



**EurotestPV**  
**MI 3108**  
**Bedienungsanleitung**  
*Version 1.13.10, Code-Nr. 20 751 996*

**Händler:**

METREL GmbH  
Orchideenstraße 24  
DE-90542 Eckental  
Deutschland  
<https://www.metrel.de>  
[info@metrel.de](mailto:info@metrel.de)

**Hersteller:**

Metrel d.d.  
Ljubljanska cesta 77  
SI-1354 Horjul  
Slowenien  
<https://www.metrel.si>  
[info@metrel.si](mailto:info@metrel.si)

**DATENSICHERUNG UND -VERLUST:**

Es liegt in der Verantwortung des Nutzers, die Integrität und Sicherheit der auf dem Datenträger installierten Daten sicherzustellen und die Integrität der Datensicherungen regelmäßig zu sichern und zu validieren. Metrel übernimmt keine Verpflichtung oder Haftung für jeglichen Verlust, jegliche Änderung, Zerstörung, Beschädigung, Korruption oder Wiederherstellung von Nutzerdaten, unabhängig davon, wo die Daten gespeichert sind.



Die Kennzeichnung auf Ihrem Gerät bestätigt, dass es den Anforderungen aller geltenden EU-Vorschriften entspricht.



Hiermit erklärt Metrel d.d., dass der MI 3108 den geltenden EU-Richtlinien entspricht. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse <https://www.metrel.si/DoC> verfügbar.

© 2023 METREL

*Die Handelsnamen Metrel®, Smartec®, Eurotest® und Auto Sequence® sind in Europa und anderen Ländern eingetragene.*

Dieses Dokument darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von METREL weder vervielfältigt noch in irgendeiner anderen Form genutzt werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkung .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheits- und betriebsbezogene Überlegungen .....</b>	<b>7</b>
2.1	Warnungen und Hinweise .....	7
2.2	Batterie und Aufladen .....	12
2.3	Geltende Normen .....	14
<b>3</b>	<b>Beschreibung des Instruments .....</b>	<b>17</b>
3.1	Frontplatte .....	17
3.2	Anschlussplatte .....	19
3.3	Rückseite.....	20
3.4	Tragen des Messgeräts.....	21
3.5	Gerätesatz und Zubehör.....	22
3.5.1	Standard-Lieferumfang MI 3108.....	22
3.5.2	Optionales Zubehör.....	22
<b>4</b>	<b>Bedienung des Instruments .....</b>	<b>23</b>
4.1	Anzeige und Ton .....	23
4.1.1	Klemmenspannungsfenster.....	23
4.1.2	Batterieanzeige .....	23
4.1.3	Meldungen .....	23
4.1.4	Ergebnisse .....	24
4.1.5	Warntöne.....	25
4.1.6	Hilfe-Fenster.....	25
4.1.7	Einstellungen von Hintergrundbeleuchtung und Kontrast .....	25
4.2	Funktionsauswahl.....	26
4.3	Hauptmenü des Instruments .....	27
4.4	Einstellungen.....	27
4.4.1	Speicher.....	28
4.4.2	Sprache.....	28
4.4.3	Datum und Uhrzeit .....	29
4.4.4	RCD Prüfnorm.....	29
4.4.5	IK-Faktor .....	31
4.4.6	Unterstützung für Commander .....	32
4.4.7	Kommunikation.....	32
4.4.8	Werksdaten.....	36
4.4.9	Einstellungen der Stromzangen.....	38
4.4.10	Synchronisierung (A 1378 - PV-EurotestPV Ferneinheit ).....	39
4.4.11	Solareinstellungen.....	40
<b>5</b>	<b>Messungen – AC NS-Installationen .....</b>	<b>44</b>
5.1	Spannung, Frequenz und Phasenfolge .....	44
5.2	Isolierungswiderstand.....	46
5.3	Widerstand der Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindung .....	48
5.3.1	$R_{LOW\Omega}$ , Widerstandsmessung 200 mA.....	48
5.3.2	Kontinuierliche Widerstandsmessung mit niedrigem Strom .....	49
5.3.3	Kompensation des Prüfleitungswiderstands .....	51
5.4	Testen von RCDs .....	52
5.4.1	Berührungsspannung (RCD $U_c$ ).....	53
5.4.2	Auslösezeit (RCD $t$ ).....	54

5.4.3	Auslösestrom (RCD I).....	54
5.4.4	Automatische RCD-Prüfung .....	55
5.5	Fehlerschleifenimpedanz und Kurzschlussstrom .....	59
5.6	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom / Spannungsabfall	61
5.6.1	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom.....	62
5.6.2	Spannungsabfall.....	63
5.7	Erdungswiderstand.....	66
5.8	PE-Prüfanschluss.....	68
<b>6</b>	<b>Solarmessungen - PV-Systeme.....</b>	<b>70</b>
6.1	Isolationswiderstand von PV-Systemen .....	70
6.2	PV-Wechselrichterprüfung.....	73
6.3	PV-Modulprüfung .....	77
6.4	Messen der Umgebungsparameter .....	79
	<i>Betrieb mit der PV Ferneinheit A1378.....</i>	<i>82</i>
6.5	Uoc/Isc Messung.....	82
6.6	Messung der U-I-Kennlinie .....	84
6.7	Messung der Zelltemperatur vor der Prüfung .....	85
<b>7</b>	<b>Messungen - Leistung und Energie .....</b>	<b>87</b>
7.1	Leistung.....	87
7.2	Oberschwingungen .....	88
7.3	Oszilloskop .....	89
7.4	Strom.....	90
7.5	Energie.....	91
<b>8</b>	<b>Datenmanagement .....</b>	<b>93</b>
8.1	Speicherorganisation.....	93
8.2	Datenstruktur.....	93
8.3	Speichern von Prüfergebnissen .....	95
8.4	Abrufen von Prüfergebnissen.....	96
8.5	Löschen der gespeicherten Daten.....	97
	8.5.1 <i>Löschen des gesamten Speicherinhalts .....</i>	<i>97</i>
	8.5.2 <i>Löschen von Messung(en) an der ausgewählten Speicherstelle .....</i>	<i>97</i>
	8.5.3 <i>Löschen einzelner Messungen .....</i>	<i>98</i>
	8.5.4 <i>Umbenennen von Anlagenstrukturelementen (Upload vom PC).....</i>	<i>99</i>
	8.5.5 <i>Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente mit seriellen Barcode-/ RFID-Lesegerät.....</i>	<i>99</i>
8.6	Kommunikation.....	101
	8.6.1 <i>USB und RS232 Kommunikation.....</i>	<i>101</i>
	8.6.2 <i>Bluetooth-Kommunikation: .....</i>	<i>102</i>
<b>9</b>	<b>Instrumenten-Upgrades .....</b>	<b>104</b>
<b>10</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>105</b>
10.1	Ersetzen der Sicherung.....	105
10.2	Reinigung .....	105
10.3	Periodische Kalibrierung.....	105
10.4	Wartung.....	106
<b>11</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>107</b>
11.1	Isolationswiderstand, Isolationswiderstand von PV Systemen .....	107

11.2	Durchgang.....	108
11.2.1	Widerstand $R_{LOW\Omega}$ .....	108
11.2.2	DURCHGANGSwiderstand .....	108
11.3	RCD-Tests.....	108
11.3.1	Allgemeine Daten .....	108
11.3.2	Berührungsspannung (RCD-Uc).....	109
11.3.3	Auslösedauer .....	109
11.3.4	Auslösestrom.....	109
11.4	Fehlerschleifenimpedanz und Kurzschlussstrom .....	110
11.4.1	Keine Trenneinrichtung oder SICHERUNG ausgewählt.....	110
11.4.2	RCD ausgewählt.....	111
11.5	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/Spannungsabfall	111
11.6	Erdungswiderstand.....	112
11.7	Spannung, Frequenz und Drehfeld .....	112
11.7.1	Phasenverschiebung .....	112
11.7.2	Spannung.....	113
11.7.3	Frequenz.....	113
11.7.4	Leitungsanschluss-Spannungsmonitor .....	113
11.8	Stromzangen-Effektivwert .....	113
11.9	Leistungstest .....	114
11.10	PV Prüfungen .....	115
11.10.1	Genauigkeit der STC-Daten .....	115
11.10.2	Modul, Wechselrichter .....	115
11.10.3	U-I-Kennlinie.....	116
11.10.4	$U_{oc}$ - $I_{sc}$ .....	118
11.10.5	Umgebungsparameter.....	118
11.10.6	Isolationswiderstand von PV Systemen:.....	119
11.11	Allgemeine Daten .....	120
<b>Anhang A – Sicherungstabelle.....</b>		<b>122</b>
A.1	Sicherungstabelle – IPSC.....	122
A.2	Sicherungstabelle – Impedanzen bei 230 V AC (AS/NZS 3017).....	128
<b>Anhang B – Zubehör für bestimmte Messungen .....</b>		<b>129</b>
<b>Anhang C – Länderspezifische Hinweise .....</b>		<b>131</b>
C.1	Liste der länderbezogenen Änderungen .....	131
C.2	Änderungspunkte .....	131
C.2.1	Änderung für Österreich - RCD-Typ G.....	131
C.2.2	AUS / NZ Änderungen – Sicherungstypen gemäß AS/NZS 3017 .....	132
<b>Anhang D – Commander (A 1314, A 1401) .....</b>		<b>135</b>
D.1	 Sicherheitsrelevante Warnhinweise.....	135
D.2	Batterie.....	135
D.3	Beschreibung der Commander.....	135
D.4	Betrieb der Commander .....	137
<b>Anhang E – PV-Messungen - berechnete Werte .....</b>		<b>138</b>

# 1 Vorbemerkung

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb des Eurotest-Messgeräts mit Zubehörteilen von METREL. Das Messgerät wurde auf Grundlage umfangreicher Erfahrungen entwickelt, die wir über viele Jahre im Zusammenhang mit Prüfgeräten für elektrische Installationen erworben haben.

Das Messgerät Eurotest ist ein multifunktionales Handprüfgerät für professionelle Messungen aller elektrischen Größen an AC Niederspannungsinstallationen und DC Photovoltaikanlagen.

Folgende Messungen können an elektrischen AC-Niederspannungsinstallationen durchgeführt werden:

- Spannung und Frequenz,
- Durchgangsprüfungen,
- Isolierungswiderstandstests,
- RCD-Tests,
- Messungen der Fehlerschleifen-/Auslöseimpedanz des RCD
- Leitungsimpedanz/Spannungsabfall,
- Phasenfolge,
- Erdungswiderstandstests,
- Strommessungen,
- Leistungs-, Oberschwingungs- und Energiemessungen.

Messungen und Tests an PV-Anlagen:

- Spannungen, Ströme und Leistung von PV-Anlagen (Wechselrichter und PV-Module),
- Berechnen der Effizienz und STC-Werte von PV-Anlagen,
- Uoc/Isc-Messungen,
- Umgebungsparameter (Temperatur und Bestrahlungsstärke),
- U-I-Kennlinientests,
- Isolierungswiderstand von PV-Anlagen.

Das grafische Display mit Hintergrundbeleuchtung bietet ein leichtes Ablesen der Ergebnisse, Hinweise, Messparameter und Meldungen. Zwei PASS / FAIL LED-Anzeigen sind an den Seiten des LCD-Displays angeordnet.

Der Betrieb des Messgeräts wurde so einfach wie möglich konzipiert, sodass (außer dem Lesen dieser Bedienungsanleitung) keine Schulungen zur Verwendung dieses Messgeräts nötig sind.

Damit sich der Bediener ausreichend mit der Durchführung von Messungen im Allgemeinen sowie mit ihren typischen Anwendungen vertraut machen kann, ist zu empfehlen, das Metrel-Handbuch *Leitfaden zum Prüfen und Überprüfen von Niederspannungsanlagen* zu lesen.

Das Messgerät ist mit dem gesamten notwendigen Zubehör zum komfortablen Prüfen ausgestattet.

## 2 Sicherheits- und betriebsbezogene Überlegungen

### 2.1 Warnungen und Hinweise

Um bei der Durchführung verschiedener Prüfungen und Messungen das höchste Sicherheitsniveau für den Bediener zu erreichen, empfiehlt Metrel, Ihr Eurotest-Messgerät im guten Zustand und unbeschädigt zu halten. Beachten Sie bei der Verwendung des Instruments die folgenden allgemeinen Warnungen:



#### Allgemeine Sicherheitshinweise:

- Das Symbol  am Messgerät bedeutet „Lesen Sie das Handbuch besonders sorgfältig durch“. Dieses Symbol erfordert eine Maßnahme!
- Wenn das Prüfgerät in einer Weise verwendet wird, die nicht dieser Bedienungsanleitung entspricht, kann der vom Gerät gewährleistete Schutz beeinträchtigt werden!
- Lesen Sie dieses Benutzerhandbuch sorgfältig durch, andernfalls kann die Verwendung des Messgeräts sowohl für den Bediener als auch für das Messgerät und den Prüfling gefährlich sein!
- Verwenden Sie das Instrument oder dessen Zubehör nicht, wenn Sie eine Beschädigung feststellen!
- Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um beim Umgang mit gefährlichen Spannungen die Gefahr eines Stromschlags zu vermeiden!
- Falls die 315 mA Sicherung ausgefallen ist, müssen die Anweisungen dieser Anleitung befolgt werden! Verwenden Sie ausschließlich die angegebenen Sicherungen!
- Der Hochleistungs-Sicherungsblock darf weder auseinandergenommen noch repariert werden! Im Falle eines Fehlers muss der gesamte Block durch einen neuen Originalblock ersetzt werden!
- Verwenden Sie das Messgerät nicht in Wechselstromnetzen mit Spannungen über 550 VAC.
- Die Wartung, Reparatur oder Einstellung des Instruments darf nur von kompetenten und befugten Personen durchgeführt werden.
- Verwenden Sie ausschließlich Standard- und optionales Zubehör, das Sie von Ihrem autorisierten Händler erhalten haben!
- Beachten Sie, dass die Schutzklasse einiger Zubehörteile niedriger ist als die des Instruments. Die Prüfspitzen und der Tip-Commander verfügen über abnehmbare Kappen. Wenn diese entfernt werden, gilt die niedrigere Schutzklasse CAT II. Beachten Sie die Kennzeichnungen auf dem Zubehör!

(ohne Kappe, 18-mm-Spitze) CAT II bis zu 1.000 V

(mit Kappe, 4-mm-Spitze) CAT II 1.000 V/CAT III 600 V/CAT IV 300 V

- Das Instrument verfügt über Ni-MH-Akkus. Die Akkus dürfen nur mit demselben, auf dem Etikett des Batteriefachs angegebenen oder in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Typ ersetzt werden. Verwenden Sie keine Alkali-Standardbatterien, wenn das Netzteil angeschlossen ist, da andernfalls Explosionsgefahr besteht!
- Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Testleitungen, entfernen Sie das Netzkabel, und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie den Deckel des Batteriefachs entfernen.
- Schließen Sie an den C1/C2-Eingängen keine Spannungsquelle an. Diese sind nur für das Anschließen von Stromzangen vorgesehen. Die maximale Eingangsspannung beträgt 3 V!
- Alle üblichen Sicherheitsbestimmungen müssen beachtet werden, um einen elektrischen Schlag bei Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- Wenn sich das Instrument nicht im Betriebsmodus SOLAR befindet, wird eine Warnung angezeigt, wenn eine externe DC-Spannung von mehr als 50 V auf das Instrument angelegt wird. Die Messungen sind gesperrt.

DC VOLTAGE!



Warnungen im Zusammenhang mit der Sicherheit der Messfunktionen:

#### Alle PV-Funktionen

- Verwenden Sie ausschließlich zugelassene Zubehörteile für die Prüfung von PV-Installationen. Zubehörteile für PV-Installationen haben **gelb markierte Stecker**. Entsprechende Warnhinweise werden angezeigt.

Use PV test lead  
A1385!

PV SAFETY PROBE ?

Die PV-Sicherheitssonde A1384 verfügt über eine integrierte Schutzschaltung, die das Instrument bei einem Instrumentenfehler sicher von der PV-Anlage trennt. Die PV-Sicherheitsleitung A1385 verfügt über integrierte Sicherungen, die das Instrument bei einem Instrumentenfehler sicher von der PV-Anlage trennen.

- Verwenden Sie das Prüfgerät nicht in PV-Anlagen mit Spannungen über 1000 VDC und / oder Ströme höher als 15 A DC! ! Andernfalls kann das Instrument beschädigt werden.
- PV-Quellen können sehr hohe Spannungen und Ströme erzeugen. Nur qualifiziertes und ausgebildetes Personal darf Messungen an Photovoltaikanlagen durchführen.
- Die örtlichen Vorschriften sind zu beachten.
- Die Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten auf dem Dach müssen beachtet werden.
- Bei einer Störung des Messsystems (Leitungen, Betriebsmittel, Anschlüsse, Messgeräte, Zubehör), können entzündliche Gase, hohe Feuchtigkeit oder eine große Staubmenge einen Lichtbogen auslösen, der sich nicht von allein löschen kann. Diese Lichtbögen können einen Brand verursachen und zu

erheblichen Schaden führen. In diesem Fall muss der Benutzer über ausreichende Kenntnisse verfügen, um die PV-Anlage sicher vom Netz zu trennen.

### Isolationswiderstand, Isolationswiderstand von PV-Anlagen

- Die Isolierungswiderstandsmessung sollte nur an stromlosen Objekten durchgeführt werden!
- Berühren Sie den Prüfling weder während der Messung noch bevor er vollständig entladen ist! Es besteht die Gefahr eines Stromschlags!
- Wenn eine Isolierungswiderstandsmessung an einem kapazitiven Objekt durchgeführt wurde, erfolgt die automatische Entladung möglicherweise nicht sofort! Die Warnmeldung  und die tatsächliche Spannung werden während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 10 V abfällt.

### Durchgangsfunktionen

- Durchgangsmessungen sollten nur an stromlosen Objekten durchgeführt werden!
- Parallele Schleifen können die Prüfergebnisse beeinflussen.

### Prüfen des Schutzleiteranschlusses

- Wenn am geprüften Schutzleiteranschluss Phasenspannung festgestellt wird, stoppen Sie sofort alle Messungen und sorgen Sie dafür, dass die Fehlerursache eliminiert wurde, bevor Sie weitere Tätigkeiten vornehmen!

### Hinweise zu Messfunktionen

#### Allgemein

- Das Symbol  bedeutet, dass die gewählte Messung wegen eines irregulären Zustands an den Eingangsklemmen nicht durchgeführt werden kann.
- Isolationswiderstands-, Durchgangs- und Erdungswiderstandsmessungen dürfen nur an stromlosen Objekten durchgeführt werden!
- Die Anzeige PASS / FAIL ist aktiviert, wenn der Grenzwert eingestellt ist. Setzen Sie einen geeigneten Grenzwert zur Auswertung von Messergebnissen fest.
- Falls nur zwei von drei Leitungen mit der zu prüfenden elektrischen Installation verbunden sind, gelten nur die Spannungsanzeigen zwischen diesen beiden Leitungen.

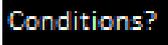
### Isolationswiderstand, Isolationswiderstand von PV Systemen

#### □ Isolationswiderstand:

Wenn eine Spannung höher als 30 V (AC oder DC) zwischen den Prüfanschlüssen festgestellt wird, wird die Messung des Isolationswiderstands nicht durchgeführt.

#### Isolationswiderstand an PV Systemen:

Es werden verschiedene Vorab-Prüfungen durchgeführt. Wenn die Bedingungen passend und sicher sind, wird die Messung fortgesetzt.

Andernfalls werden die Meldungen  oder  oder  angezeigt.

- Das Messgerät entlädt den Prüfling automatisch nach Abschluss der Messung.
- Durch einen Doppelklick auf die TEST-Taste startet eine kontinuierliche Messung.

**Durchgangsfunktionen**

- Wenn eine Spannung höher als 10 V (AC oder DC) zwischen den Prüfanschlüssen festgestellt wird, wird die Prüfung des Durchgangswiderstands nicht durchgeführt.
- Kompensieren Sie im Bedarfsfall den Prüflitungswiderstand, bevor eine Durchgangsmessung durchgeführt wird.

**RCD Funktionen**

- Die für eine Funktion eingestellten Parameter werden auch für weitere RCD Funktionen beibehalten.
- Beim Messen der Kontaktspannung wird in der Regel kein RCD ausgelöst. Jedoch könnte der Auslösegrenzwert des RCD als Folge eines Ableitstroms an den Schutzleiter PE oder einer kapazitiven Verbindung zwischen den Leitern L und PE überstiegen werden.
- Die Unterfunktion „RCD-Auslösung“ (Funktionswahlschalter in Position LOOP) dauert in der Ausführung länger, bietet aber eine viel größere Genauigkeit des Fehlerschleifenwiderstands (im Vergleich zum  $R_L$ -Teilergebnis in der Funktion „Berührungsspannung“).
- Die Messungen der RCD-Auslösezeit und des RCD-Auslösestroms werden nur durchgeführt, wenn die Berührungsspannung in der Vorprüfung zum Nenn-differenzstrom niedriger ist, als der eingestellte Grenzwert der Berührungsspannung!
- Die Automatikprüfsequenz (Funktion RCD AUTO) wird beendet, wenn die Auslösezeit außerhalb der zulässigen Zeit liegt.

**SCHLEIFENIMPEDANZ**

- Der untere Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstromes hängt vom Sicherungstyp, von der Strombemessung, der Auslösezeit der Sicherung sowie vom Impedanzskalierungsfaktor ab.
- Die spezifizierte Genauigkeit der geprüften Parameter gilt nur, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.
- Die Messung des Fehlerschleifenwiderstands löst den RCD aus.
- Die Messung der Fehlerschleifenimpedanz bei Verwendung der Auslösesperrfunktion löst normalerweise den RCD nicht aus. Die Auslösegrenze kann jedoch überschritten werden, wenn ein Ableitstrom zum PE-Leiter fließt oder eine kapazitive Verbindung zwischen L und PE-Leitern besteht

**LEITUNGSIMPEDANZ / SPANNUNGSABFALL**

- Bei der Messung von  $Z_{Line}$  mit miteinander verbundenen Prüflitungen PE und N des Prüfgeräts, zeigt das Prüfgerät eine Warnung vor gefährlicher Schutzleiterspannung an. Die Messung wird dennoch durchgeführt.
- Die angegebene Genauigkeit der geprüften Parameter gilt nur, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.
- Die Prüfanschlüsse L und N werden je nach erfasster Anschlussspannung automatisch vertauscht (gilt nicht für GB-Version).

**Leistung / Oberwellen / Energie / Strom**

- Bevor Sie mit einer Leistungsmessung beginnen, müssen Sie die aktuellen Einstellungen der Stromzange im Menü Einstellungen überprüfen. Wählen Sie das

geeignete Stromzangenmodell und den Messbereich, die am besten für die erwarteten Stromwerte geeignet sind.

- Beachten Sie die Polarität der Stromzange (Pfeil auf der Prüfstromzange muss zur angeschlossenen Last zeigen), anderenfalls wird das Ergebnis negativ!

### **PV Messungen**

- Für PLATTEN-, UOC/ISC-, I/V-, WECHSELRICHTER (AC, DC)- und ISO PV-Messungen **muss** die Sicherheitssonde A 1384 verwendet werden.
- Die A 1385 PV-Prüfleitung **muss für** WECHSELRICHTER AC/DC-Messungen verwendet werden.
- Bevor Sie eine PV-Messung starten, müssen die Einstellungen für den PV-Modultyp und die PV-Prüfparameter geprüft werden.
- Die Umgebungsparameter (Irr, T) können gemessen oder manuell eingegeben werden.
- Die Umgebungsbedingungen (Bestrahlungsstärke, Temperatur) müssen während der Messungen stabil sein.
- Für die Berechnung der STC-Ergebnisse müssen die gemessenen Uoc / Isc-Werte, die Bestrahlungsstärke, die Zelltemperatur und die PV-Modulparameter bekannt sein. Weitere Informationen finden Sie in Anhang E.
- Vor der Prüfung müssen die DC-Stromzangen immer auf null gesetzt werden.

## 2.2 Batterie und Aufladen

Das Messgerät verwendet sechs Alkali- oder wieder aufladbare NiMH-Batteriezellen der Größe AA. Die Nennbetriebszeit ist für Zellen mit einer Nennkapazität von 2100 mAh angegeben. Der Ladezustand der Batterien wird permanent im unteren rechten Teil angezeigt. Wenn die Batterie zu schwach ist, wird dies wie in Abbildung 2.1 angezeigt. Diese Anzeige erscheint einige Sekunden lang, dann schaltet sich das Gerät ab.

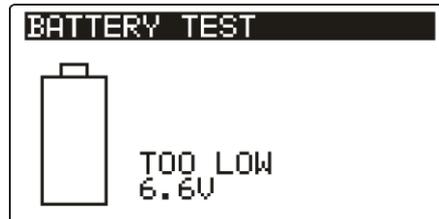


Abbildung 2.1: Anzeige bei entladener Batterie

Die Batterie wird immer dann geladen, wenn das Netzteil an das Messgerät angeschlossen ist. Die Polarität der Netzteilbuchse ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Eine interne Schaltung steuert den Ladevorgang und sorgt für eine maximale Batterielebensdauer.



Abbildung 2.2: Polarität der Netzteilbuchse

Symbole:

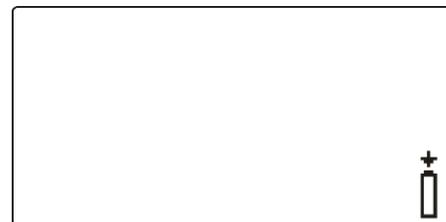


Abbildung 2.3: Ladeanzeige



### Sicherheitsrelevante Warnhinweise:

- ❑ Wenn das Instrument an einer Anlage angeschlossen ist, kann im Batteriefach eine gefährliche Spannung herrschen! Trennen Sie das Messzubehör vom Instrument, und schalten Sie dieses aus, bevor Sie den Akku austauschen oder den Deckel des Batterie-/Sicherungsfachs öffnen.
- ❑ Stellen Sie sicher, dass die Akkus richtig eingesetzt sind, da das Instrument andernfalls nicht funktioniert und es zu einer Entladung der Akkus kommen kann.
- ❑ Laden Sie keine Alkali-Batterien auf!
- ❑ Verwenden Sie ausschließlich das vom Hersteller oder Händler des Instruments bereitgestellte Netzteil!

### Hinweise:

- ❑ In das Gerät ist ein Ladegerät für Akkupacks integriert. Das bedeutet, die Akkus werden beim Laden in Reihe geschaltet. Die Akkus müssen daher äquivalent sein (gleiche Ladung, gleicher Zustand, gleicher Typ und gleiches Alter).

- Falls das Messgerät über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird, sind alle Akkus aus dem Batteriefach zu entnehmen.
- Es dürfen nur Alkali-Batterien bzw. wiederaufladbare Ni-MH-Batterien der Größe AA verwendet werden. Metrel empfiehlt, nur den Einsatz von wieder aufladbaren Batterien mit einer Kapazität von 2100 mAh oder mehr.
- Während des Ladens der Akkuzellen können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten, falls diese über einen längeren Zeitraum (über 6 Monate) nicht benutzt wurden. In diesem Fall wird empfohlen Metrel, den Lade-/Entladevorgang mindestens 2-4 Mal zu wiederholen.
- Wenn nach mehreren Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Akkuzellen überprüft werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, Überprüfen in einem Akku-Ladegerät usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Akkuzellen verschlechtert haben. Eine unterschiedliche Akkuzelle kann zu einem fehlerhaften Verhalten des gesamten Batteriepacks führen!
- Die oben beschriebenen Effekte sollten nicht mit dem normalen Nachlassen der Batteriekapazität im Laufe der Zeit verwechselt werden. Ein Akku verliert auch an Kapazität, wenn er wiederholt geladen/entladen wird. Diese Information ist in den vom Akkuhersteller bereitgestellten technischen Daten enthalten.

## 2.3 Geltende Normen

Die Eurotest-Geräte werden gemäß den folgenden Vorschriften hergestellt und geprüft:

<i>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):</i>	
EN 61326-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61326-2-2	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 2-2: Besondere Anforderungen - Prüfkonfigurationen, Betriebsbedingungen und Leistungskriterien für tragbare Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte, die in Niederspannungsverteilernetzen eingesetzt werden
<i>Sicherheit (LVD)</i>	
EN 61010-1,	Sicherheitsanforderungen für die Verwendung elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61010-2-030;	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
EN 61010-031,	Sicherheitsanforderungen für die Verwendung elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum elektrischen Messen und Prüfen
EN 61010-2-032;	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte -Teil 2-032: Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Prüfungen und Messungen
<i>Funktionen</i>	
EN 61557	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis 1000 V <sub>AC</sub> und DC 1500 V <sub>AC</sub> Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen. Teil 1 Allgemeine Anforderungen Teil 2 Isolationswiderstand Teil 3 Schleifenwiderstand Teil 4 Widerstand von Erdungsleitern, Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern Teil 5 Erdungswiderstand Teil 6 Wirksamkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) in TT-, TN- und IT-Systemen Teil 7 . Drehfeld Teil 10 Kombinierte Messgeräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 12 Geräte zur Energiemessung und -überwachung (PMD)
<i>Referenznormen für elektrische Installationen und Komponenten</i>	
EN 61008	Fehlerstrom-/Differenzstromschutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
EN 61009	Fehlerstrom-/Differenzstromschutzschalter mit eingebauten Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
IEC 60364-4-41	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41 Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag
BS 7671	IEE-Verdrahtungsbestimmungen (18. Ausgabe)



---

**Referenznormen für Photovoltaikanlagen**

---

EN 62446	Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahme Prüfung und wiederkehrende Prüfungen
EN 61829	Photovoltaische (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium – Messen der U-I Charakteristik am Einsatzort U-I Charakteristik

---

**Hinweis zu den EN- und IEC-Normen:**

- Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) sind gleichwertig zu den IEC-Normen mit gleicher Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur in den durch das europäische Harmonisierungsverfahren erforderlichen geänderten Teilen.

## 3 Beschreibung des Instruments

### 3.1 Frontplatte



Abbildung 3.1: Frontplatte

Legende:

1	LCD	Matrix-Display mit 128 x 64 Bildpunkten und Hintergrundbeleuchtung
2	NACH OBEN	Ändert den ausgewählten Parameter.
3	NACH UNTEN	
4	TEST	Startet die Messungen. TEST Dient zudem als Schutzleiter-Berührungselektrode.
5	ESC	Geht eine Ebene zurück.
6	TAB	Wählt die Parameter für die ausgewählte Funktion aus.
7	Hintergrundbeleuchtung, Kontrast	Ändert die Helligkeit und den Kontrast der Hintergrundbeleuchtung.
8	EIN/AUS	Schaltet das Messgerät ein oder aus. <i>Das Messgerät schaltet sich automatisch 15 Minuten nach dem letzten Tastendruck aus.</i>
9	HILFE/KAL	Zugriff auf die Hilfemenüs. Kalibrierung der Messleitungen in der Durchgangsprüfung. Startet Z <sub>REF</sub> Messung in der Spannungsabfall Unterfunktion.
10	Funktionswahltaste - RECHTS	Wählt die Testfunktion aus.
11	Funktionswahltaste - LINKS	
12	MEM	Speichert/lädt den Speicher des Geräts. Speichert die Zangen und Solar Einstellungen.
13	Grüne LEDs	PASS/FAIL-Anzeige für das Messergebnis.

Rote LEDs

### 3.2 Anschlussplatte

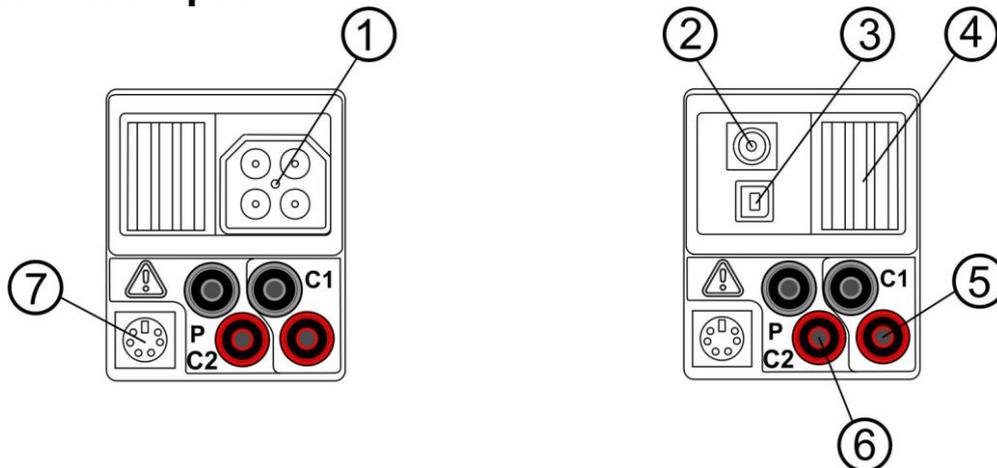


Abbildung 3.2: Anschlussfeld (Abbildung MI 3108)

Legende:

1	Prüfanschluss	Messeingänge / -ausgänge
2	Ladebuchse	
3	USB-Anschluss	Kommunikation mit dem USB-(1.1-)Anschluss des Computers
4	Schutzabdeckung	
5	C1	Stromzangen Messeingang Nr. 1
6	P/C2	Stromzangen Messeingang Nr. 2 Messeingang für externe Sensoren
7	PS/2-Stecker	Kommunikation mit dem seriellen PC-Anschluss Anschließen optionaler Messadapter Anschließen von Barcode-/RFID-Lesegeräten Verbindung zum Bluetooth Dongle

#### Warnungen!

- ❑ Die maximal zulässige Spannung zwischen einem beliebigen Prüfanschluss und Erde beträgt 600 VAC, 1000 VDC!
- ❑ Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen am Prüfstecker beträgt 600 VAC, 1000 VDC!
- ❑ Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen P/C2, C1 beträgt 3 V!
- ❑ Die maximal zulässige kurzfristige Spannung des externen Netzteils beträgt 14 V!

### 3.3 Rückseite

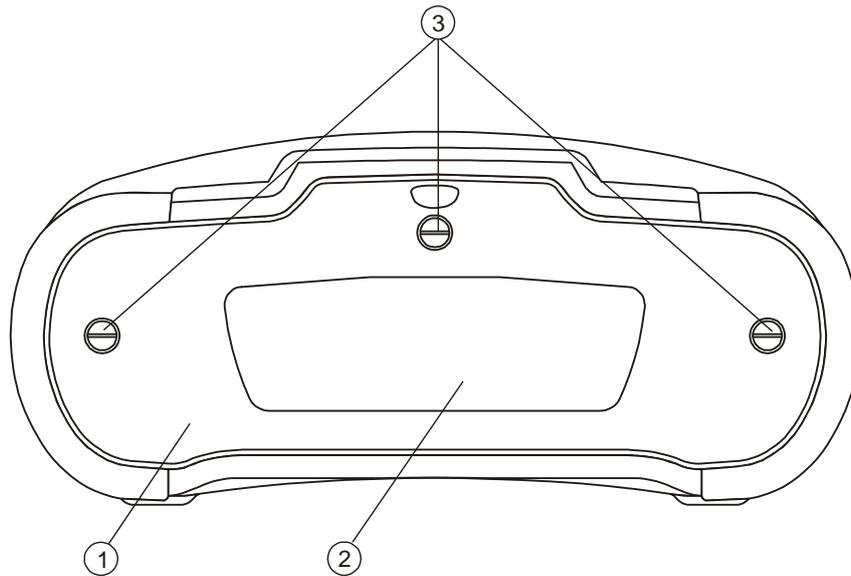


Abbildung 3.3: Rückseite

Legende:

1	Batterie-/Sicherungsfach-Abdeckung
2	Infoschild auf der Rückseite
3	Befestigungsschrauben für Batterie-/Sicherungsfach-Abdeckung

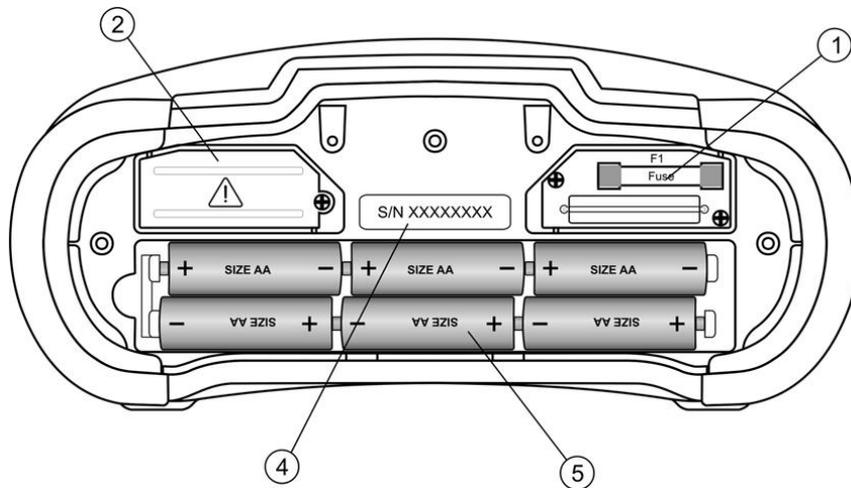


Abbildung 3 4: Batterie- und Sicherungsfach

Legende:

1	Sicherung F1	FF 315 mA / 1000 VDC (Ausschaltvermögen: 50 kA)
2	Hochleistungs-Sicherungsblock	
3	Seriennummer-Schild	
4	Batterien	Größe AA, Alkaline/NiMH-Akku
5	Batteriehalter	Kann aus dem Prüfgerät entfernt werden.

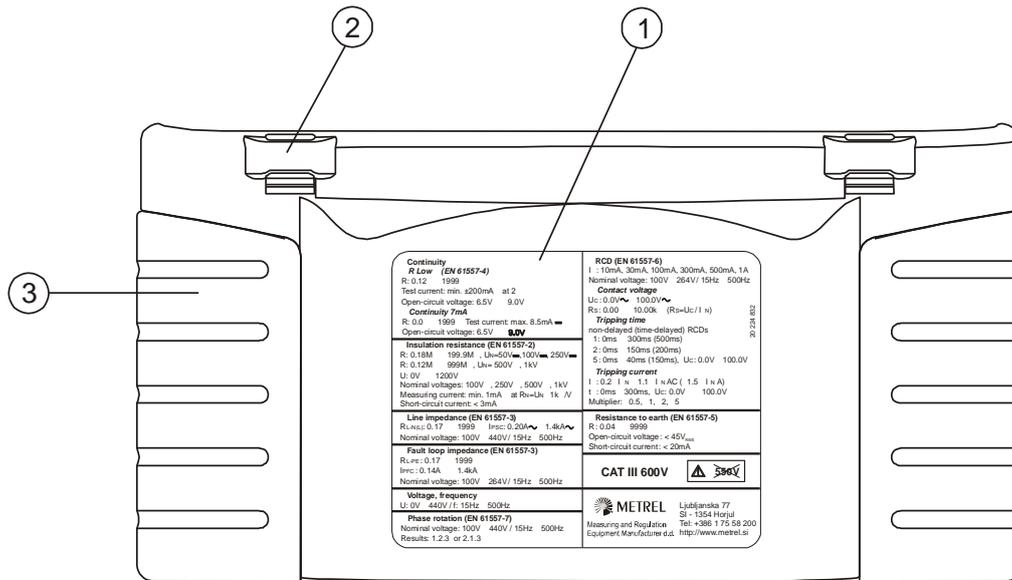


Abbildung 3 5: Unten

Legende:

- 1 Infoschild unten
- 2 Tragegurthalterungen
- 3 Seitenabdeckungen

### 3.4 Tragen des Messgeräts

Im Standard-Lieferumfang ist ein Tragegurt enthalten. Das Messgerät kann auf verschiedene Arten getragen werden.



Der Bediener kann je nach Bedienart eine der folgenden Beispiellarten anwenden:  
um schnell platziert werden zu können.



Das Messgerät kann auch in der Tragetasche liegend verwendet werden, das Prüfkabel kann über die vordere Öffnung an das Gerät angeschlossen werden.

## 3.5 Gerätesatz und Zubehör

### 3.5.1 Standard-Lieferumfang MI 3108

- Instrument
- Weiche Tragetasche, 2 Stück
- PV-Sicherheits-Sonde
- Monokristalline PV Referenzzelle
- PV Temperaturfühler
- AC/DC Stromzange
- Prüfkabel mit Schuko- Stecker
- Prüfleitung, 3 x 1,5 m
- Prüfspitzen, 4 Stück
- Krokodilklemmen, 4 Stück
- Tragriemensatz
- PV MC 4 Adapterstecker männlich
- PV-MC 4 Adapter Buchse weiblich
- PV MC 3 Adapterstecker männlich
- PV-MC 3 Adapter Buchse weiblich
- RS232-PS/2-Kabel
- USB-Kabel
- Satz Ni-MH Akkus
- Netzteiladapter
- CD mit der Bedienungsanleitung und dem Handbuch „Leitfaden zur Überprüfung von Niederspannungsanlagen“
- Kurzform der Bedienungsanleitung
- Kalibrierungszertifikat

### 3.5.2 Optionales Zubehör

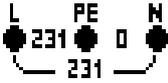
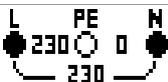
Auf dem beigelegten Blatt finden Sie eine Liste des optionalen Zubehörs, das auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist.

## 4 Bedienung des Instruments

### 4.1 Anzeige und Ton

#### 4.1.1 Klemmenspannungsfenster

Im Klemmenspannungsfenster werden online die Spannung an den Prüfklemmen sowie Informationen über die im Messmodus für Wechselstromanlagen aktiven Prüfklemmen angezeigt.

	Die Online-Spannung wird gemeinsam mit den Prüfklemmeninformationen angezeigt. Alle drei Prüfklemmen werden für die ausgewählte Messung verwendet.
	Die Online-Spannung wird gemeinsam mit den Prüfklemmeninformationen angezeigt. Die Prüfklemmen L und N werden für die ausgewählte Messung verwendet.
	L und PE (Schutzleiter) sind aktive Prüfklemmen; die Klemme N sollte zugunsten korrekter Bedingungen der Eingangsspannung ebenfalls angeschlossen sein.

#### 4.1.2 Batterieanzeige

Die Batterieanzeige gibt den Ladezustand der Batterie und das Anschließen eines externen Ladegeräts an.

	Batteriekapazitätsanzeige.
	Schwacher Ladezustand. Der Ladezustand ist zu gering, um ein ordnungsgemäßes Ergebnis gewährleisten zu können. Ersetzen Sie die Batterien, oder laden sie die Akkus auf.
	Ladevorgang läuft (wenn der Netzadapter angeschlossen ist).

#### 4.1.3 Meldungen

Folgende Warnhinweise und Meldungen werden angezeigt.

	Die Änderung der Bestrahlungsstärke während der Messung war oberhalb der festgelegten Grenze ( <b>Warn. Irr</b> ).
	Die Differenz zwischen dem Uoc STC basierend auf der Messung und dem Uoc STC Wert basierend auf dem eingestellten PV Modul und der Anzahl der Module im String liegt über dem eingestellten Grenzwert ( <b>Warn. Uoc</b> ).
	Messung läuft, beachten Sie die angezeigten Warnungen.

	Die Bedingungen an den Eingängen ermöglichen einen Start der Messung; berücksichtigen Sie weitere angezeigte Warnungen und Meldungen.
	Die Bedingungen an den Eingängen ermöglichen keinen Start der Messung; berücksichtigen Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.
	RCD wurde während der Messung ausgelöst (bei RCD-Funktionen).
	Das Instrument ist überhitzt. Es kann nicht gemessen werden, bis die Temperatur unter den zulässigen Grenzwert sinkt.
	Die Ergebnisse können gespeichert werden.
	Beim Messen wurde starkes elektrisches Rauschen festgestellt. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt.
	L und N sind vertauscht.
	<b>Warnung!</b> An den Prüfklemmen liegt Hochspannung an.
	<b>Warnung!</b> Gefährliche Spannung an der Schutzleiterklemme! Beenden Sie Ihre Tätigkeit umgehend, und beseitigen Sie den Fehler/das Anschlussproblem, bevor Sie die Arbeit fortsetzen!
	Widerstand der Prüfleitungen bei Durchgangsprüfung ist nicht kompensiert.
	Widerstand der Prüfleitungen bei Durchgangsprüfung ist kompensiert.
	Hoher Widerstand der Prüfsonden nach Erde. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt.
	Zu geringer Strom für die angegebene Genauigkeit. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. Prüfen Sie in den Stromzangen-Einstellungen, ob die Empfindlichkeit der Stromzange erhöht werden kann.
	Das gemessene Signal befindet sich außerhalb des Messbereichs (gekappt). Die Ergebnisse sind beeinträchtigt.
	Die Sicherung F1 ist beschädigt.
	Externe DC-Spannung wurde erkannt. Messungen in diesem Betriebsmodus sind nicht möglich.

#### 4.1.4 Ergebnisse

	Das Messergebnis liegt innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (PASS).
	Das Messergebnis liegt außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (FAIL).
	Die Messung wird abgebrochen. Beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.

### 4.1.5 Warntöne

Durchgehender Ton **Warnung!** Am PE-Anschluss wurde eine gefährliche Spannung erkannt.

### 4.1.6 Hilfe-Fenster

<b>HILFE</b>	Öffnet das Hilfe-Fenster.
--------------	---------------------------

Für alle Funktionen sind Hilfemenüs verfügbar. Das Hilfemenü enthält schematische Darstellungen, die das ordnungsgemäße Anschließen des Geräts an der elektrischen Installation oder an der PV-Anlage veranschaulichen. Nach Auswahl der gewünschten Messfunktion kann über die HELP-Taste das entsprechende Hilfemenü aufgerufen werden.

Tasten im Hilfe-Menü:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt das vorherige/nächste Hilfe-Fenster aus.
<b>ESC / Hilfe / Funktionsauswahl</b>	Beendet das Hilfemenü.

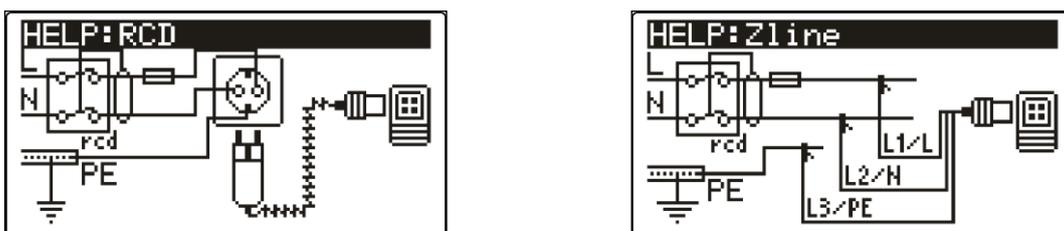


Abbildung 4.1: Beispiele für die Hilfe-Fenster

### 4.1.7 Einstellungen von Hintergrundbeleuchtung und Kontrast

Mit der Taste **HINTERGRUNDBELEUCHTUNG** können Hintergrundbeleuchtung und Kontrast eingestellt werden.

<b>Kurzes Drücken</b>	Hoch- und Herunterschalten der Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung
<b>1 s Langes Drücken</b>	Arretiert die hohe Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung, bis das Gerät abgeschaltet oder die Taste erneut gedrückt wird.
<b>2 s Langes Drücken</b>	Eine Balkenanzeige für die Einstellung des LCD-Kontrasts wird angezeigt.



Abbildung 4.2: Menü für die Kontrasteinstellung

Tasten zur Kontrasteinstellung

<b>NACH UNTEN</b>	Verringert den Kontrast.
<b>NACH OBEN</b>	Erhöht den Kontrast.
<b>TEST</b>	Bestätigt den neuen Kontrast.
<b>ESC</b>	Beendet die Funktion ohne Änderungen.

## 4.2 Funktionsauswahl

Für die Auswahl der Prüf-/Messfunktion sollten in jedem Prüfmodus die **FUNKTIONSWAHL**-Tasten verwendet werden.

Tasten:

<b>Funktionsauswahl</b>	Wählt die Prüf- / Messfunktionen aus.
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Unterfunktion der ausgewählten Messfunktion aus. Wählt den zu betrachtenden Bildschirm aus (wenn die Ergebnisse auf mehrere Bildschirme aufgeteilt werden).
<b>TAB</b>	Wählt die einzustellenden oder zu ändernden Prüfparameter aus.
<b>TEST</b>	Führt die ausgewählte Prüf-/Messfunktion aus.
<b>MEM</b>	Speichert Messergebnisse/ruft Messergebnisse auf.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

Tasten für das Feld der **Prüfparameter**:

<b>AUF / AB</b>	Ändert den ausgewählten Parameter.
<b>TAB</b>	Wählt den nächsten Messparameter aus.
<b>Funktionsauswahl</b>	Schaltet zwischen den Hauptmerkmalen hin und her.
<b>MEM</b>	Speichert Messergebnisse/ruft Messergebnisse auf

Allgemeine Regel für das Aktivieren von **Parametern** zum Auswerten des Mess-/Testergebnisses:

Parameter	<b>AUS</b>	Keine Grenzwerte, Anzeige: _ _ _.
	<b>EIN</b>	<b>Wert(e)</b> - Ergebnisse werden entsprechend den gewählten Grenzwerten als PASS oder FAIL markiert.

Im *Kapitel 5* finden Sie weitere Informationen über die Arbeitsweise der Prüffunktionen des Prüfgeräts.

## 4.3 Hauptmenü des Instruments

Im Hauptmenü des Messgeräts kann der Prüfmodus ausgewählt werden. Verschiedene Messoptionen können im Menü **EINSTELLUNGEN** eingestellt werden.

- <INSTALLATION> AC NS-Anlagentests
- <LEISTUNG> Prüfung von Leistung und Energie
- <SOLAR> Prüfung von PV-Anlagen
- <EINSTELLUNGEN> Einstellungen des Messgeräts



Abbildung 4.3:  
Hauptmenü

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft die ausgewählte Option auf.

## 4.4 Einstellungen

Verschiedene Messoptionen können im Menü **EINSTELLUNGEN** eingestellt werden.

Die Optionen lauten:

- Abrufen und Löschen der gespeicherten Ergebnisse
- Auswahl der Sprache
- Einstellen von Datum und Uhrzeit
- Auswahl der Bezugsnorm für die RCD-Prüfung
- Eingabe des I<sub>k</sub>-Faktors
- Unterstützung für Commander
- Rücksetzung des Messgeräts auf Ausgangswerte
- Einstellungen für Bluetooth Kommunikation
- Einstellungen für die Stromzangen
- Menü zur Synchronisierung mit der PV-Remote-Einheit
- Einstellungen für PV-Messungen

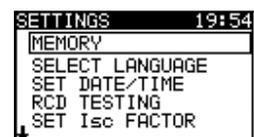


Abbildung 4.4: Optionen im Menü  
„Einstellungen“

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft die ausgewählte Option auf.
<b>ESC/ Funktionsauswahl</b>	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.1 Speicher

In diesem Menü können die gespeicherten Daten abgerufen und gelöscht werden. Weitere Informationen finden Sie in *Kapitel 8, Datenverarbeitung*.

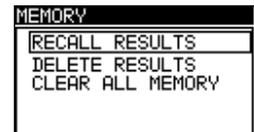


Abbildung 4.5: Speicheroptionen

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft die ausgewählte Option auf.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.2 Sprache

In diesem Menü kann die Sprache eingestellt werden.



Abbildung 4.6: Sprachauswahl

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Sprache aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Sprache und kehrt zum Einstellungsmenü zurück.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

### 4.4.3 Datum und Uhrzeit

In diesem Menü können das Datum und die Uhrzeit eingestellt werden.



Abbildung 4.7: Einstellen von Datum und Uhrzeit

Tasten:

<b>TAB</b>	Wählt das zu ändernde Feld aus.
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Ändert das ausgewählte Feld.
<b>TEST</b>	Bestätigt die neuen Einstellungen für Datum/Uhrzeit Einstellungen und beendet das Menü.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### Warnung:

- Wenn die Batterien für länger als 1 Minute entfernt werden, geht das eingestellte Datum und die Uhrzeit verloren.

### 4.4.4 RCD Prüfnorm

In diesem Menü kann die für die RCD-Prüfungen angewandte Norm eingestellt werden.

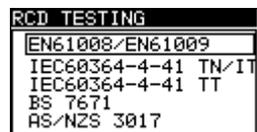


Abbildung 4.8: Auswahl der RCD-Prüfnorm

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Norm aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Norm.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Die maximalen RCD-Abschaltzeiten sind von Norm zu Norm unterschiedlich. Die in den einzelnen Normen festgelegten Auslösezeiten sind nachstehend aufgeführt.

Auslösezeiten gemäß EN 61008 / EN 61009 (VDE 0664)

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine RCDs (ohne Verzögerung)	$t_{\Delta} > 300 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 300 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 40 \text{ ms}$
Selektive RCDs (zeitverzögert)	$t_{\Delta} > 500 \text{ ms}$	$130 \text{ ms} < t_{\Delta} < 500 \text{ ms}$	$60 \text{ ms} < t_{\Delta} < 200 \text{ ms}$	$50 \text{ ms} < t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$

Für den Test gemäß der Norm IEC/HD 60364-4-41 sind zwei Optionen verfügbar:

- IEC 60364-4-41 TN/IT und
- IEC 60364-4-41 TT

Die Optionen unterscheiden sich in den maximalen Abschaltzeiten gemäß IEC/HD 60364-4-41 Tabelle 41.1.

Abschaltzeiten gemäß IEC/HD 60364-4-41:

	$U_0^{***})$	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}^*)$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
<b>Allgemeine RCDs</b>	$\leq 120 \text{ V}$	$t_{\Delta} > 800 \text{ ms}$	$t_{\Delta} \leq 800 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 40 \text{ ms}$
	$\leq 230 \text{ V}$	$t_{\Delta} > 400 \text{ ms}$	$t_{\Delta} \leq 400 \text{ ms}$		
<b>TT</b>	$\leq 120 \text{ V}$	$t_{\Delta} > 300 \text{ ms}$	$t_{\Delta} \leq 300 \text{ ms}$		
	$\leq 230 \text{ V}$	$t_{\Delta} > 200 \text{ ms}$	$t_{\Delta} \leq 200 \text{ ms}$		

Auslösezeiten gemäß BS 7671:

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}^*)$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine RCDs (ohne Verzögerung)	$t_{\Delta} > 1999 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 300 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 40 \text{ ms}$
Selektive RCDs (zeitverzögert)	$t_{\Delta} > 1999 \text{ ms}$	$130 \text{ ms} < t_{\Delta} < 500 \text{ ms}$	$60 \text{ ms} < t_{\Delta} < 200 \text{ ms}$	$50 \text{ ms} < t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$

Auslösezeiten gemäß AS/NZS 3017\*\*):

RCD-Typ	$I_{\Delta N}$ [mA]	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ <sup>*)</sup> $t_{\Delta}$	$I_{\Delta N}$ $t_{\Delta}$	$2 \times I_{\Delta N}$ $t_{\Delta}$	$5 \times I_{\Delta N}$ $t_{\Delta}$	Hinweis
I	$\leq 10$	> 999 ms	40 ms	40 ms	40 ms	Maximale Abschaltzeit
II	$> 10 \leq 30$		300 ms	150 ms	40 ms	
III	$> 30$		300 ms	150 ms	40 ms	
IV 	$> 30$	> 999 ms	500 ms	200 ms	150 ms	Minimale Nichtauslösedauer
			130 ms	60 ms	50 ms	

\*) Mindestprüfzeitraum für den Strom von  $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ , RCD darf nicht auslösen.

\*\*\*) Prüfstrom und Messgenauigkeit entsprechen den Anforderungen der AS/NZS 3017

\*\*\*)  $U_0$  entspricht der  $U_{LPE}$ -Nennspannung.

Maximale Prüfzeiten und gewählter Prüfstrom für allgemeine (nicht verzögerte) RCD

Standard	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
EN 61008/EN 61009	300 ms	300 ms	150 ms	40 ms
IEC 60364-4:-41	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms
BS 7671	2000 ms	300 ms	150 ms	40 ms
AS/NZS 3017 (I, II, III)	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms

Maximale Prüfzeiten hinsichtlich des gewählten Prüfstroms für einen selektiven (zeitverzögerten) RCD.

Standard	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
EN 61008 / EN 61009	500 ms	500 ms	200 ms	150 ms
IEC 60364-4:-41	1000 ms	1000 ms	200 ms	150 ms
BS 7671	2000 ms	500 ms	200 ms	150 ms
AS/NZS 3017 (IV)	1000 ms	1000 ms	200 ms	150 ms

#### 4.4.5 IK-Faktor

In diesem Menü kann der Ik-Faktor zur Berechnung des Kurzschlussstroms bei Messungen Z-LINE und Z-LOOP gewählt werden.

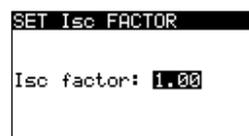


Abbildung 4.9: Auswahl des Ik-Faktors

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Stellt den Ik-Wert ein.
<b>TEST</b>	Bestätigt den Ik-Wert.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionswahltasten</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Der Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  in dem Versorgungssystem ist wichtig für die Auswahl oder Überprüfung von Leitungsschutzschaltern (Sicherungen, Überstromschutzvorrichtungen, RCDs).

Der Standardwert des Ik-Faktors ( $k_{sc}$ ) ist 1,00. Der Wert sollte nach den örtlichen Bestimmungen eingestellt werden.

Der Einstellbereich für den Ik-Faktor ist 0,20 ÷ 3,00.

#### 4.4.6 Unterstützung für Commander

In diesem Menü kann die Unterstützung für die Remote-Commander eingestellt werden.

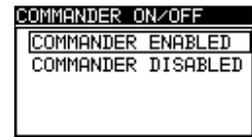


Abbildung 4.10: Auswahl der Commander-Unterstützung

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Commander-Option aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Option.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### Anmerkung:

- Die Option Commander deaktiviert ist dafür gedacht, die Bedientasten des Commanders zu deaktivieren. Bei starken elektromagnetischen Störungen kann der Betrieb des Commanders eingeschränkt sein.

#### 4.4.7 Kommunikation

In diesem Menü kann der serielle Kommunikationsanschluss des Prüfgeräts konfiguriert und der Bluetooth-Dongle A 1436 initialisiert werden.

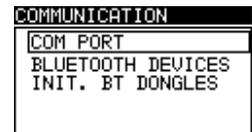


Abbildung 4.11: Kommunikationsmenü

Optionen:

<b>COM PORT</b>	Öffnet das Menü zum Einstellen der seriellen Kommunikation
<b>BLUETOOTH GERÄTE</b>	Öffnet das Menü zum Anzeigen und Auswählen von Bluetooth Geräte
<b>INIT. BT-DONGLES</b>	Öffnet das Menü zur Initialisierung der Bluetooth-Dongle

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Option.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.7.1 Auswahl Serielle-Kommunikation

Im Menü COM-PORT kann die serielle Kommunikation eingestellt werden (Kabel, Bluetooth oder Drahtlos).

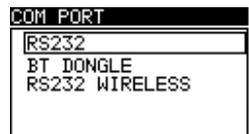


Abbildung 4.12: Menü für serielle Kommunikation

Optionen:

<b>COM PORT</b>	RS232	Kommunikation mit externen Geräten über RS232 Kabel
	BT-DONGLE	Kommunikation mit mobilen Geräten, Metrel Leistungsmesser, PCs oder anderen externen Geräten über Bluetooth
	RS232 DRAHTLOS	Drahtlose Kommunikation mit externen Geräten (A 1378 EurotestPV Feineinheit)

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Option.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.7.2 Suche nach dem Metrel Leistungsmesser mit Bluetooth Verbindung und Kopplung mit EurotestPV Instrument

Im Menü BLUETOOTH GERÄTE kann ein Metrel Leistungsmesser mit Bluetooth-Verbindung gesucht, ausgewählt und mit dem Prüfgerät gekoppelt werden. Der Metrel Leistungsmesser muss einen ordnungsgemäß initialisierten Bluetooth-Dongle A 1436 angeschlossen haben. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel *Initialisierung des Bluetooth Dongle (s)*.



Abbildung 4.13: Menü Bluetooth Geräte

Um einen neuen Leistungsmesser mit Bluetooth-Verbindung auszuwählen, drücken Sie TEST im Menü BLUETOOTH GERÄTE. Eine Liste der gefundenen Bluetooth Geräte werden angezeigt. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das entsprechende Gerät aus. Durch Bestätigung mit der TEST Taste werden diese beiden Instrumente gekoppelt.

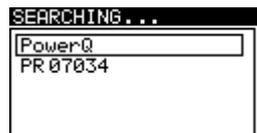


Abbildung 4.14: Suche und Auswahl der Metrel Leistungsmesser Bluetooth-Verbindung

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt das entsprechende Bluetooth Gerät aus
<b>TEST</b>	Bestätigt das ausgewählte Gerät
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü Bluetooth Geräte zurück
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

**Hinweis:**

- Dieser Vorgang muss ausgeführt werden, wenn die Bluetooth-Kommunikation mit dem Leistungsmesser zum ersten Mal verwendet wird oder wenn dessen Einstellungen geändert wurden.

#### 4.4.7.3 Initialisierung des Bluetooth Dongle

Die Bluetooth Dongles A 1436 müssen initialisiert werden, wenn Sie zum ersten Mal verwendet werden. Während der Initialisierung stellt das Prüfgerät die Dongle-Parameter und den Namen ein, um eine ordnungsgemäße Kommunikation zu gewährleisten.



Abbildung 4.15: Menü zur Initialisierung der Bluetooth-Dongle.

<b>INIT. BT-DONGLES</b>	EurotestPV	<i>Initialisiert den Bluetooth-Dongle für das EurotestPV Prüfgerät.</i>
	PowerQ Serie	<i>Initialisiert den Bluetooth Dongle für den Metrel Leistungsmesser.</i>

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Startet die Initialisierung des Bluetooth Dongle
<b>ESC</b>	Kehrt zum Kommunikationsmenü zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Initialisierung (Bluetooth-Dongle für das EurotestPV-Prüfgerät):

1. Verbinden Sie den Bluetooth Dongle A 1436 mit dem PS/2-Anschluss des Prüfgeräts.
2. Schalten Sie das Prüfgerät ein.
3. Drücken Sie die RESET-Taste am Bluetooth-Dongle A 1436 für **mindestens 10 Sekunden**.
4. In INIT sollte **EurotestPV** ausgewählt werden. Menü BT DONGLES. Drücken Sie die TEST Taste.
5. Warten Sie auf eine Bestätigungsmeldung und den Signalton. Folgende Meldung wird angezeigt, wenn der Dongle korrekt initialisiert wurde:  
EXTERNE BT-DONGLE SUCHE OK!

Initialisierung (Bluetooth Dongle für Metrel Leistungsmesser):

1. Schließen Sie den Bluetooth-Dongle A 1436 (zur Verwendung mit dem Metrel Leistungsmesser vorgesehen) an den PS/2 Port des Eurotest PV Prüfgeräts an.
2. Schalten Sie das EurotestPV Prüfgerät ein.
3. Drücken Sie die RESET-Taste am Bluetooth-Dongle A 1436 für **mindestens 10 Sekunden**.
4. PowerQ Serie muss in INIT ausgewählt werden. Menü BT DONGLES. Drücken Sie die TEST Taste.
5. Warten Sie auf eine Bestätigungsmeldung und den Signalton. Folgende Meldung wird angezeigt, wenn der Dongle korrekt initialisiert wurde:  
EXTERNE BT-DONGLE SUCHE OK!
6. Der erfolgreich initialisierte Bluetooth-Dongle A 1436 kann nun mit einem Metrel Leistungsmesser verbunden werden

**Hinweise:**

- Der Bluetooth-Dongle A 1436 muss immer vor der ersten Verwendung mit dem EurotestPV Prüfgerät oder Metrel Leistungsmesser initialisiert werden.
- Wenn der Dongle von einem anderen Metrel Prüfgerät initialisiert wurde, funktioniert er möglicherweise nicht ordnungsgemäß, wenn Sie ihn wieder mit dem vorherigen Prüfgerät verwenden. In diesem Fall muss die Initialisierung des Bluetooth-Dongles wiederholt werden.
- Weitere Informationen über die Kommunikation über Bluetooth finden Sie in Kapitel 8.6 Kommunikation und A 1436 Handbuch.

#### 4.4.8 Werksdaten

In diesem Menü können die Geräteeinstellungen, Messparameter und Grenzwerte auf die ursprünglichen (Werks-)Werte gesetzt werden.



Abbildung 4.16: Dialogfeld für die Grundeinstellungen

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option [JA, NEIN] aus.
<b>TEST</b>	Stellt die Werkseinstellungen wieder her (bei Auswahl von JA).
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück

**Warnung:**

- Die kundenspezifischen Einstellungen gehen verloren, wenn diese Option verwendet wird!
- Wenn die Batterien für länger als 1 Minute entfernt werden, gehen die kundenspezifischen Einstellungen verloren.

Die kundenspezifischen Einstellungen gehen verloren, wenn diese Option verwendet wird!

Geräteeinstellungen	Standardwert
Sprache	Englisch
Kontrast	Wie bei der Anpassung definiert und gespeichert
IK-Faktor	1,00
RCD-Normen	EN 61008/EN 61009
Commander	Aktiviert
Kommunikation	RS232
Einstellungen der Stromzangen	
Zange 1	A1391 40A
Zange 2	A1391 40A
Solareinstellungen	Siehe Kapitel 4.4.10 Solareinstellungen

Prüfmodus: Funktion Unterfunktion	Parameter/Grenzwert
ANLAGE:	
ERDUNG RE	Kein Grenzwert
R ISO	Ohne Grenzwert Utest = 500 V
Niederohmiger Widerstand R LOWΩ DURCHGANG*	Ohne Grenzwert Ohne Grenzwert
Z - LINE SPANNUNGSABFALL	Sicherungstyp: keiner gewählt ΔU: 4,0 % ZREF: 0,00 Ω
Z LOOP	Sicherungstyp: nicht ausgewählt
Zs rcd	Sicherungstyp: nicht ausgewählt
RCD	RCD t Nenn-differenzstrom: I <sub>ΔN</sub> =30 mA RCD-Typ: AC <input type="checkbox"/> nicht verzögert Anfangspolarität des Prüfstroms:  (0°) Grenzwert Kontaktspannung: 50 V* Stromfaktor: ×1
LEISTUNG:	
STROM	C1
HARMONICS (Harmonische) U I	U h:1
ENERGIE	I: 40 A, U: 260A*

SOLAR:	
ISO PV	Ohne Grenzwert Utest = 500 V
UMG.	Gemessen
I/V	Gemessen
WECHSELRICHTER	AC/DC

**Anmerkung:**

- Die Werkseinstellungen (Zurücksetzen) können zudem durch Drücken der TAB-Taste beim Einschalten aufgerufen werden.

**4.4.9 Einstellungen der Stromzangen**

Im Menü Einstellungen der Stromzangen können die Eingänge C1 und C2/P konfiguriert werden.

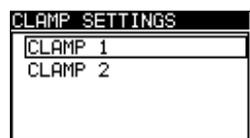


Abbildung 4.17: Konfigurierung der Stromzangen-Messeingänge

Einzustellende Parameter:

<b>Modell</b>	Modell der Stromzange [A 1018, A 1391]
<b>Bereich</b>	Messbereich der Stromzangen [20 A, 200 A], [40 A, 300 A]

**Auswahl der Messparameter**

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ermöglicht das Ändern von Daten der ausgewählten Parameter
<b>MEM</b>	Speichert die Einstellungen.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü „Einstellungen“ für die Stromzange zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

**Ändern der Daten des ausgewählten Parameters**

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Legt den Parameter fest.
<b>TEST</b>	Bestätigt die eingestellten Daten.
<b>ESC</b>	Deaktiviert das Ändern der Daten des ausgewählten Parameters.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

**Anmerkung:**

- Der Messbereich des Messgeräts muss berücksichtigt werden. Der Messbereich der Stromzange kann höher sein als der des Messgeräts.

**4.4.10 Synchronisierung (A 1378 - PV-EurotestPV Ferneinheit )**

Der Hauptzweck der Synchronisierung besteht darin:

- korrekte Werte der Temperatur und der Bestrahlungsstärke für die Berechnung der STC-Messergebnisse zu erhalten.
- Werte der Zelltemperatur bis zu 15 Minuten vor der PV Prüfung zu erhalten, um den Nachweis zu erbringen, dass die Messbedingungen während der PV Prüfung ausgeglichen wurden.

Während der PV-Prüfungen werden die angezeigten STC-Ergebnisse auf Basis der eingestellten oder gemessenen Umgebungsdaten im **Menü Umgebung** des Messgeräts berechnet. Diese Werte werden nicht in jedem Fall zur selben Zeit wie andere Messungen gemessen.

Die Synchronisierung (der Zeitstempel) ermöglicht es, die gemessenen PV-Ergebnisse mit den von der PV-EurotestPV Ferneinheit A 1378 gleichzeitig gemessenen Umgebungsdaten zu aktualisieren. Die gespeicherten STC-Werte werden entsprechend korrigiert.

Durch die Auswahl dieser Option ermöglichen Sie die Datensynchronisierung zwischen dem Messgerät und der PV-EurotestPV Ferneinheit.

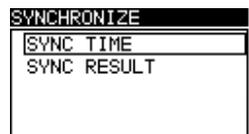


Abbildung 4.18: Menü Synchronisieren

Zu synchronisierende Daten:

<b>ZEIT</b>	Datum und Uhrzeit des Messgeräts werden auf die PV-EurotestPV Ferneinheit geladen
<b>ERGEBNIS</b>	Die Werte der gemessenen Umgebungsparameter werden in das Prüfgerät heruntergeladen. Gespeicherte STC-Ergebnisse werden entsprechend korrigiert.

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die zu synchronisierenden Daten aus
<b>TEST</b>	Synchronisiert Daten. Befolgen Sie die Informationen auf dem LCD Display. Wenn die Synchronisierung erfolgreich war, ertönt ein Piepton zur Bestätigung, nachdem die kurzen Meldungen und angezeigt wurden.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Einstellungsmenü zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

## Synchronisierungsverbindung

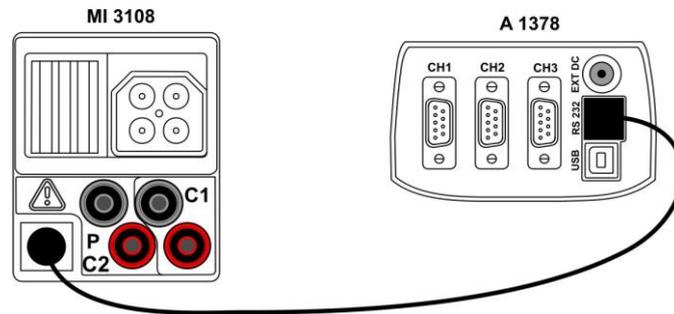


Abbildung 4.19: Anschluss der Messgeräte während der Synchronisierung

### Hinweis:

- Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch der EurotestPV Ferneinheit.

## 4.4.11 Solareinstellungen

In den Solareinstellungen können die Parameter der PV-Module und die Einstellungen für PV-Messung vorgenommen werden.

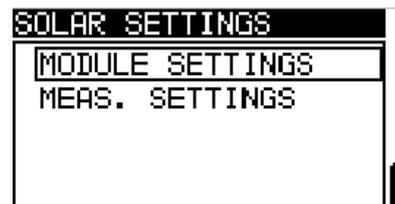


Abbildung 4.20: Solareinstellungen

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft Menü zur Änderung des Parameters auf
<b>ESC</b>	Kehrt zum Einstellungsmenü zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück

## Einstellung des PV-Moduls

Die Parameter des PV-Moduls können in diesem Menü eingestellt werden. Eine Datenbank für bis zu 20 PV-Module kann erstellt/bearbeitet werden. Die Parameter werden für die Berechnung der STC-Werte verwendet.

### Hinweis:

- Die Datenbank kann auch auf dem PC oder mobilen Gerät erstellt werden und an das Prüfgerät gesendet werden. Die PC SW EurolinkPRO, oder Metrel ES Manager und einige Android Anwendungen unterstützen diese Funktion.

MODULE SETTINGS	
Module:	HJM250M-32
Pmax:	250W
Umpp:	51.0V
Impp:	4.94A
Uoc:	60.0V
MEM: SAVE 1/20	

Abbildung 4.21: Menü PV-Modul-Einstellungen

Parameter des PV-Moduls:

<b>Modul:</b>		PV-Modulname
<b>Pmax</b>	1 W... 2000 W	Nennleistung des PV-Modul
<b>Umpp</b>	1,0 V .. 999 V*	Spannung am höchsten Leistungspunkt
<b>Impp</b>	0,01 A .. 15,0 A*	Strom am höchsten Leistungspunkt
<b>Uoc</b>	1,0 V .. 999 V*	Leerlaufspannung des Moduls
<b>Isc</b>	0,01 A .. 15,0 A*	Kurzschlussstrom des Moduls
<b>NOCT</b>	1,0 °C ... 99,0 °C	Nennwert Betriebstemperatur der PV-Zelle
<b>alfa</b>	-5,00 mA/°C .. 300 mA/°C	Temperaturkoeffizient von Isc
<b>beta</b>	-5,00 V/°C .. -0,001 V/°C	Temperaturkoeffizient von Uoc
<b>gamma</b>	5,00%/°C .. 0,999%/°C	Temperaturkoeffizient von Pmax
<b>Rs</b>	0,01 Ω ... 9,99 Ω	Serienwiderstand des PV-Moduls

### Auswahl des PV-Modultyps und der Parameter

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft Menü zur Änderung des Typs oder Parameters auf
<b>ESC, Funktionswahltaste</b>	Beendet das Menü.
<b>MEM</b>	Ruft das Speichermenü für PV-Modultyp auf

### Ändern eines PV-Modultyps / -parameters

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Stellt den Wert / Daten des Parameters / PV-Modultyps ein
<b>TEST</b>	Bestätigt die eingestellten Werte / Daten
<b>ESC, Funktionswahltaste</b>	Verlässt das Menü

### Speichermenü für PV-Modultyp.

<b>HINZUFÜGEN</b>	Ruft Menü zum Hinzufügen eines neuen PV-Modultyps auf
<b>ÜBERSCHREIBEN</b>	Ruft Menü zum Speichern geänderter Daten des ausgewählten PV-Modultyps auf
<b>LÖSCHEN</b>	Löscht den ausgewählten PV-Modultyp
<b>ALLES LÖSCHEN</b>	Löscht alle PV-Modultypen

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft ausgewähltes Menü auf
<b>Funktionswahltasten</b>	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.

Wenn **Hinzufügen** oder **Überschreiben** ausgewählt sind, wird das Menü zum Einstellen des PV-Modultype Namen angezeigt.



Abbildung 4.22: Einstellung des PV-Modultyp-Namen

Tasten:

<b>▲ / ▼</b>	Wählt ein Zeichen aus
<b>TEST</b>	Wählt das nächste Zeichen aus
<b>MEM</b>	Bestätigt den neuen Namen und speichert ihn ab. Kehrt dann in das <b>Menü Moduleinstellungen</b> zurück.
<b>ESC</b>	Löscht den letzten Buchstaben Kehrt zum vorigen Menü ohne Änderungen zurück

Wenn **Löschen** oder **Alles Löschen** ausgewählt werden, wird eine Warnmeldung ausgegeben.



Abbildung 4.23: Löschoptionen

Tasten:

<b>TEST</b>	Bestätigt das Löschen. In ALLES LÖSCHEN muss die Option JA ausgewählt sein.
<b>ESC, Funktionswahltaste</b>	Kehrt ohne Änderung zum Hauptfunktionsmenü zurück

## Einstellungen der PV-Messungen

Die Parameter der PV-Messungen können in diesem Menü eingestellt werden.

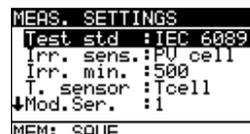


Abbildung 4.24: Auswahl der PV-Messungs-Einstellungen

Parameter für die PV-Messungen

<b>Prüfnorm</b>	Prüfung Norm [IEC 60891, CEI 82-25]
<b>Irr. Sens.</b>	Art des Strahlungsmessensors [PV-Zelle, Pyran.]

<b>Irr. min.</b>	Mindestwert für solare Bestrahlungsstärke zur Berechnung [500 – 1000 W/m <sup>2</sup> ]
<b>T.-Sensor</b>	Temperatur für die Berechnung [Tamb, Tcell]
<b>Mod.Ser.</b>	Anzahl der in Serie geschalteten Module [1 – 30]
<b>Mod.Par.</b>	Anzahl der parallel geschalteten Module [1 – 10]
<b>Korrekt. T</b>	Korrektur der gemessenen Zelltemperatur, um die Differenz zwischen der tatsächlichen Zelle und der Temperatur und der gemessenen Temperatur auszugleichen. [0 – 5 °C]. Gemäß der Norm EN 61829 beträgt der Unterschied typischerweise 2 ° C.
<b>Warn. Irr</b>	Grenzwert für die instabilen Bestrahlungsstärke Warnung [Aus, 1% - 20% ]
<b>Warn. Uoc</b>	Grenzwert für die unzulässige Uoc Warnung [Aus, 5% - 50%]

### Auswahl der PV-Prüfparameter

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ermöglicht das Ändern von Daten der ausgewählten Parameter.
<b>MEM</b>	Speichert die Einstellungen.
<b>ESC, Funktionswahl</b>	Beendet das Menü.

### Ändern der Daten des ausgewählten Parameters

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Legt den Parameter fest.
<b>TEST</b>	Bestätigt die eingestellten Daten.
<b>ESC/Funktionswahl</b>	Beendet das Menü.

## 5 Messungen – AC NS-Installationen

### 5.1 Spannung, Frequenz und Phasenfolge

Die Messungen der Spannung und der Frequenz sind im Anschlussspannungsmonitor stets aktiv. Im Sondermenü **TRMS SPANNUNG** können die gemessene Spannung, die Frequenz sowie Informationen über die erkannte Drehstromverbindung gespeichert werden. Die Messungen beruhen auf der Norm EN 61557-7.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

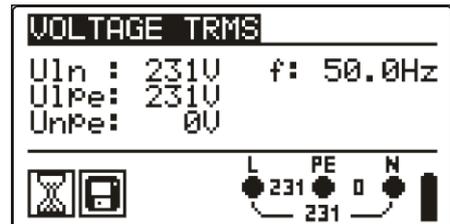


Abbildung 5.1: Spannung im Ein-Phasen-System

#### Prüfparameter für die Spannungsmessung

Es sind keine einzurichtenden Parameter verfügbar.

#### Schaltungen für die Spannungsmessung

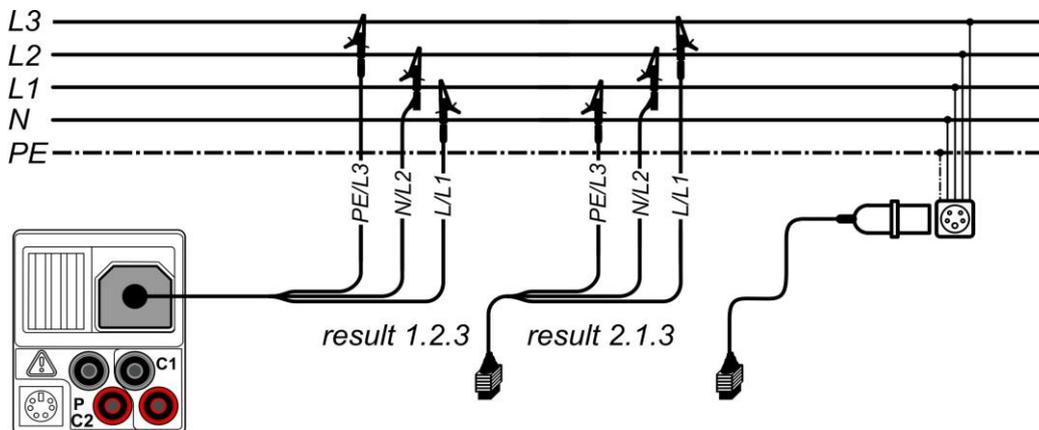


Abbildung 5.2: Anschluss der 3-Leiter-Prüfleitung sowie des optionalen Adapters im Drehstromsystem

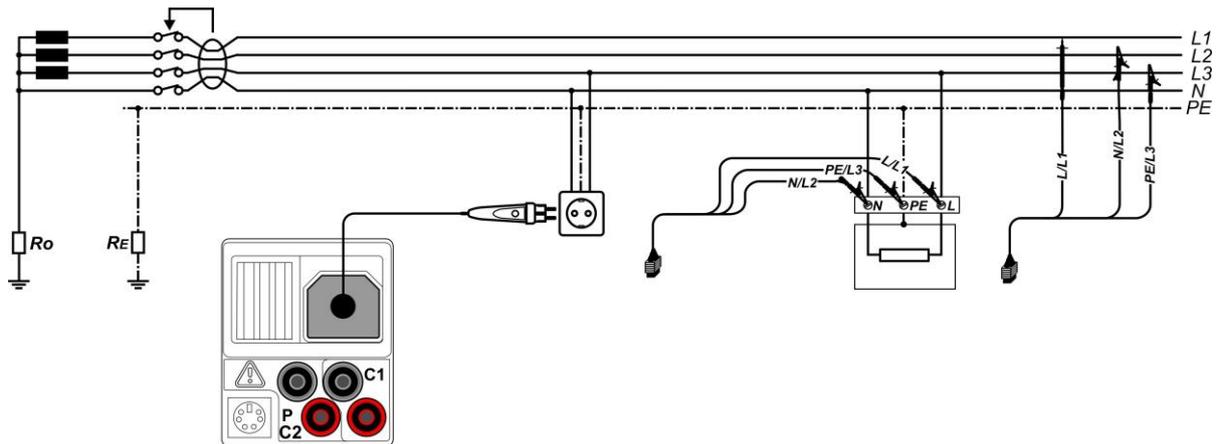


Abbildung 5.3: Anschluss des Stecker-Commanders und der 3-Leiter-Prüfleitung im Ein-Phasen-System

### Verfahren für die Spannungsmessung

- ❑ Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Funktion **TRMS SPANNUNG**.
- ❑ **Schließen** Sie das Prüfkabel am Messgerät an.
- ❑ **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an, (siehe **Abbildung 5.2 und 5.3**).
- ❑ **Speichern** Sie das Spannungsmessergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

Die Messung wird unmittelbar nach Auswahl der Funktion **TRMS SPANNUNG** ausgeführt.



Abbildung 5.4: Beispiel für die Spannungsmessung in einem Drehstromsystem

Angezeigte Ergebnisse für das Ein-Phasen-System:

- U<sub>ln</sub>..... Spannung zwischen Phase und Nullleiter
- U<sub>lpe</sub>..... Spannung zwischen Phase und Schutzleiter
- U<sub>npe</sub>..... Spannung zwischen Nullleiter und Schutzleiter
- f ..... Frequenz

Angezeigte Ergebnisse für ein Drehstromsystem:

- U<sub>12</sub>..... Spannung zwischen den Phasen L1 und L2,
- U<sub>13</sub>..... Spannung zwischen den Phasen L1 und L3,
- U<sub>23</sub>..... Spannung zwischen den Phasen L2 und L3,
- 1.2.3 ..... Korrekter Anschluss – Drehrichtung im Uhrzeigersinn
- 3.2.1 ..... Nicht korrekter Anschluss – Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn
- f ..... Frequenz

## 5.2 Isolierungswiderstand

Die Messung des Isolationswiderstands wird durchgeführt, um die Sicherheit vor elektrischen Schlägen durch die Isolation hindurch zu gewährleisten. Typische Anwendungen sind:

- Isolationswiderstand zwischen Leitern der Anlage,
- Isolationswiderstand nicht leitender Räume (Wände und Fußböden),
- Isolationswiderstand von Erdungskabeln,
- Isolationswiderstand von schwach leitenden (antistatischen) Fußböden.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 5.5: Isolationswiderstand

### Prüfparameter für die Isolationswiderstandsmessung

Uiso	<b>Prüfspannung</b> [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	<b>Min. Isolationswiderstand</b> [AUS, 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

### Prüfschaltungen für den Isolationswiderstand

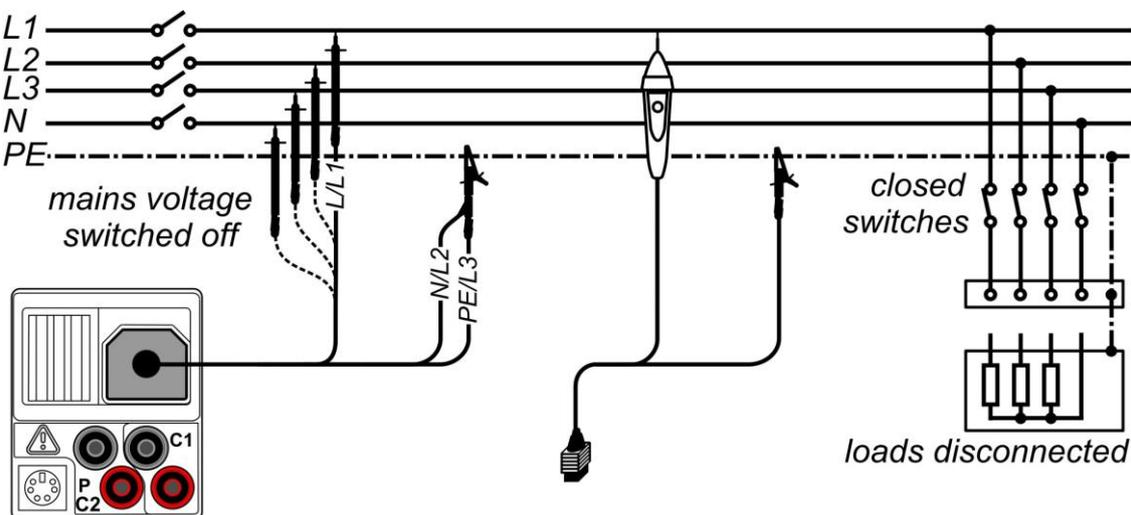


Abbildung 5.6: Anschlüsse für die Isolationsmessung

### Verfahren bei der Isolationswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Funktion **R ISO**.
- Stellen Sie die erforderliche **Prüfspannung** ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- Trennen Sie die getestete Anlage vom Netz (und entladen Sie ggf. die Isolierung).
- **Schließen** Sie die Prüfleitung am Prüfgerät sowie am Prüfling an (siehe Abbildung 5.6)
- Drücken Sie die **TEST**-Taste, um die Messung durchzuführen (kurzer Doppeldruck für kontinuierliche Messung und späterer Druck zum Beenden der Messung).
- Warten Sie im Anschluss an die Messung, bis die zu prüfende Anlage vollständig entladen wurde.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 5.7: Beispiel für das Ergebnis einer Isolierungswiderstandsmessung

#### Angezeigte Ergebnisse:

R.....Isolationswiderstand  
 Um.....Prüfspannung – aktueller Wert.

## 5.3 Widerstand der Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindung

Die Widerstandsmessung wird durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Schutzmaßnahmen vor elektrischen Schlägen mittels Erdverbindungen und der Potentialausgleichsverbindungen wirkungsvoll sind. Zwei Unterfunktionen stehen zur Verfügung:

- R LOW $\Omega$  - Widerstandsmessung der Erdungsverbindung nach EN 61557-4 (200 mA),
- DURCHGANG – kontinuierliche Widerstandsmessung mit 7 mA.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

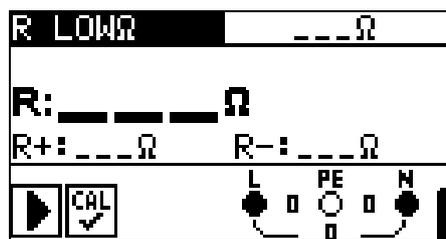


Abbildung 5.8: 200 mA RLOW $\Omega$

### Prüfparameter für die Widerstandsmessung

TEST	Unterfunktion der Widerstandsmessung [R LOW $\Omega$ , DURCHGANG]
Grenzwert	Maximaler Widerstand [AUS, 0,1 $\Omega$ - 20,0 $\Omega$ ]

### Zusätzliche Prüfparameter für die Unterfunktion in Durchgang

🔊	Summer Ein (ertönt wenn der Widerstand geringer ist als der eingestellte Grenzwert) oder Aus
---	--

#### 5.3.1 R LOW $\Omega$ , Widerstandsmessung 200 mA

Die Widerstandsmessung wird mit automatischer Polaritätsumkehr der Prüfspannung durchgeführt.

#### Prüfschaltung für R LOW $\Omega$ -Messung

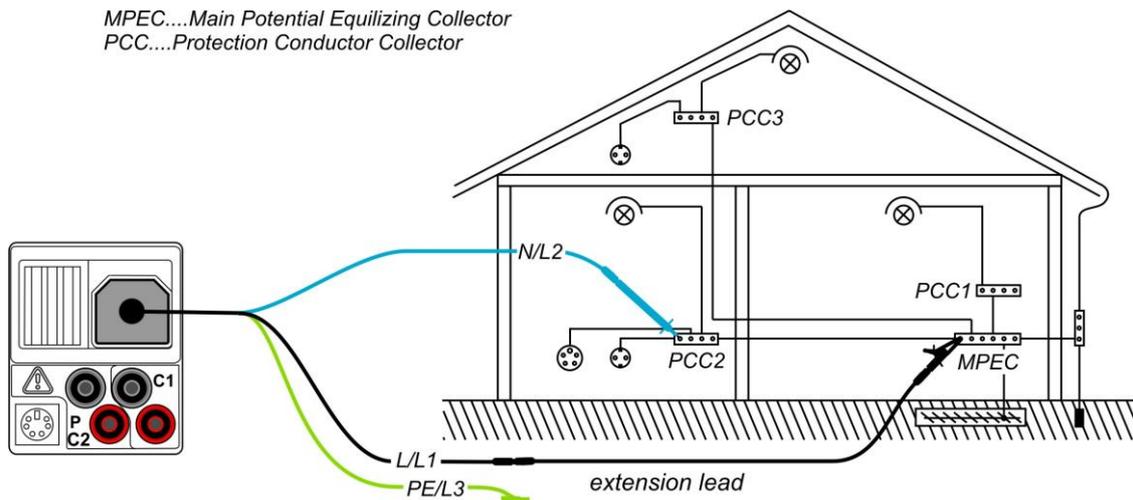


Abbildung 5.9: Anschluss der 3-Leiter-Prüfleitung sowie eines optionalen Verlängerungskabels

### Verfahren für die RLOW Widerstandsmessung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Funktion Durchgangsprüfung.
- Stellen Sie die Unterfunktion **R LOW $\Omega$**  ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- **Kompensieren** Sie den Widerstand der Prüfleitungen (bei Bedarf, siehe Abschnitt 5.3.3).
- **Trennen** Sie die zu prüfende Anlage von der Netzversorgung und entladen Sie sie.
- **Schließen** Sie die Messleitungen an den entsprechenden PE Verdrahtungen an.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie nach Abschluss der Messung das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

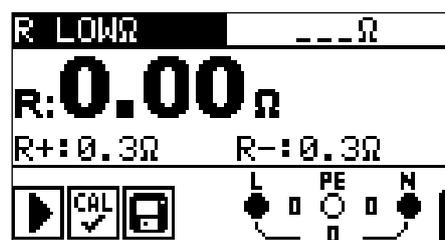


Abbildung 5.10: Beispiel eines RLOW-Ergebnisses

Angezeigte Ergebnisse:

- R.....R LOW $\Omega$  Widerstand
- R+.....Ergebnis bei positiver Polarität
- R-.....Ergebnis bei negativer Polarität

### 5.3.2 Kontinuierliche Widerstandsmessung mit niedrigem Strom

Im Allgemeinen dient diese Funktion als Standard  $\Omega$ -meter mit niedrigem Prüfstrom. Die Messung erfolgt kontinuierlich ohne Polaritätsumkehr. Die Funktion kann auch zur Durchgangsprüfung von induktiven Bauteilen angewandt werden.

### Prüfschaltung für kontinuierliche Widerstandsmessung

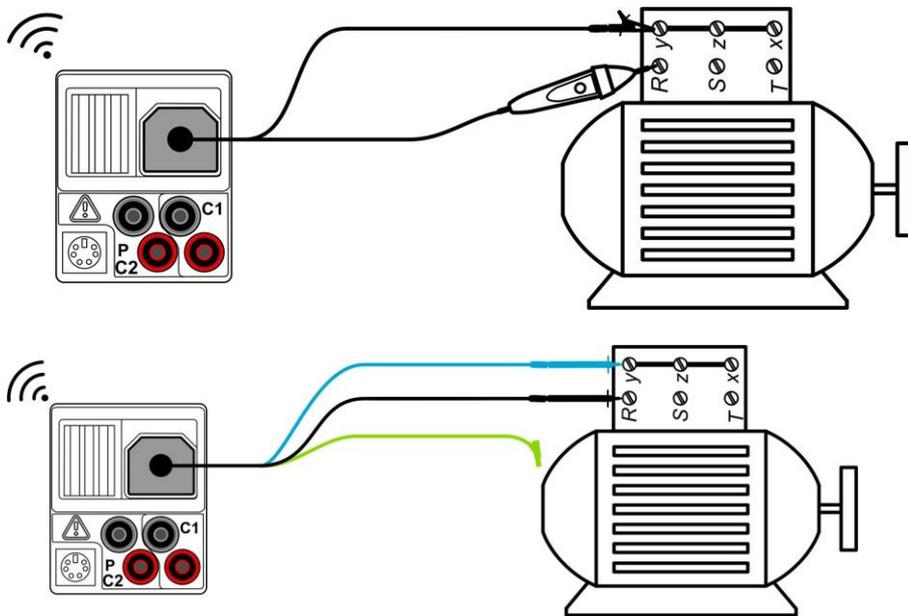


Abbildung 5.11: Anwendungen für Tip-Commander und 3-Leiter-Testadapter

### Verfahren für die kontinuierliche Widerstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion Durchgangsprüfung.
- Stellen Sie die Unterfunktion **DURCHGANG** ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert**, und legen Sie diesen fest (optional).
- Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- Kompensieren Sie den Widerstand der Prüfleitungen (**bei Bedarf, siehe Abschnitt 5.3.3**).
- Trennen** Sie den Prüfling von der Netzversorgung und entladen Sie ihn.
- Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an, (siehe *Abbildung 5.11*)
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um mit der Durchführung einer kontinuierlichen Messung zu beginnen.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu beenden.
- Speichern** Sie nach Abschluss der Messung das Ergebnis (optional):

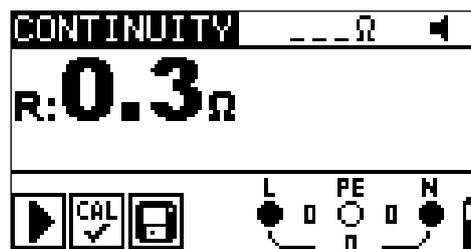


Abbildung 5.12: Beispiel für die kontinuierliche Widerstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse:  
R.....Widerstand

### 5.3.3 Kompensation des Prüflitungswiderstands

Dieses Kapitel beschreibt, wie der Widerstand der Prüflleitungen in beiden Durchgangsmessfunktionen, R LOW $\Omega$  und CONTINUITY, ausgeglichen werden kann. Die Kompensation ist erforderlich, um einen Einfluss des Widerstands der Prüflleitungen und der Innenwiderstände des Instruments auf den gemessenen Widerstand auszuschließen. Daher ist die Leitungskompensation eine äußerst wichtige Funktion, um korrekte Ergebnisse zu erhalten.



Das Symbol wird angezeigt, wenn die Kompensation erfolgreich durchgeführt wurde.

### Stromkreise zur Kompensation des Prüflitungswiderstands

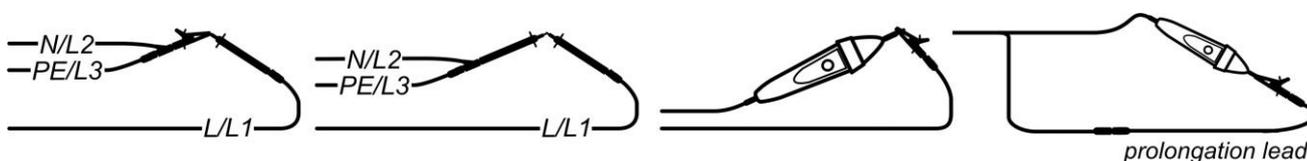


Abbildung 5.13: Kurzgeschlossene Prüflleitungen

### Verfahren für das Kompensieren des Prüflitungswiderstands

- Wählen Sie die Funktion **R LOW $\Omega$**  oder **DURCHGANG** aus.
- Schließen** Sie das Prüfkabel am Messgerät an und schließen Sie die Prüflleitungen miteinander kurz, (siehe *Abbildung 5.13*).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die **Widerstandsmessung** durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **CAL**, um den Leitungswiderstand zu kompensieren.

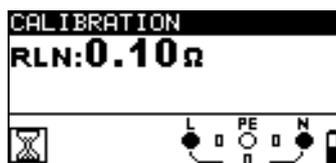


Abbildung 5.14: Ergebnisse mit den alten Kalibrierungswerten

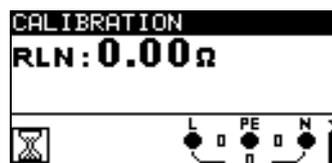


Abbildung 5.15: Ergebnisse mit den neuen Kalibrierungswerten

### Hinweis:

- Der höchste Wert für die Leitungskompensation beträgt 5  $\Omega$ . Wenn der Widerstand höher ist, wird der Kompensationswert auf den Standardwert zurückgesetzt.



wird angezeigt, wenn kein Kalibrierungswert gespeichert wurde.

### 5.4 Testen von RCDs

Zum Prüfen von RCD(s) in RCD-geschützten Anlagen sind verschiedene Tests und Messungen erforderlich. Die Messungen beruhen auf der Norm EN 61557-6.

Folgende Messungen und Tests (Unterfunktionen) können durchgeführt werden:

- Berührungsspannung,
- Auslösedauer,
- Auslösestrom
- Automatischer RCD-Test

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

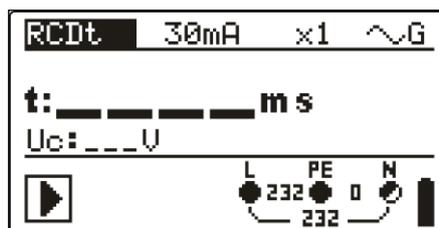


Abbildung 5.16: RCD-Test

#### Prüfparameter für RCD-Prüfung und -Messung

TEST	RCD-Unterfunktionsprüfung [RCDt, RCD I, AUTO, Uc]
$I_{\Delta N}$	RCD-Nennfehlerstrom <input type="checkbox"/> N [10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA].
Typ	RCD Typ AC, A, F, B, B+, Anfangspolarität [    ], Selektive <input checked="" type="checkbox"/> S oder allgemeine nicht verzögerte <input type="checkbox"/> Charakteristik.
MUL	Multiplikationsfaktor für den Prüfstrom [ $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 5 $I_{\Delta N}$ ].
Ulim	Konventioneller Grenzwert für die Berührungsspannung [25 V, 50 V]

#### Hinweise:

- Ulim kann nur in der Unterfunktion Uc ausgewählt werden.
- Selektive (zeitverzögerte) RCDs haben ein verzögertes Ansprechverhalten. Da der Vortest für die Berührungsspannung oder andere RCD-Prüfungen den zeitverzögerten RCD beeinflussen, benötigt er eine gewisse Zeit, um wieder seinen Normalzustand anzunehmen. Daher wird standardmäßig eine Zeitverzögerung von 30 s eingefügt, bevor der Auslösetest durchgeführt wird.

#### Anschlüsse zum Prüfen eines RCDs

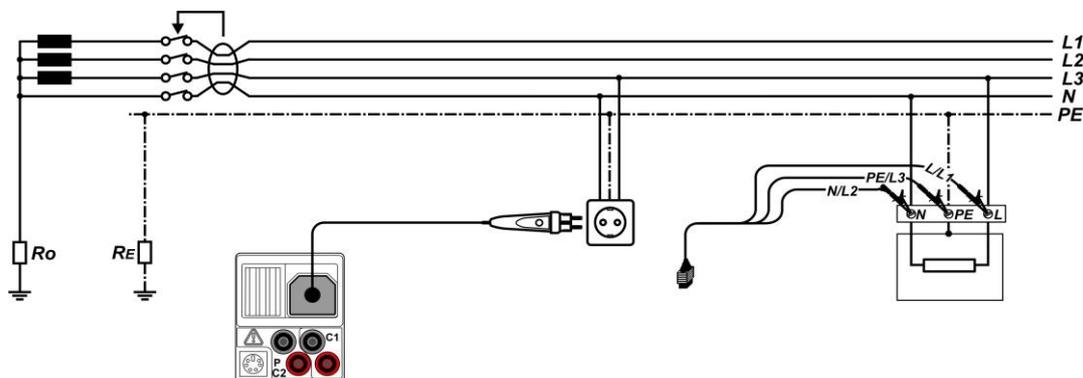


Abbildung 5.17: Anschließen des Stecker-Commanders und der 3-Leiter-Prüfleitung

### 5.4.1 Berührungsspannung (RCD Uc)

Ein Strom, der in die PE-Klemme fließt, verursacht einen Spannungsabfall am Erdungswiderstand, d. h. einen Spannungsunterschied zwischen dem PE-Potentialausgleichskreis und Erde. Diese Spannung wird als „Berührungsspannung“ bezeichnet und liegt an allen mit dem Schutzleiter verbundenen zugänglichen leitenden Teilen an. Sie muss immer niedriger sein als die Spannung des vereinbarten Sicherheitsgrenzwerts.

Die Berührungsspannung wird mit einem Prüfstrom gemessen, der niedriger als  $\frac{1}{2} I_{\Delta N}$  ist, um das Auslösen des RCDs zu vermeiden, und wird dann auf den Nennwert  $I_{\Delta N}$  normiert.

#### Messverfahren für die Berührungsspannung

- Wählen Sie die Funktion **RCD** mithilfe der Funktionswahltasten aus.
- Stellen Sie die Unterfunktion **Uc** ein.
- Stellen Sie (ggf.) die **Prüfparameter** ein.
- Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Abbildung 5.17*).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

Das Berührungsspannungsergebnis bezieht sich auf den Nennfehlerstrom des RCD und wird mit einem geeigneten Faktor multipliziert (abhängig vom RCD- und Prüfstromtyp). Um eine negative Ergebnistoleranz zu vermeiden, wird der Faktor 1,05 verwendet. In Tabelle 5.1 für finden Sie detaillierte Berechnungsfaktoren für die Berührungsspannung.

RCD-Typ		Berührungsspannung $U_c$ proportional zu	Nennwert $I_{\Delta N}$
AC	<input type="checkbox"/>	$1,05 \times I_{\Delta N}$	Beliebig
AC	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A, F	<input type="checkbox"/>	$1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	$\geq 30 \text{ mA}^*$
A, F	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A, F	<input type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	<30 mA
A, F	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
B, B+	<input type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	Beliebig
B, B+	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	

Tabelle 5.1: Beziehung zwischen  $U_c$  und  $I_{\Delta N}$

Der Schleifenwiderstand ist ein Anhaltswert und wird aus dem  $U_c$ -Ergebnis (ohne zusätzliche Proportionalitätsfaktoren) berechnet nach:  $R_L = \frac{U_c}{I_{\Delta N}}$ .

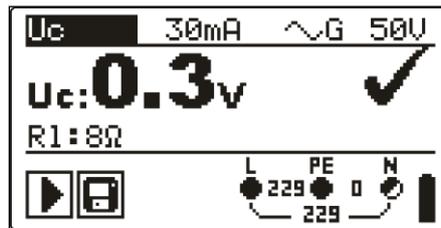


Abbildung 5.18: Beispiel für die Messergebnisse einer Berührungsspannungsmessung

Angezeigte Ergebnisse:

Uc.....Berührungsspannung

R1.....Fehlerschleifenimpedanz

## 5.4.2 Auslösezeit (RCDt)

Mithilfe der Messung der Auslösezeit wird die Empfindlichkeit des RCD bei unterschiedlichen Restströmen geprüft.

### Messverfahren für die Auslösezeit

- Wählen Sie die Funktion **RCD** mithilfe der Funktionswahltasten aus.
- Stellen Sie die Unterfunktion **RCDt** ein.
- Stellen Sie (ggf.) die **Prüfparameter** ein.
- Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Abbildung 5.17*).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 5.19: Beispiel für die Messergebnisse der Auslösezeit

Angezeigte Ergebnisse:

t.....Auslösezeit

Uc.....Berührungsspannung für Nennstrom  $I_{\Delta N}$

## 5.4.3 Auslösestrom (RCD I)

Zur Messung der Empfindlichkeitsschwelle beim Auslösen eines RCD wird ein ansteigender Reststrom verwendet. Das Instrument erhöht den Prüfstrom in kleinen Schritten innerhalb des entsprechenden Bereichs wie folgt:

RCD-Typ	Anstiegsbereich		Wellenform
	Startwert	Endwert	
AC	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$1,1 \times I_{\Delta N}$	Sinus
A, F ( $I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$ )	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$1,5 \times I_{\Delta N}$	Gepulst
A, F ( $I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$ )	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$2,2 \times I_{\Delta N}$	
B, B+	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$2,2 \times I_{\Delta N}$	DC

Der maximale Prüfstrom beträgt  $I_{\Delta}$  (Auslösestrom) oder entspricht dem Endwert, falls der RCD nicht ausgelöst wurde.

### Messverfahren für den Auslösestrom

- ❑ Wählen Sie die Funktion **RCD** mithilfe der Funktionswahltaeten aus.
- ❑ Stellen Sie die Unterfunktion **RCD I** ein.
- ❑ Stellen Sie (ggf.) die **Prüfparameter** ein.
- ❑ Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- ❑ **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Abbildung 5.17*).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

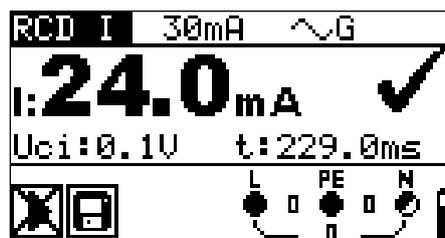


Abbildung 5.20: Beispiel für ein Auslösestrom-Messergebnis

Angezeigte Ergebnisse:

I.....Auslösestrom

Uci Berührungsspannung beim Auslösestrom I oder Endwert, falls das RCD nicht ausgelöst hat.

T.....Auslösezeit.

### 5.4.4 Automatische RCD-Prüfung

Die Funktion RCD-Autotest führt eine vollständige RCD-Prüfung (Auslösezeit bei verschiedenen Fehlerströmen, Auslösestrom und Berührungsspannung) innerhalb einer einzigen, durch das Instrument vorgegebenen Abfolge automatischer Tests durch.

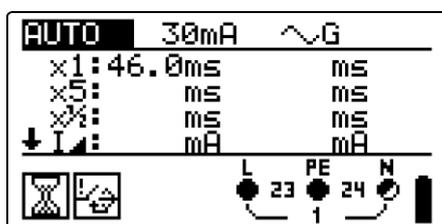
Zusätzliche Taste:

<b>HILFE / DISPLAY</b>	Schaltet zwischen dem oberen und dem unteren Teil des Ergebnisfelds hin und her.
------------------------	--

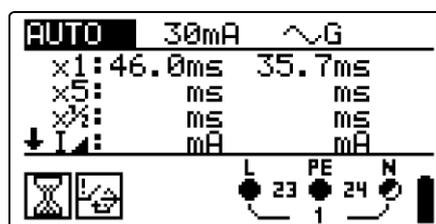
Verfahren bei der automatischen RCD-Prüfung

Schritte bei der automatischen RCD-Prüfung	Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Wählen Sie die Funktion <b>RCD</b> mithilfe der Funktionswahltasten aus.</li> <li>□ Stellen Sie die Unterfunktion <b>AUTO</b> ein.</li> <li>□ Stellen Sie (ggf.) die <b>Prüfparameter</b> ein.</li> <li>□ Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an.</li> <li>□ <b>Schließen</b> Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe <i>Abbildung 5.17</i>).</li> <li>□ Drücken Sie die Taste <b>TEST</b>, um die Messung durchzuführen</li> </ul>	Start des Tests
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Prüfung mit <math>I_{\Delta N}</math>, 0° (Schritt 1).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ Prüfung mit <math>I_{\Delta N}</math>, 180° (Schritt 2).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ Prüfung mit <math>5 \times I_{\Delta N}</math>, 0° (Schritt 3).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ Prüfung mit <math>5 \times I_{\Delta N}</math>, 180° (Schritt 4).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ Prüfung mit <math>\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}</math>, 0° (Schritt 5)</li> <li>□ Prüfung mit <math>\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}</math>, 180° (Schritt 6)</li> </ul>	RCD sollte nicht auslösen RCD sollte nicht auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Prüfung mit Auslösestrom, 0° (Schritt 7).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ Prüfung mit Auslösestrom, 180° (Schritt 8).</li> </ul>	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>Reaktivieren</b> sie den RCD.</li> <li>□ <b>Speichern</b> Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).</li> </ul>	Ende des Tests

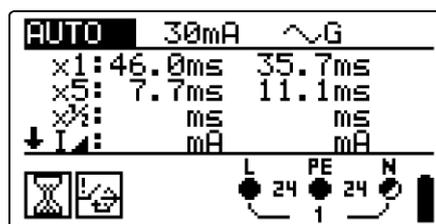
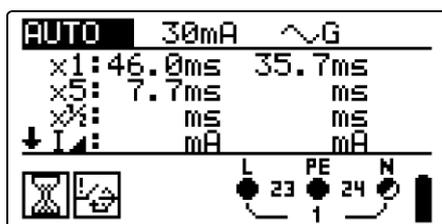
Ergebnisbeispiele:



Schritt 1



Schritt 2



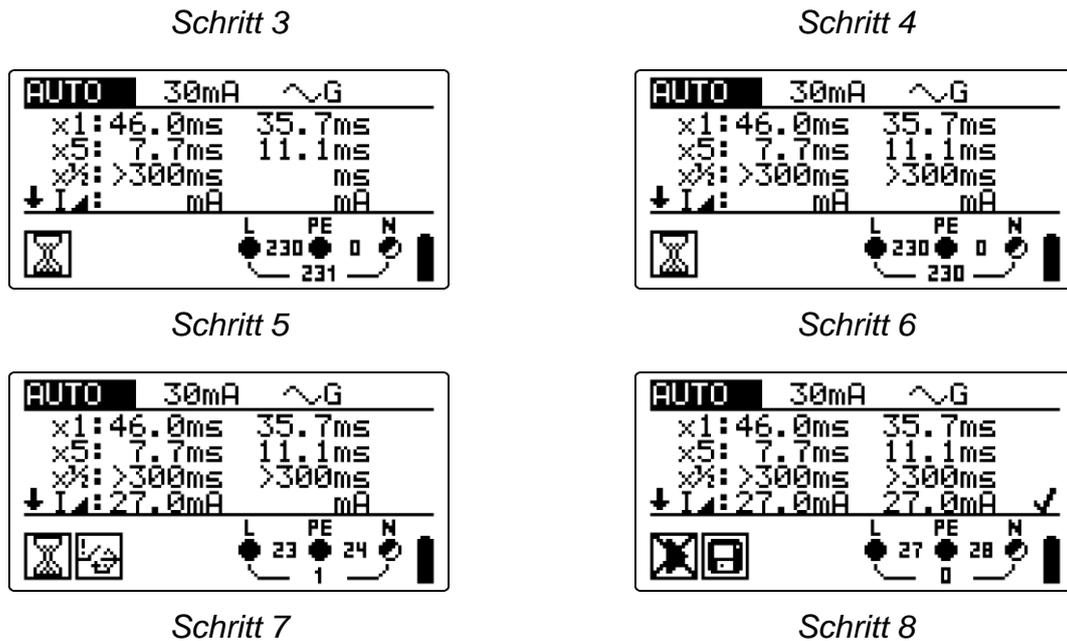


Abbildung 5.21: Einzelne Schritte bei der automatischen RCD-Prüfung

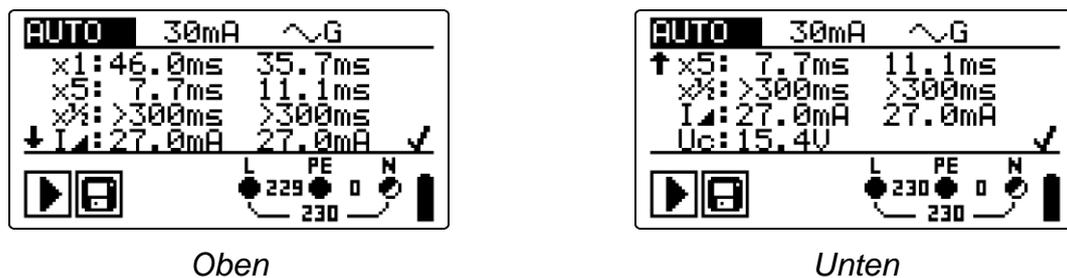


Abbildung 5.22: Zwei Teile des Ergebnisfelds beim RCD Auto-Test

Angezeigte Ergebnisse:

- x1 .....Schritt 1 Auslösezeit ( $t_{x1}$ ,  $I_{\Delta N}$ ,  $0^\circ$ ),
- x1 .....Schritt 2 Auslösezeit ( $t_{x1}$ ,  $I_{\Delta N}$ ,  $180^\circ$ ),
- x5 .....Schritt 3 Auslösezeit ( $t_{x5}$ ,  $5 \times I_{\Delta N}$ ,  $0^\circ$ ),
- x5 .....Schritt 4 Auslösezeit ( $t_{x5}$ ,  $5 \times I_{\Delta N}$ ,  $180^\circ$ ),
- $x_{1/2}$  .....Schritt 5 Auslösezeit ( $t_{x_{1/2}}$ ,  $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ,  $0^\circ$ ),
- $x_{1/2}$  .....Schritt 6 Auslösezeit ( $t_{x_{1/2}}$ ,  $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ,  $180^\circ$ ),
- $I_{\downarrow}$  .....Schritt 7 Abschaltstrom ( $0^\circ$ )
- $I_{\downarrow}$  .....Schritt 8 Abschaltstrom ( $180^\circ$ )
- $U_c$  .....Berührungsspannung bei Nennwert  $I_{\Delta N}$

#### Hinweise:

- Der Ablauf der automatischen Prüfung wird sofort abgebrochen, wenn ein fehlerhafter Zustand erkannt wird, z. B. zu hohe  $U_c$  oder Auslösezeit außerhalb der Grenzwerte.

- Die automatische Prüfung wird ohne die Prüfungen x5 beendet, falls die RCD Typen A, F mit Nennfehlerströmen von  $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ ,  $500 \text{ mA}$  und  $1000 \text{ mA}$  geprüft werden. In diesem Fall ist das Prüfergebnis der automatischen Prüfung gut, wenn alle anderen Ergebnisse gut sind, und die Angaben für x5 werden weggelassen.
- Prüfungen auf Empfindlichkeit ( $I_{\Delta}$ , Schritte 7 und 8) werden bei selektiven RCD Typen weggelassen.

## 5.5 Fehlerschleifenimpedanz und Kurzschlussstrom

Eine Fehlerschleife ist eine Schleife, welche die Netzquelle, die Leitungsverdrahtung und den Schutzerte-Rückpfad zur Netzquelle umfasst. Das Instrument misst die Impedanz der Schleife und berechnet den Kurzschlussstrom. Die Messungen werden durch Anforderungen der Norm EN 61557-3 abgedeckt.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

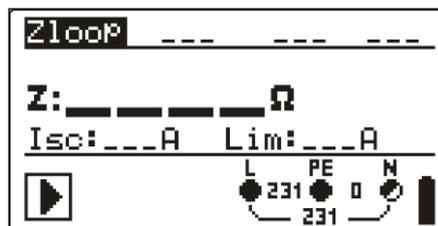


Abbildung 5.23: Fehlerschleifenimpedanz

### Prüfparameter für die Fehlerschleifenimpedanzmessung

Test	Auswahl der <b>Unterfunktion</b> Fehlerschleifenimpedanz [Zloop, Zs rcd]
Sicherungstyp	Auswahl des <b>Sicherungstyps</b> [---, NV, gG, B, C, K, D, Z, L, U]
Sicherung I	Nennstrom der ausgewählten Sicherung
Sicherung T	Maximale <b>Auslösezeit</b> der gewählten Sicherung
Lim	<b>Minimaler Kurzschlussstrom</b> für die ausgewählte Sicherung

Die Sicherungsreferenzdaten finden Sie in Anhang A.

### Schaltungen für die Fehlerschleifenimpedanzmessung

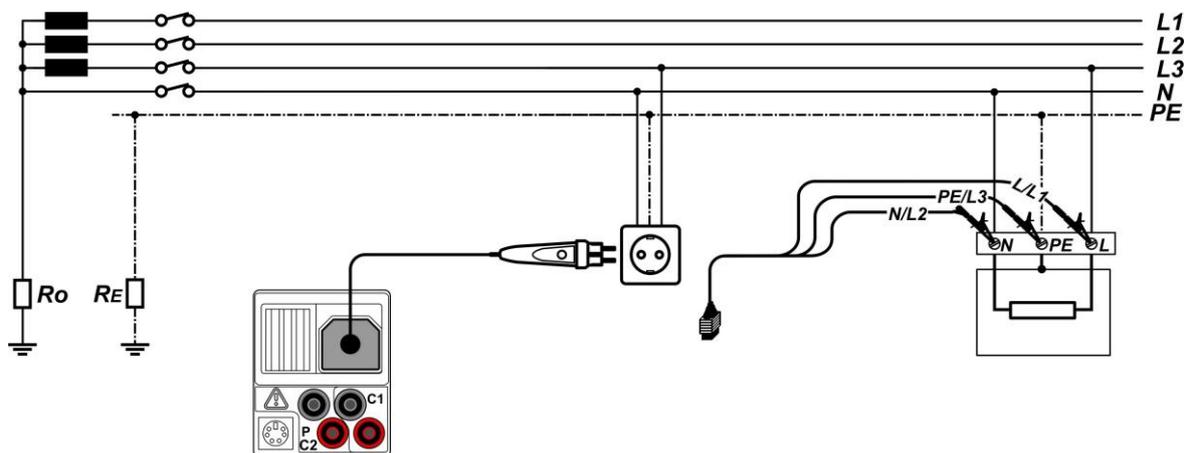


Abbildung 5.24: Anschließen des Stecker-Commanders und der 3-Leiter-Prüfleitung

## Verfahren der Fehlerschleifenimpedanzmessung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltafeln und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **Zloop** oder **Zs rcd**.
- Wählen Sie **Prüfparameter** (bei Bedarf).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Abbildung 5.17 und 5.24*).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 5.25: Beispiel für das Ergebnis einer Schleifenimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

Z..... Fehlerschleifenimpedanz,

Isc..... Kurzschlussstrom

Lim ..... Unterer Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstroms

Der unbeeinflusste Fehlerstrom  $I_{PSC}$  wird anhand der gemessenen Impedanz folgendermaßen berechnet:

$$I_{SC} = \frac{U_n \times k_{SC}}{Z}$$

wobei:

$U_n$  .....  $U_{L-PE}$ -Nennspannung (siehe folgende Tabelle),

$k_{SC}$  ..... der Korrekturfaktor für  $I_{SC}$  (siehe Kapitel 4.4.5).

$U_n$	Eingangsspannungsbereich (L-PE)
110 V*	$(93 \text{ V} \leq U_{L-PE} \leq 134 \text{ V})$
230 V*	$(185 \text{ V} \leq U_{L-PE} \leq 266 \text{ V})$

### Hinweise:

- Starke Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (das Zeichen für Rauschen  wird im Meldungsfeld angezeigt). In diesem Fall wird empfohlen, einige Messungen zu wiederholen, um zu überprüfen, ob die Anzeigen stabil sind.
- Diese Messung löst in RCD-geschützten elektrischen Anlagen den RCD aus, wenn der Test Zloop ausgewählt wurde.
- Wählen Sie Zs RCD, um das Auslösen des RCDs in einer RCD-geschützten Anlage zu vermeiden.

## 5.6 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom / Spannungsabfall

Die Leitungsimpedanz wird in Schleifen gemessen, die aus Netzspannungsquellen und den Leitern bestehen. Die Messung der Leitungsimpedanz entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-3.

Mit der Unterfunktion Spannungsabfall soll sichergestellt werden, dass eine Spannung in der Installation über akzeptablen Werten bleibt, wenn der höchste Strom im Stromkreis fließt. Der höchste Strom ist durch den Nennstrom der Sicherung im Stromkreis definiert. Die Grenzwerte sind in der Norm IEC 60364-5-52 beschrieben.

Unterfunktionen:

- Z LINE- Leitungsimpedanzmessung gemäß EN 61557-3
- $\Delta U$  – Spannungsabfallmessung

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

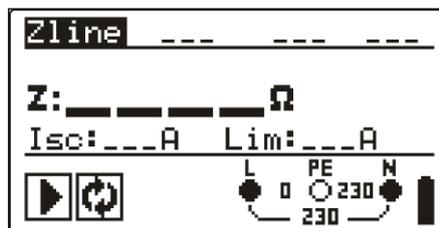


Abbildung 5.26:  
Leitungsimpedanz

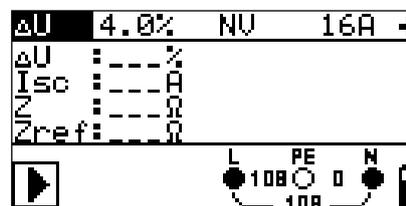


Abbildung 5.27:  
Spannungsabfall

### Prüfparameter für die Leitungsimpedanzmessung

Test	Auswahl der <b>Unterfunktion</b> Leitungsimpedanz [Zline] oder Spannungsabfall [ $\Delta U$ ]
SICHERUNGSTyp	Auswahl des <b>Sicherungstyps</b> [---, NV, gG, B, C, K, D, Z, L, U]
SICHERUNG I	Nennstrom der ausgewählten Sicherung
SICHERUNG T	Maximale <b>Auslösezeit</b> der gewählten Sicherung
Lim	Minimaler <b>Kurzschlussstrom</b> für die ausgewählte Sicherung

Die Sicherungsreferenzdaten finden Sie in Anhang A.

### Zusätzliche Prüfparameter für die Spannungsabfallmessung

$\Delta U_{MAX}$	Maximaler <b>Spannungsabfall</b> [3.0 % ÷ 9.0 %]
------------------	--

### 5.6.1 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom

#### Schaltungen für das Messen der Leitungsimpedanz

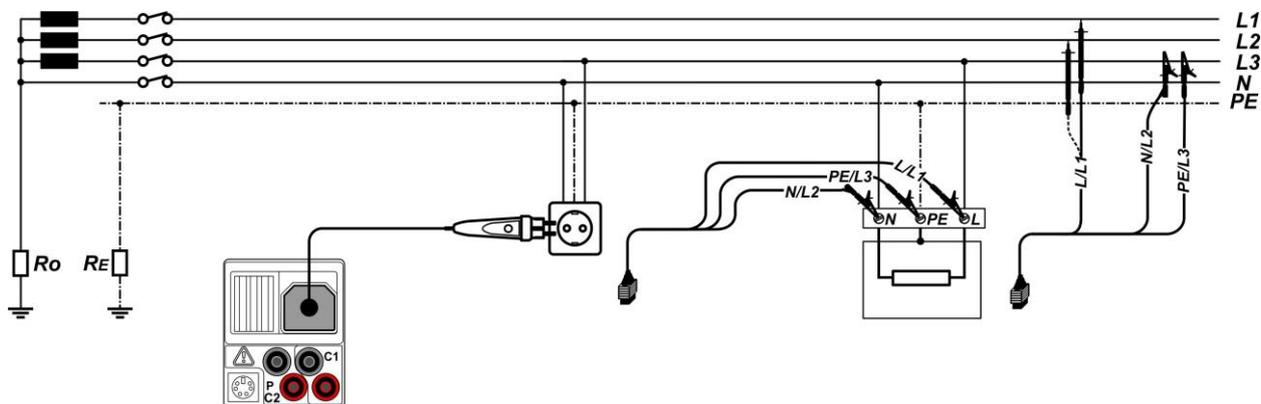


Abbildung 5.28: Phase-Neutraleiter- oder Phase-Phase-Leitungsimpedanzmessung – Anschließen des Stecker-Commanders und der 3-Leiter-Prüfleitung

#### Verfahren für die Leitungsimpedanzmessung

- Wählen Sie die Unterfunktion aus.
- Wählen Sie (optional) **Prüfparameter** aus.
- Schließen** Sie das Prüfkabel am Messgerät an.
- Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Abbildung 5.28*)
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 5.29: Beispiele für das Ergebnis einer Leitungsimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

Z.....Leitungsimpedanz

Isc.....unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Lim .....Unterer Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstroms

Der unbeeinflusste Kurzschlussstrom wird folgendermaßen berechnet:

$$I_{sc} = \frac{U_n \times k_{sc}}{Z}$$

wobei:

Un.....Nennspannung L-N oder L1-L2 (siehe folgende Tabelle)

ksc.....kK, Korrekturfaktor für Isc (siehe Kapitel 4.5.5).

$U_n$	Eingangsspannungsbereich (L-N oder L1-L2)
110 V*	$(93 \text{ V} \leq U_{L-N} < 134 \text{ V})$
230 V*	$(185 \text{ V} \leq U_{L-N} \leq 266 \text{ V})$
400 V*	$(321 \text{ V} < U_{L-L} \leq 485 \text{ V})$

**Hinweis:**

- Starke Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (das Zeichen für Rauschen  wird im Meldungsfeld angezeigt). In diesem Fall wird empfohlen, einige Messungen zu wiederholen, um zu überprüfen, ob die Anzeigen stabil sind.

**5.6.2 Spannungsabfall**

Der Spannungsabfall wird anhand der Differenz zwischen der Leitungsimpedanz an den Anschlusspunkten (Steckdosen) und der Leitungsimpedanz am Referenzpunkt (in der Regel die Impedanz der Schaltanlage) berechnet.

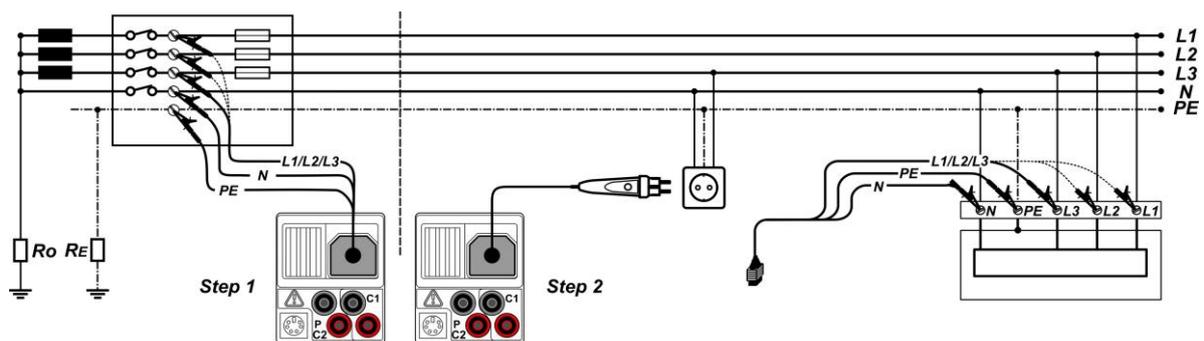
**Anschlüsse für die Messung des Spannungsabfalls**

Abbildung 5.30: Spannungsabfallmessungen zwischen Phase und Neutraleiter oder Phase und Phase – Anschluss des Commander-Prüfsteckers und der Dreileiter-Prüfleitung

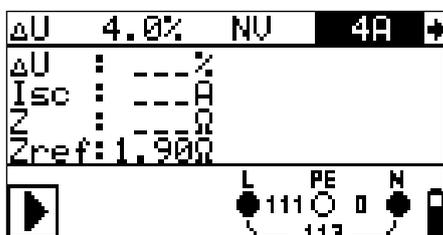
**Verfahren für die Spannungsabfallmessung****Schritt 1: Messen der Impedanz  $Z_{ref}$  am Ausgangspunkt**

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **AU**.
- Wählen Sie **Prüfparameter** (bei Bedarf).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Messgerät an.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Referenzpunkt der elektrischen Anlage an, siehe *Abbildung 5,30*.
- Drücken Sie die Taste **CAL**, um die Messung durchzuführen.

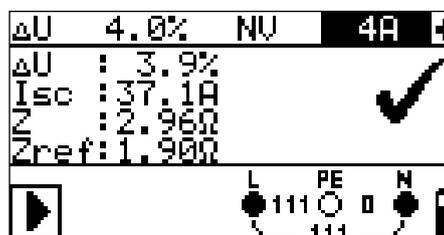
**Schritt 2: Messen des Spannungsabfalls**

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **AU**.
- Wählen Sie **Prüfparameter** aus (es muss der Sicherungstyp ausgewählt werden).

- ❑ **Schließen** Sie die Prüflleitungen oder den Commander-Prüfstecker am Prüfgerät an.
- ❑ **Schließen** Sie die Prüflleitungen am Prüfpunkt an, (siehe *Abbildung 5.30*).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Schritt 1 - Zref



Schritt 2 - Spannungsabfall

Abbildung 5.31: Beispiele für das Ergebnis der Spannungsabfallmessung

Angezeigte Ergebnisse:

ΔU..... Spannungsabfall

Isc..... unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Z..... Leitungsimpedanz an Stelle der Messung,

Zref..... Referenzimpedanz

Der Spannungsabfall wird folgendermaßen berechnet:

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

wobei:

ΔU..... errechneter Spannungsabfall

Z..... Impedanz am Prüfpunkt

Z<sub>REF</sub>..... die Impedanz am Referenzpunkt

I<sub>N</sub>..... Nennstrom der gewählten Sicherung

U<sub>N</sub>..... Nennspannung (siehe nachstehende Tabelle)

U <sub>n</sub>	Eingangsspannungsbereich (L-N oder L1-L2)
110 V*	(93 V ≤ U <sub>L-PE</sub> < 134 V)
230 V*	(185 V ≤ U <sub>L-PE</sub> ≤ 266 V)
400 V*	(321 V < U <sub>L-N</sub> ≤ 485 V)

**Hinweise:**

- ❑ Wenn die Referenzimpedanz nicht eingestellt wird, wird 0,00 Ω als Z<sub>REF</sub> angenommen.
- ❑ Z<sub>REF</sub> wird gelöscht (auf 0,00 Ω eingestellt), wenn die Taste CAL gedrückt und am Instrument keine Spannung angelegt ist.
- ❑ Isc wird wie in Kapitel 5.6.1 zu Leitungsimpedanz und unbeeinflusstem Kurzschlussstrom beschrieben berechnet.
- ❑ Wenn die gemessene Spannung außerhalb der Bereiche in der obenstehenden Tabelle liegt, wird das Ergebnis von ΔU nicht berechnet.

- Starke Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (Das Zeichen „Rauschen“  wird im Meldungsfeld angezeigt). In diesem Fall wird empfohlen, einige Messungen zu wiederholen, um zu überprüfen, ob die Anzeigen stabil sind.

## 5.7 Erdungswiderstand

Der Erdungswiderstand ist einer der wichtigsten Parameter für den Schutz vor elektrischen Schlägen. Haupt-Erdungsanlagen, Blitzanlagen, örtliche Erdungen usw. können mit der Erdungswiderstandsprüfung überprüft werden. Die Messung entspricht der Norm EN 61557-5.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 5.32:  
Erdungswiderstand

### Prüfparameter für die Erdungswiderstandsmessung

Grenzwert	Maximaler Widerstand [AUS, 1 Ω ÷ 5 kΩ]
-----------	--

### Verbindungen für die Erdungswiderstandsmessung

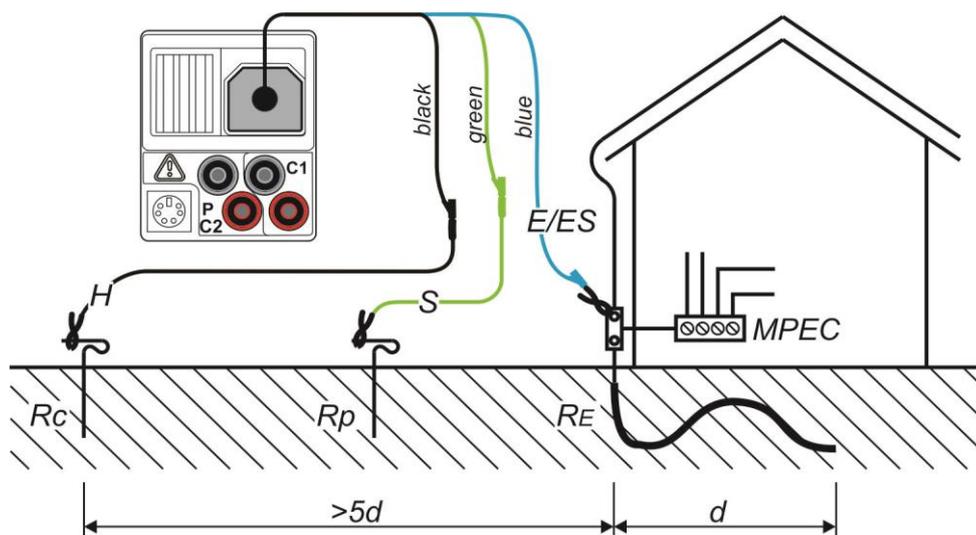


Abbildung 5.33: Erdungswiderstand, Messung der Haupterdung der Anlage

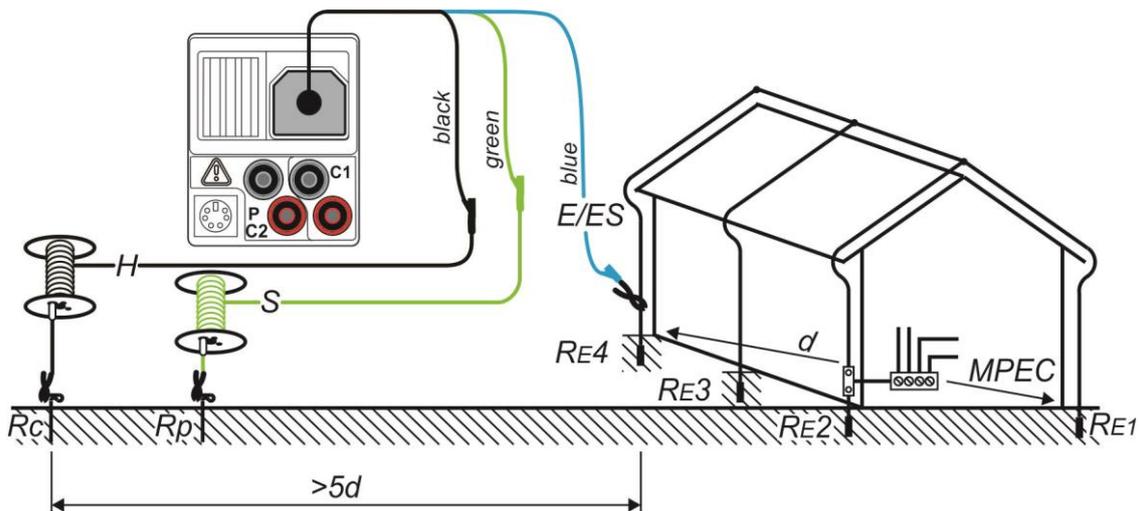


Abbildung 5.34: Erdungswiderstand, Messung einer Blitzschutzanlage

### Übliches Messverfahren für die Erdungswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Funktion **ERDE RE**.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen** Sie die Prüflleitungen am Messgerät an.
- **Schließen** Sie die Prüflleitungen am Prüfling an (siehe Abbildung 5.33 und 5.34).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 5.35: Beispiel des Ergebnisses einer Erdungswiderstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse für die Erdungswiderstandsmessung:

R.....Erdungswiderstand,  
 Rp.....Widerstand der S-Sonde (Potential),  
 Rc.....Widerstand der H-Sonde (Strom).

### Hinweise:

- Ein hoher Widerstand der Sonden S und H kann die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. In diesem Fall gibt es keine PASS/FAIL Anzeige.
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Messgerät zeigt in diesem Fall den Warnhinweis  an.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.

## 5.8 PE-Prüfanschluss

Es ist möglich, dass am PE-Leiter oder anderen zugänglichen Metallteilen eine gefährliche Spannung anliegt. Dies ist eine sehr gefährliche Situation, da man davon ausgeht, dass der Schutzleiter und die Metallteile geerdet sind. Ein häufiger Grund für diesen Fehler ist eine falsche Verdrahtung (siehe nachstehendes Beispiel).

Beim Berühren der Taste **TEST** in allen Funktionen, für die ein Netzanschluss erforderlich ist, führt der Benutzer automatisch diese Prüfung durch.

### Beispiele für das Verwenden der Schutzleiter-Prüfklemme

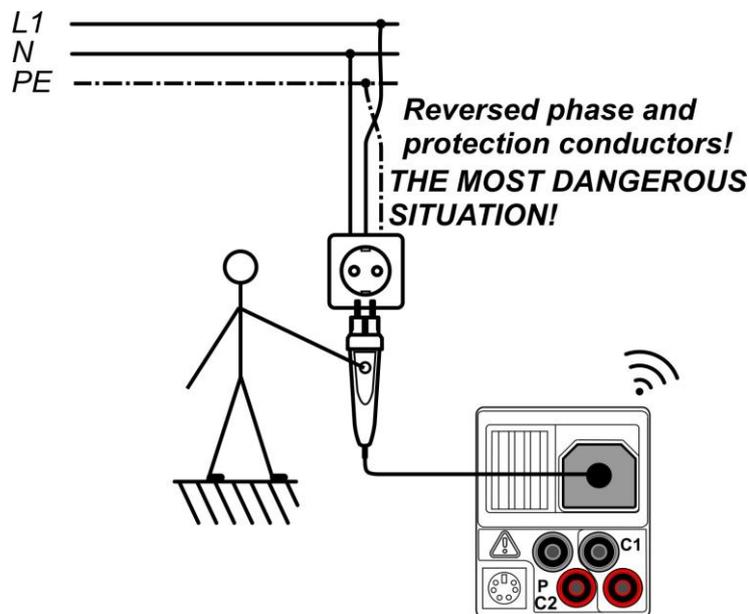


Abbildung 5.36: Vertauschte L- und Schutzleiter (Stecker-Commander)

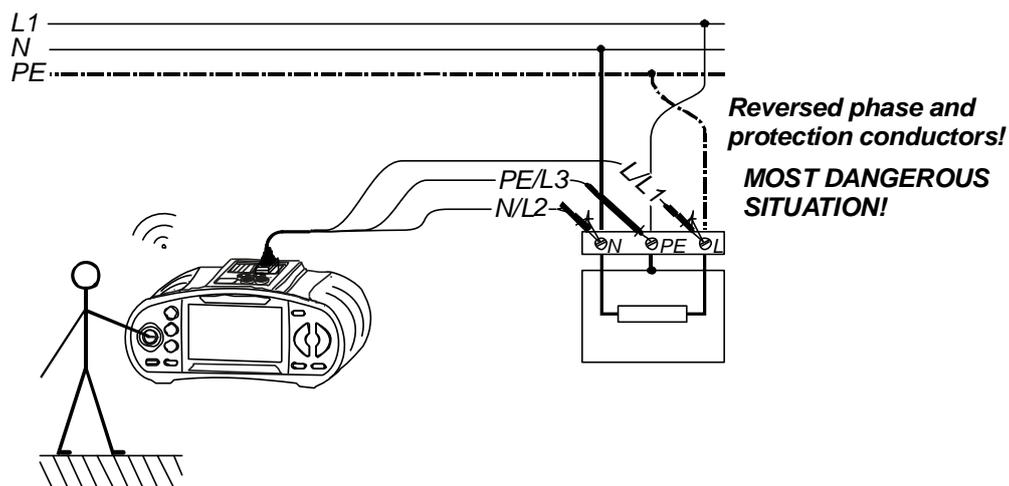


Abbildung 5.37: Vertauschte Leiter L- und Schutzleiter (Verwendung der 3-Leiter-Prüfleitung)

### Prüfverfahren für den PE-Anschluss

- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Messgerät an.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an, (siehe *Abbildung 5.36 und 5.37*).
- Berühren Sie mindestens eine Sekunde lang die PE-Prüfsonde (die Taste **TEST**).
- Wenn der PE-Anschluss an die Phasenspannung angeschlossen ist, wird die Warnmeldung angezeigt, der Summer des Geräts aktiviert und weitere Messungen in den Funktionen Zloop und RCD deaktiviert.

### Warnung:

- Wenn an der getesteten Schutzleiterklemme eine gefährliche Spannung erkannt wird, beenden Sie umgehend alle Messungen, und suchen und beseitigen Sie den Fehler!

### Hinweise:

- Der PE-Prüfanschluss ist im Betriebsmodus INSTALLATION aktiv (mit Ausnahme der Funktionen SPANNUNG, Niederohmig, Erdung, Isolierung).
- Der PE-Prüfanschluss funktioniert nicht, wenn der Körper des Bedieners vollständig gegen Boden und Wände isoliert ist.
- Informationen zum Betrieb des PE-Prüfanschlusses am Commander finden Sie im *Anhang D Commander*.

## 6 Solarmessungen - PV-Systeme

Mit diesem Messgerät können folgende Messungen zur Prüfung und Fehlerbehebung von PV-Installationen durchgeführt werden:

- Isolationswiderstand von PV-Systemen
- PV-Wechselrichterprüfung
- PV-Modulprüfung
- Umgebungsparameter
- Leerlaufspannung und Kurzschlussprüfung
- U-I Kennlinie Messung

### 6.1 Isolationswiderstand von PV-Systemen

Die Messung des Isolationswiderstands wird durchgeführt, um die Sicherheit gegen elektrischen Schlag durch Isolationsfehler zwischen stromführenden Teilen von PV-Anlagen und Erde zu gewährleisten.

Die Messung erfolgt nach Test Methode 1 in der IEC/EN 62446 (Test zwischen Modul / String / Array negativ und Erde, gefolgt von einer Prüfung zwischen Modul / String / Array positiv und Erde).

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“. Die Eingangsspannung wird angezeigt, um den ordnungsgemäßen Anschluss vor der Durchführung des Tests zu überprüfen.



Abbildung 6.1:  
Isolationswiderstand

#### Prüfparameter für die Isolationswiderstandsmessung an PV-Systemen

TEST	Roc- , Roc+
Uiso	Prüfspannung [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	Min. Isolationswiderstand [AUS, 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

## Prüfparameter für die Isolationswiderstandsmessung an PV-Systemen

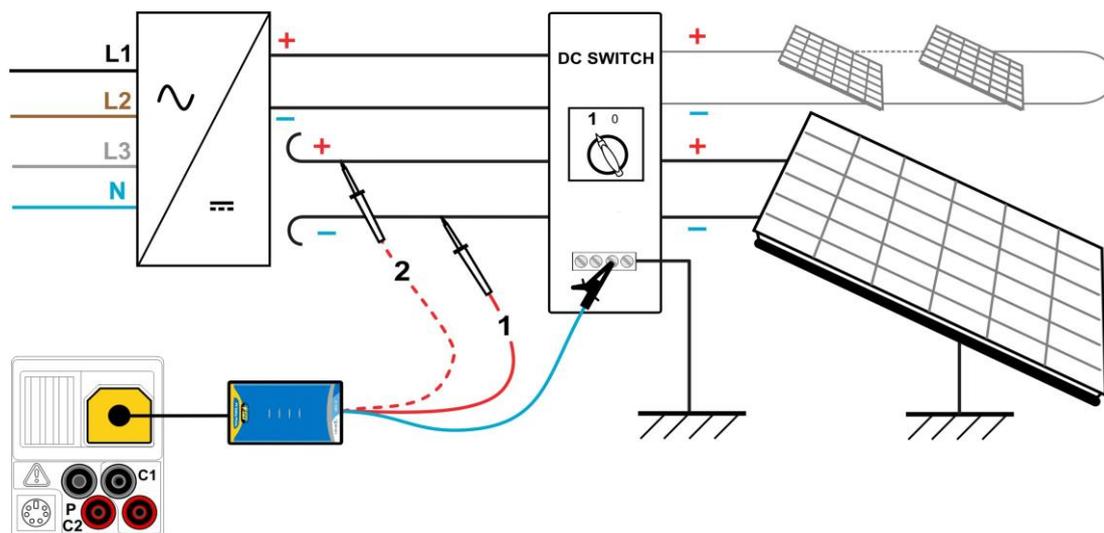


Abbildung 6.2: Anschlüsse zur Messung des Isolationswiderstands an PV-Systemen

## Verfahren bei der Isolationswiderstandsmessung

- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **Roc-** mit Hilfe der Funktionswahl-tasten und den  $\Delta/\nabla$  Tasten.
- ❑ Stellen Sie die erforderliche **Prüfspannung** ein.
- ❑ Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- ❑ **Schließen** Sie die PV-Sicherheits-Sonde an das Prüfgerät an (siehe Abbildung 6.2).
- ❑ **Schließen** Sie die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildung 6.2).
- ❑ Drücken Sie die **TEST**-Taste, um die Messung durchzuführen (kurzer Doppeldruck für kontinuierliche Messung und späterer Druck zum Beenden der Messung).
- ❑ Warten Sie im Anschluss an die Messung, bis die zu prüfende Anlage vollständig entladen wurde.
- ❑ **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).
  
- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **Roc+** mit den Tasten  $\Delta/\nabla$  aus.
- ❑ **Schließen** Sie die DC+-Leitung erneut an (siehe Abbildung 6.2).
- ❑ Drücken Sie die **TEST**-Taste, um die Messung durchzuführen (kurzer Doppeldruck für kontinuierliche Messung und späterer Druck zum Beenden der Messung).
- ❑ Warten Sie im Anschluss an die Messung, bis die zu prüfende Anlage vollständig entladen wurde.
- ❑ **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

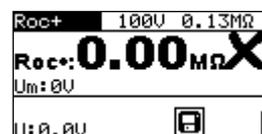


Abbildung 6.3: Beispiele für Ergebnisse von Isolierungswiderstandsmessungen

**Angezeigte Ergebnisse:**

Roc+, Roc- .....Insolierungswiderstand  
Um.....Prüfspannung – aktueller Wert  
U.....Tatsächliche Spannung an den Testeingängen

## 6.2 PV-Wechselrichterprüfung

Diese Prüfung ist dafür gedacht, die korrekte Funktionstüchtigkeit des PV-Wechselrichters zu prüfen. Folgende Funktionen werden unterstützt:

- Messung der DC-Werte am Eingang des Wechselrichters und der AC-Werte am Ausgang des Wechselrichters.
- Berechnung des Effizienzwertes des Wechselrichters.

Mit dem EurotestPV Prüfgerät kann ein DC- und ein AC-Signal gleichzeitig gemessen werden.

Bei 3-Phasen Wechselrichtern können mit einer Kombination aus einem Metrel Leistungsmesser und dem EurotestPV Prüfgerät ein DC- und drei AC-Signale gleichzeitig gemessen werden. Während der Messung müssen der Leistungsmesser und das EurotestPV Prüfgerät über ein serielles Kabel oder eine Bluetooth-Verbindung verbunden sein. Am Ende der Messung werden die Ergebnisse vom Leistungsmesser an das EurotestPV Prüfgerät gesendet und dort angezeigt.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“. Die Eingangsspannung wird angezeigt, um den ordnungsgemäßen Anschluss vor der Durchführung des Tests zu überprüfen.

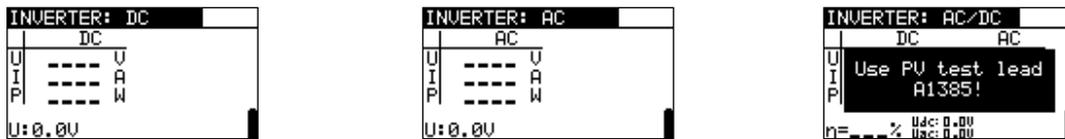


Abbildung 6.4: Beispiele für Startbildschirme für PV-Wechselrichterprüfung - Einphasen AC Ausgang



Abbildung 6.5: Beispiele für Startbildschirme für PV-Wechselrichterprüfung - Dreiphasen AC Ausgang

### Einstellungen und Parameter für PV-Wechselrichterprüfungen

Eingang	Ein- / Ausgänge die gemessen werden [AC, DC, AC / DC, AC3, AC3 / DC]
---------	--

Anschlüsse für die PV-Wechselrichterprüfung

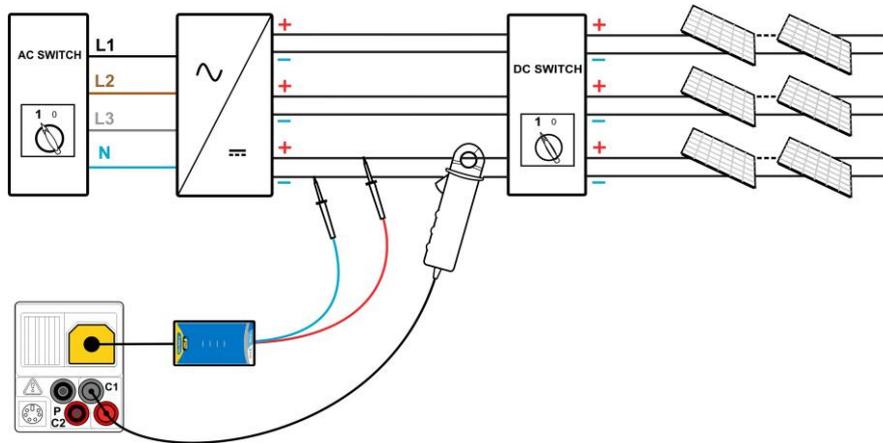


Abbildung 6.6: PV-Wechselrichterprüfung - DC Seite

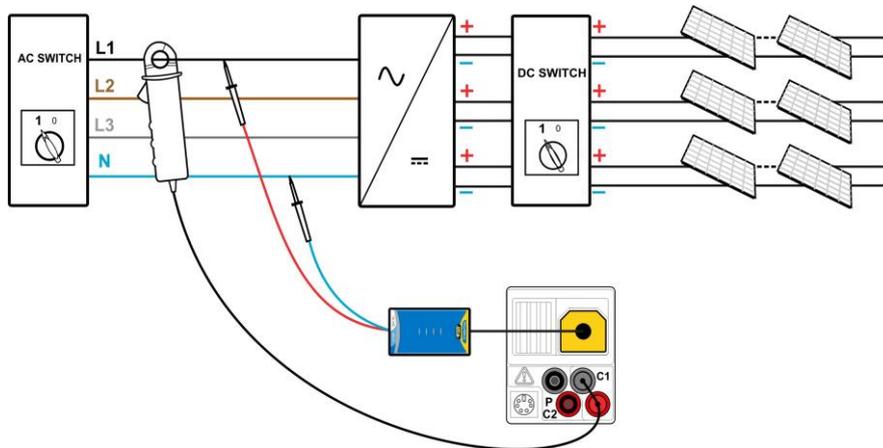


Abbildung 6.7: PV-Wechselrichterprüfung - AC Seite

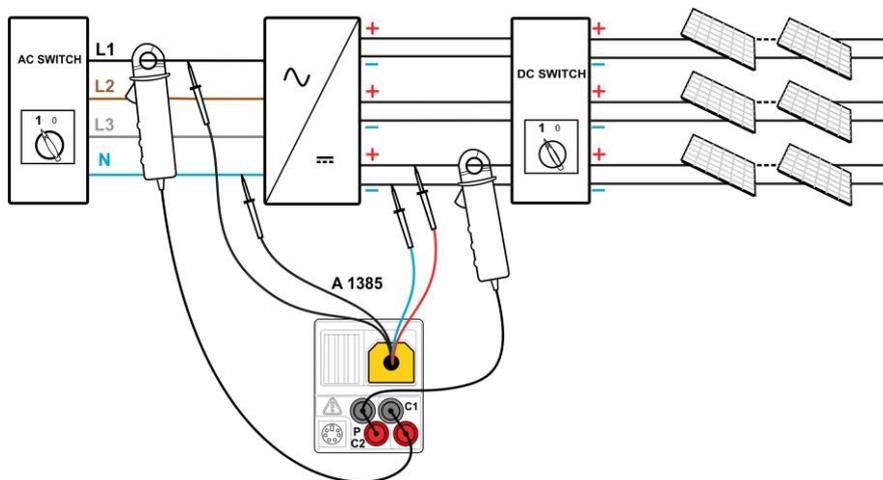


Abbildung 6.8: PV-Wechselrichterprüfung - AC und DC Seite

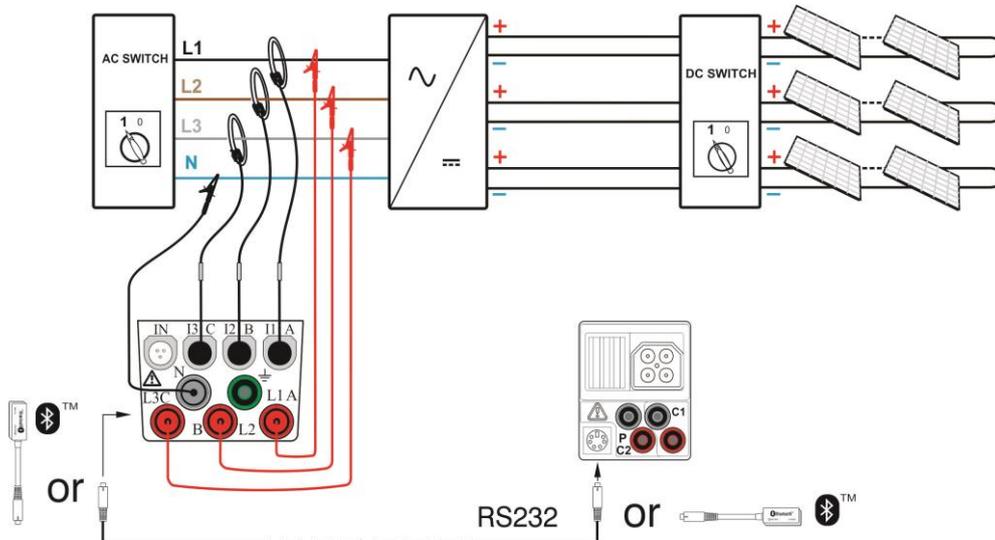


Abbildung 6.9: PV-Wechselrichterprüfung - 3-Phasen AC Seite

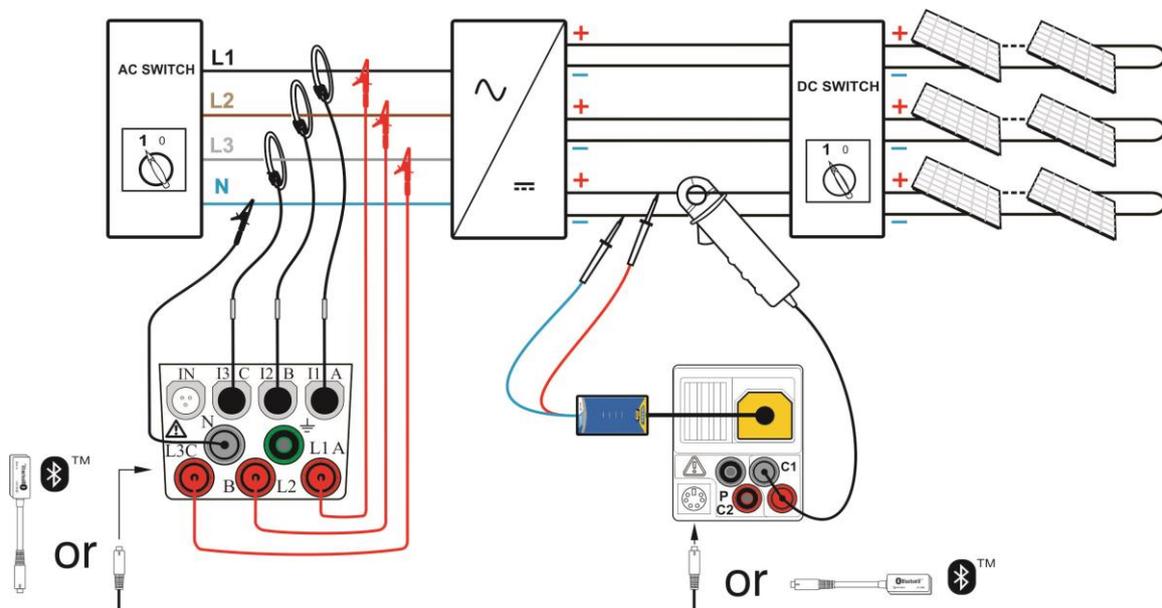


Abbildung 6.10: PV-Wechselrichterprüfung - 3-Phasen AC und DC Seiten

### Prüfverfahren für PV-Wechselrichter (mit EurotestPV Prüfgerät)

- ❑ Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **WANDLER**.
- ❑ **Schließen** Sie die PV-Sicherheits-Sonde und die Stromzange an das Messgerät an (siehe Abbildungen 6.6 und 6.7) oder
- ❑ **Schließen** Sie die PV-Prüfleitung A 1385 und die Stromzangen an das Messgerät an (siehe Abbildung 6.8)
- ❑ **Schließen** Sie die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildung 6.6 bis 6.8).
- ❑ Prüfen Sie die Eingangsspannungen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

## Prüfverfahren für PV-Wechselrichter (mit EurotestPV Prüfgerät und Metrel Leistungsmesser)

### Hinweis:

- Die Kommunikationseinstellungen von Metrel Leistungsmesser müssen folgende sein:  
Source = RS232  
Baud Rate = 9600

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **WANDLER**.
- Stellen Sie sicher, dass das EurotestPV-Prüfgerät und der Leistungsmesser über ein serielles Kabel oder Bluetooth verbunden sind.
- **Schließen** Sie die PV-Sicherheits-Sonde und die DC Stromzange an das EurotestPV Prüfgerät an (siehe Abbildungen 6.9 und 6.10) oder
- **Schließen** Sie die Spannungsprüfleitungen und die AC Stromzangen an den Leistungsmesser an.
- **Schließen** Sie die Spannungsprüfleitungen an der Ausgangsseite des Wechselrichters an L1, L2, L3 und N an (siehe Abbildungen 6.9 und 6.10).
- **Schließen** Sie die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildungen 6.9 und 6.10).
- Überprüfen Sie die Eingangsspannungen am Prüfgerät und die Messergebnisse am Leistungsmesser (am besten im Menü Leistungsmessungen).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen. Die Ergebnisse beider Instrumente werden auf dem EurotestPV-Bildschirm angezeigt. Die detaillierten Ergebnisse der AC Messung werden auch auf dem Leistungsmesser angezeigt.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

INVERTER: DC	
DC	
U	85.2 U
I	2.39 A
P	203 W
U: 85.2V	

INVERTER: AC	
AC	
U	104.1 U
I	1.14 A
P	119 W
U: 104V	

INVERTER: AC/DC			
DC		AC	
U	85.2 U	104.1 U	
I	2.39 A	1.14 A	
P	203 W	119 W	
U: 85.2V		U: 104V	
η=58.4%			

Abbildung 6.11: Beispiele für Startbildschirme für PV-Wechselrichterprüfung - 1-Phasen AC Ausgang

INVERTER: AC3	
AC	
Pt	198 W
P1	66.1 W
P2	66.1 W
P3	65.8 W

INVERTER: AC3/DC			
AC		DC	
Pt	198 W	P	203 W
P1	66.1 W	U	85.2 U
P2	66.1 W	I	2.39 A
P3	65.8 W		
η=97.5%		Udc: 97.7V	

Abbildung 6.12: Beispiele für Startbildschirme für PV-Wechselrichterprüfung - 3-Phasen AC Ausgang

POWER METER				人	00:35
	L1	L2	L3	Total	
P	10.75	10.92	22.06	-0.39	kW
Q	18.69	-18.72	0.67	0.64	VAr
S	21.56	21.67	22.07	0.75	kVA
pf	+0.49i	+0.50c	-0.99c	-0.52c	
Upf	+0.49i	+0.50c	-1.00c		
U	234.5	235.8	235.8		V
I	91.93	91.90	93.61		A
HOLD					

Abbildung 6.13: Beispiele für Leistungsmesser Ergebnisbildschirm - 3-Phasen AC Ausgang

Angezeigte Ergebnisse für die PV-Wechselrichterprüfung:

DC Spalte:

U.....gemessene Spannung am Eingang des Wechselrichters

I.....gemessener Strom am Eingang des Wechselrichters

P.....gemessene Leistung am Eingang des Wechselrichters

AC Spalte:

U.....gemessene Spannung am Ausgang des Wechselrichters

I.....gemessener Strom am Ausgang des Wechselrichters

P.....gemessene Leistung am Ausgang des Wechselrichters

AC (3-Phasen Leistung) Spalte

Pt.....gemessene Gesamtleistung am Ausgang des Wechselrichters

P1.....gemessene Leistung von Phase 1 am Ausgang des Wechselrichters

P2.....gemessene Leistung von Phase 2 am Ausgang des Wechselrichters

P3.....gemessene Leistung von Phase 3 am Ausgang des Wechselrichters

$\eta$ ... .. berechneter Wirkungsgrad des Wechselrichters

#### Hinweise:

- Mit einer Stromzange kann die gesamte Prüfung in zwei Schritten durchgeführt werden. Der Eingang sollte getrennt auf **DC** und **AC** eingestellt werden.
- Für die AC/DC-WECHSELRICHTER Prüfung muss die Prüflleitung A 1385 mit Sicherung verwendet werden!
- Weitere Informationen zum Messen und Einrichten des Metrel Leistungsmessers finden Sie in der Bedienungsanleitung der Metrel Leistungsmesser. Wenden Sie sich an Metrel oder Ihren Händler, um detaillierte Informationen zu erhalten, welche Metrel-Leistungsmesser für diese Messung geeignet sind

### 6.3 PV-Modulprüfung

Die PV-Modulprüfung soll den ordnungsgemäßen Betrieb der PV-Module (Panel) überprüfen. Folgende Funktionen werden unterstützt:

- Messung der Ausgangsspannung, des Ausgangsstroms und der Ausgangsleistung des PV-Moduls,

- Vergleich der gemessenen Ausgangswerte (MESS-Werte) und der berechneten Nenndaten (STC-Werte)
- Vergleich der gemessenen PV-Ausgangsleistung (Pmess) und der theoretischen Ausgangsleistung (Ptheo)

Die Ergebnisse der PV-Modulprüfung werden auf drei Anzeigebildschirme aufgeteilt. Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“. Die Eingangsspannung wird angezeigt, um den ordnungsgemäßen Anschluss vor der Durchführung des Tests zu überprüfen.

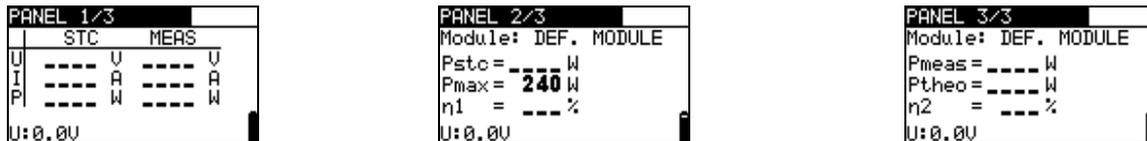


Abbildung 6.14: Startbildschirme PV-Modulprüfung

### Anschlüsse des PV-Moduls

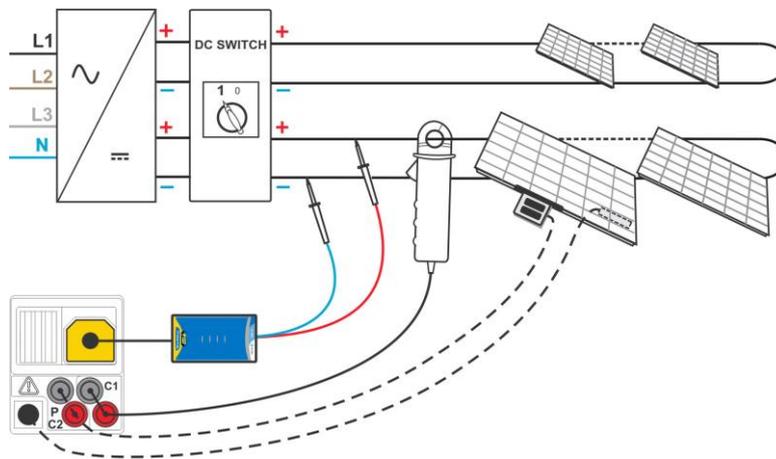


Abbildung 6.15: PV-Modulprüfung

### PV-Modulprüfungs-Verfahren

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Unterfunktion **PANEL** 1/3 aus.
- **Schließen** Sie die PV-Sicherheits-Sonde, die Stromzangen und die Sensoren an das Prüfgerät an.
- **Schließen** Sie das zu prüfende PV-System an (siehe Abbildung 6.15).
- Prüfen Sie die Eingangsspannung.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

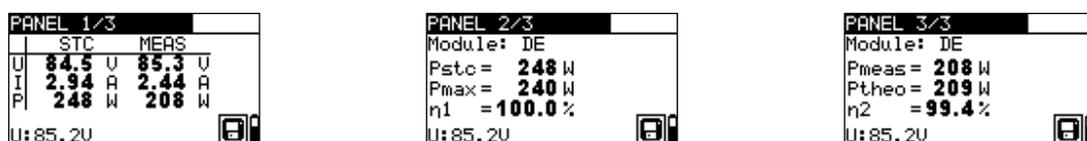


Abbildung 6.16: Beispiele für PV-Messergebnisse

Angezeigte Ergebnisse:

MESS Spalte

U.....gemessene Ausgangsspannung des Moduls

I.....gemessener Ausgangsstrom des Moduls

P.....gemessene Ausgangsleistung des Moduls

STC Spalte

U.....berechnete Ausgangsspannung des Moduls unter STC

I.....berechneter Ausgangsstrom des Moduls unter STC

P.....berechnete Ausgangsleistung des Moduls unter STC

Pstc.....gemessene Ausgangsleistung des Moduls unter STC

Umax.....Nennwert der Ausgangsleistung des Moduls unter STC

$\eta$ 1.....Effizienz des Moduls bei STC

Pmess.....gemessene Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen

Pmess.....berechnete theoretische Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen

$\eta$ 2.....berechneter Effizienzwert des Moduls unter den aktuellen Bedingungen

(vereinfachte Methode, siehe Anhang E)

#### Hinweise:

- Bevor Sie PV-Messungen starten, müssen die Einstellungen für den PV-Modultyp und die PV-Prüfparameter geprüft werden.
- Zur Berechnung der STC-Ergebnisse müssen PV-Modultyp, PV-Prüfparameter, Uoc-, Isc-, Irr- und Tcell-Werte vor dem Test gemessen oder manuell eingegeben werden. Die Ergebnisse in ENV. und Uoc/Isc-Menüs werden berücksichtigt. Wenn im Uoc/Isc-Menü keine Ergebnisse vorhanden sind, werden die Ergebnisse im I-V-Menü herangezogen.
- Die Messung von Uoc, Isc, Irr und T sollte unmittelbar vor der MODUL Prüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um optimale Ergebnisse zu erhalten, sollte die Ferneinheit A 1378 PV verwendet werden.

## 6.4 Messen der Umgebungsparameter

Temperatur und Solar-Bestrahlungsstärke müssen bekannt sein für:

- Berechnung der Nennwerte bei Standardprüfbedingungen (STC),
- Prüfen, ob sich die Umgebungsbedingungen für PV-Prüfungen eignen.

Die Parameter können gemessen oder manuell eingegeben werden. Die Sensoren können an das Prüfgerät oder an die PV-Remote-Einheit A 1378 angeschlossen werden.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 6.17: Bildschirm Umgebungsparameter

### Prüfparameter für die Messung / Einstellung der Umgebungsparameter

EINGABE	Eingabe von Umweltdaten [ MESS, MANUEL]
---------	---

## Anschlüsse zur Messung der Umgebungsparameter

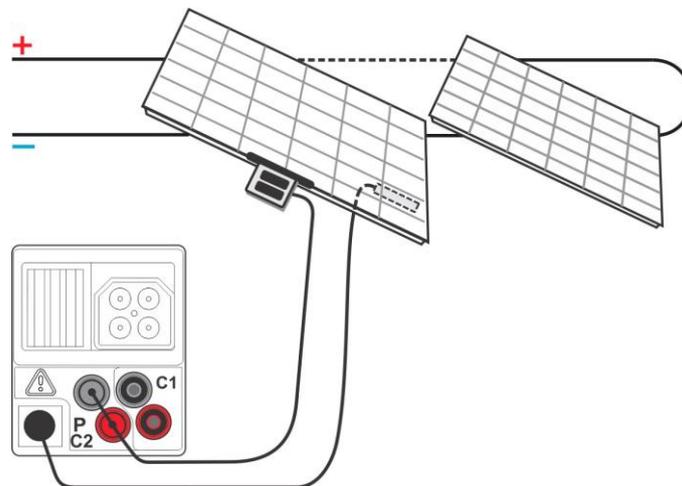


Abbildung 6.18: Messung der Umgebungsparameter

### Verfahren zur Messung der Umgebungsparameter

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten ▲/▼ die Funktion **ENV.** sowie die Unterfunktion **MEAS.**
- **Schließen** Sie die Umgebungssensoren an das Prüfgerät an (siehe Abbildung 6.18).
- **Schließen** Sie den Prüfling an (siehe Abbildung 6.13).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

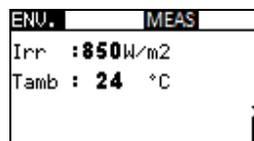


Abbildung 6.19: Beispiel für die Messergebnisse

Angezeigte Ergebnisse der Umgebungsparameter:

Irr.....Solar-Bestrahlungsstärke

Tamb oder Tcell....Temperatur der Umgebung bzw. der PV-Zellen

### Anmerkung:

- Wenn das Ergebnis der Bestrahlungsstärke geringer ist als der eingestellte Mindestwert Irr min, werden die STC-Ergebnisse nicht berechnet (Meldung **Irr<Irr min!** wird angezeigt).

### Verfahren zur manuellen Eingabe der Umgebungsparameter

Wenn die Daten mit anderen Geräten gemessen werden, können diese auch manuell eingegeben werden. Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten NACH OBEN/NACH UNTEN die Funktion **ENV.** sowie die Unterfunktion **MANUELL.**

Tasten:

<b>TEST</b>	Ruft das Menü Manuelle Einstellung der Umgebungsparameter auf. Ruft das Menü zur Änderung der ausgewählten Parameter auf. Bestätigt die Einstellwerte für die Parameter.
▲ / ▼	Wählt die Umgebungsparameter aus. Wählt die Werte für die Parameter aus.
<b>Funktionsauswahl</b>	Verlässt das Menü und wählt PV-Messung.

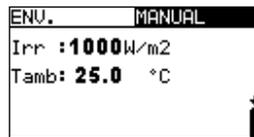


Abbildung 6.20: Beispiel für manuell eingegebene Ergebnisse

Angezeigte Ergebnisse der Umgebungsparameter:

Irr.....Solar-Bestrahlungsstärke

Tamb oder Tcell....Temperatur der Umgebung bzw. der PV-Zellen

#### Anmerkung:

- Umgebungsparameter werden beim Aufrufen des INSTALLATION- oder POWER-Prüfmodus oder beim Ausschalten des Instruments gelöscht

### Betrieb mit der PV Ferneinheit A1378

Siehe Handbuch PV Ferneinheit.

## 6.5 Uoc/Isc Messung

Die Uoc/Isc-Prüfung ist dafür vorgesehen, die Schutzanlagen in den Gleichstromteilen der PV-Installation auf Ihre Funktionstüchtigkeit zu prüfen. Die gemessenen Daten können als Nennwerte berechnet werden (STC-Werte).

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

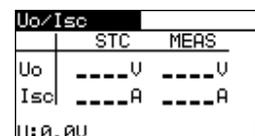


Abbildung 6.21: Uoc/Isc Prüfung

Die Eingangsspannung wird angezeigt, damit vor der Prüfung ein korrekter Anschluss bestätigt werden kann.

## Anschlüsse für die Uoc/Isc-Prüfung

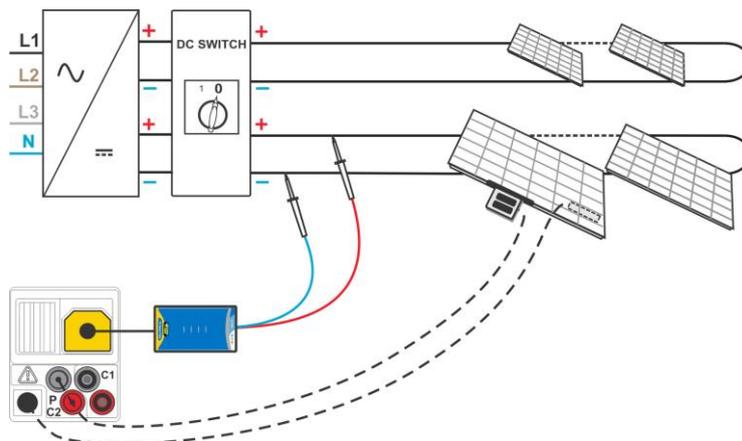


Abbildung 6.22: Uoc/Isc Prüfung

## Uoc/Isc Prüfverfahren

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **Uoc/Isc** aus.
- **Schließen** Sie den PV-Sicherheitssensor und die Sensoren (optional) an das Messgerät an.
- **Schließen** Sie den Prüfling an (siehe Abbildung 6.22).
- Prüfen Sie die Eingangsspannung.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

Uo/Isc		
	STC	MEAS
Uo	112V	110V
Isc	5.29A	4.93A
U: 4.5V		

Abbildung 6.23: Beispiele für Uoc/Isc-Messergebnisse

Angezeigte Ergebnisse einer Uoc / Isc-Messung:

MESS Spalte

Uoc.....gemessene Leerlaufspannung des Moduls

Isc.....gemessener Kurzschlussstrom des Moduls

STC Spalte

Uoc.....berechnete Leerlaufspannung unter STC

Isc.....berechneter Kurzschlussstrom unter STC

**Hinweise:**

- Bevor Sie PV-Messungen starten, müssen die Einstellungen für den PV-Modultyp und die PV-Prüfparameter geprüft werden.
- Zur Berechnung der STC-Ergebnisse müssen die korrekten Angaben für PV-Modultyp, PV-Prüfparameter,  $I_{rr}$  und T (Umgebung und Zelle) gemessen oder eingegeben werden, bevor Sie die Prüfung durchführen. Die  $I_{rr}$ - und T-Ergebnisse aus dem Menü ENV werden berücksichtigt. Weitere Informationen finden Sie in Anhang E.
- Die Messung von  $U_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $I_{rr}$  und T sollte unmittelbar vor der  $U_{oc}$  /  $I_{sc}$  Prüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um optimale Ergebnisse zu erhalten, sollte die Ferneinheit A 1378 PV verwendet werden.

**6.6 Messung der U-I-Kennlinie**

Die Messung der U-I-Kennlinie ist dafür gedacht, die PV-Module auf korrekte Funktion zu prüfen. Dabei können verschiedene Probleme an den PV-Modulen (Störung an einem PV-Modulbauteil/-string, Schmutz, Schatten etc.) auftreten.



Abbildung 6.24: Startbildschirme für U-I-Kennlinien

Die zu messenden Daten werden auf drei Anzeigebildschirme aufgeteilt. Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

**Einstellparameter für U-I-Kennlinien Prüfung**

<b>1/3</b>	Bildschirm Nummer
<b>STC</b>	Anzuzeigende Ergebnisse (STC, gemessen, beide).

**Anschluss für U-I-Kennlinien Prüfung**

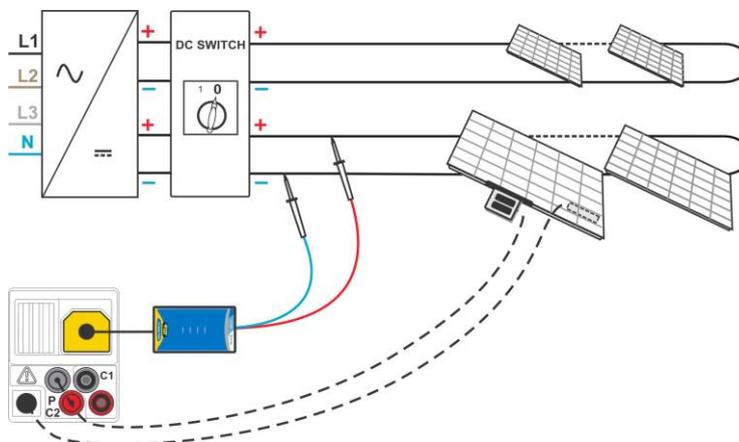


Abbildung 6.25: Messung der U-I-Kennlinie

## Prüfverfahren U-I-Kennlinie

- Wählen Sie die Unterfunktion **I/U** mit Hilfe der Funktionswahltasten und den  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  Tasten.
- Überprüfen Sie oder stellen Sie das PV-Modul, die PV-Prüfparameter und Grenzwerte (optional) ein.
- **Schließen** Sie den PV-Sicherheitssensor an das Prüfgerät an.
- **Schließen** Sie die Umgebungssensoren an das Prüfgerät an (optional).
- **Schließen** Sie den Prüfling an (siehe Abbildung 6.25).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

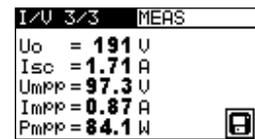
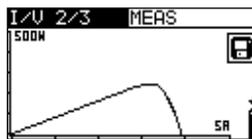
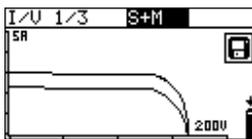


Abbildung 6.26: Beispiel für U-I-Kennlinien Messergebnisse

### Anzeigergegebnisse für U-I-Kennlinien Prüfung

Uoc.....gemessene / STC Leerlaufspannung des Moduls

Isc.....gemessener / STC Kurzschlussstrom des Moduls

Umpp.....gemessene / STC Spannung bei maximalem Leistungspunkt

Impp .....gemessener / STC Strom bei maximalem Leistungspunkt

Pmpp.....gemessene / STC maximale Ausgangsleistung des Moduls

### Hinweise:

- Bevor Sie PV-Messungen starten, müssen die Einstellungen für den PV-Modultyp und die PV-Prüfparameter geprüft werden.
- Zur Berechnung der STC-Ergebnisse müssen die korrekten Angaben für PV-Modultyp, PV-Prüfparameter, Irr und T (Umgebung und Zelle) gemessen oder eingegeben werden, bevor Sie die Prüfung durchführen. Die Irr- und T-Ergebnisse aus dem Menü ENV werden berücksichtigt. Weitere Informationen finden Sie in Anhang E.
- Die Messungen von Irr und T sollten unmittelbar vor der I-U Kennlinien Messung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um optimale Ergebnisse zu erhalten, sollte die Ferneinheit A 1378 PV verwendet werden.

## 6.7 Messung der Zelltemperatur vor der Prüfung

Die Norm IEC 61829 empfiehlt ein Verfahren zur Auswahl und Aufzeichnung geeigneter Messbedingungen. Eine der Empfehlungen ist, dass die Temperatur des PV-Arrays vor der Prüfung ausgeglichen werden muss. In Kombination mit der A 1378 EurotestPV Ferneinheit können die gemessenen Zelltemperaturen 0 min, 5 min, 10 min und 15 min

vor den PV-Prüfungen (U-I-Kennlinie, U<sub>oc</sub> / I<sub>sc</sub>-Test und PV Modul Prüfung) gespeichert werden.

Die Zelltemperatur sollte vor der PV-Prüfung mit dem A 1378 gemessen werden. Nach der Synchronisation der Ergebnisse zwischen dem Prüfgerät und dem A 1378, ermöglicht das Prüfgerät das Hinzufügen von vor der Prüfung gespeicherten Temperaturwerten U-I-Kennlinie, U<sub>oc</sub> / I<sub>sc</sub>- und PV-Modul Prüfergebnissen.

Die Ergebnisse können auf Speicherabrufbildschirmen angezeigt werden (weitere Informationen finden Sie unter 8.4 Abrufen von Testergebnissen).

```
I/U 4/4
-----
T15 = 47.3 °C
T10 = 47.8 °C
T5  = 49.8 °C
T0  = 47.3 °C
MEM
```

Abbildung 6.27: Beispiel der Zelltemperatur vor dem Prüfungsergebnisbildschirm

Angezeigte Ergebnisse:

T15 .....Zelltemperatur 15 Minuten vor der PV-Prüfung  
T10 .....Zelltemperatur 10 Minuten vor der PV-Prüfung  
T5 .....Zelltemperatur 5 Minuten vor der PV-Prüfung  
T0 .....Zelltemperatur exakt vor Beginn der PV-Prüfung

## 7 Messungen - Leistung und Energie

Einphasen Leistungsmessungen und -prüfungen (Unterfunktionen) können mit dem EurotestPV-Gerät durchgeführt werden. Hauptmerkmale sind:

- ❑ Messung der Standardleistungsparameter,
- ❑ Oberwellenanalyse für Spannung und Strom,
- ❑ Anzeige der Wellenformen für Spannung und Strom,
- ❑ Energiezählung.

### 7.1 Leistung

Die Funktion Leistung ist dafür vorgesehen, die Standardparameter für die Leistung P, Q, S, THDU und PF zu messen.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 7.1: Leistungsmenü

#### Einstellungen und Parameter für den Leistungstest

In diesem Menü können keine Parameter eingestellt werden.

#### Anschluss für den Leistungstest

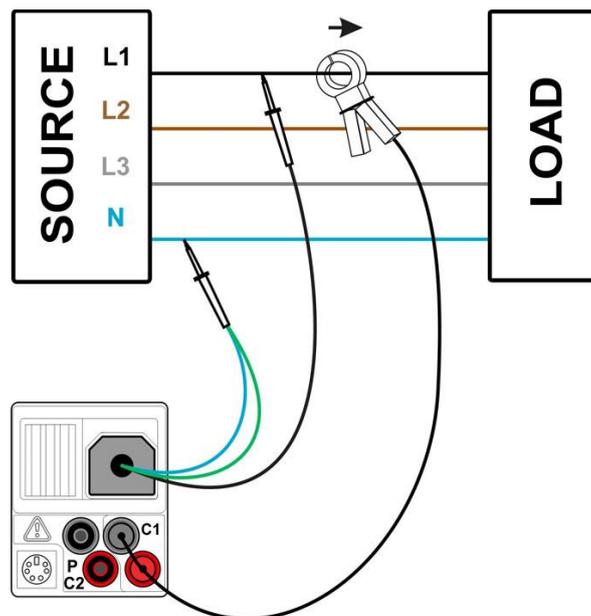


Abbildung 7.2: Leistungsmessung

**Leistungsprüfverfahren**

- ❑ Wählen Sie mit den Funktionswahltaeten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **LEISTUNG**.
- ❑ Schließen Sie die Spannungsprüfleitungen und die Stromzange am Instrument an.
- ❑ **Schließen** Sie die Spannungsmessleitungen und die Stromzange am Prüfling an (siehe Abbildung 7.2).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die kontinuierliche Messung zu starten.
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- ❑ **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).



Abbildung 7.3: Ergebnisse der Leistungsmessung

Anzeigeergebnisse für Leistungsmessungen

- P.....Wirkleistung
- S.....Scheinleistung
- Q .....Blindleistung (kapazitiv oder induktiv)
- LF.....Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
- THDU.....Spannungsklirrfaktor/ Gesamtverzerrung durch Oberwellen

**Hinweise:**

- ❑ Beachten Sie die Polarität und die Einstellungen der Stromzangen (siehe Kapitel 4.4.8 Einstellungen der Stromzangen).
- ❑ Die Ergebnisse könne auch während der Messungen gespeichert werden.

**7.2 Oberschwingungen**

Harmonische sind Bestandteile des Spannungs- und des Stromsignals, die mit einem ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz schwingen. Die Harmonischenwerte sind ein bedeutender Parameter der Leistungsqualität.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 7.4: Oberschwingungsmenü

**Einstellungen und Parameter der Funktion Oberwellen**

Eingang	Angezeigte Parameter [ Spannung U oder Strom I ]
<b>h:0..h:11</b>	Ausgewählte Oberwelle

**Anschluss für die Messung von Oberwellen**

(Siehe Abbildung 7.2)

## Verfahren zur Messung der Oberwellen

- Wählen Sie mit den Funktionswahltafeln und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **HARMONISCHE**.
- **Schließen** Sie die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfgerät an.
- **Schließen** Sie die Spannungsmessleitungen und die Stromzange am Prüfling an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die kontinuierliche Messung zu starten.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

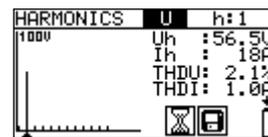
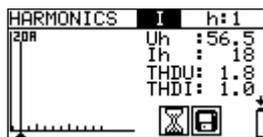


Abbildung 7.5: Beispiele für die Ergebnisse der Oberschwingungsmessung

Anzeigerggebnisse für Oberwellenmessungen

Uh..... TRMS Spannung der ausgewählten Oberwelle

Ih ..... TRMS Strom der ausgewählten Oberwelle

THDU..... Spannungsklirrfaktor/ Gesamtverzerrung durch Oberwellen

THDI..... Spannungsklirrfaktor/ Gesamtverzerrung durch Oberwellen

### Hinweise:

- Die Parameter (Eingangswert und Oberwellenzahl) können geändert werden und können zudem während der Messung gespeichert werden.
- Das Anzeigediagramm wählt den Bereich automatisch.

## 7.3 Oszilloskop

Die Funktion Oszilloskop ist dafür ausgelegt, die Form der Spannung und des Stroms zu prüfen.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 7.6: Menü Oszilloskop

### Einstellungen und Parameter der Funktion Oszilloskop

Eingang	Angezeigte Parameter [Spannung U oder Strom I oder U, I]
---------	--

## Anschluss für die Oszilloskop-Messung

(Siehe Abbildung 7.2)

### Verfahren der Oszilloskop-Messung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten NACH OBEN/NACH UNTEN die Unterfunktion **SCOPE** aus.
- **Schließen** Sie die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfgerät an.
- **Schließen** Sie die Spannungsmessleitungen und die Stromzange am Prüfling an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die kontinuierliche Messung zu starten.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

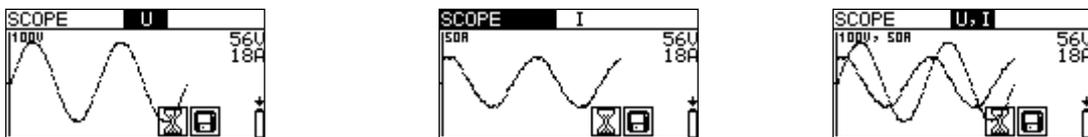


Abbildung 7.7: Beispiele für Ergebnisse der Oszilloskop-Messung

Es werden die Effektivwerte für Spannung und Strom angezeigt.

#### Hinweise:

- Die Parametereingabe kann geändert- und Ergebnisse können auch während der Messungen gespeichert werden.
- Für die angezeigten Wellenformen wird der Bereich automatisch gewählt.

## 7.4 Strom

Diese Funktion dient zur Messung von Last- und Ableitströmen mit Stromzangen. Es stehen zwei unabhängige Messeingänge zur Verfügung.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.

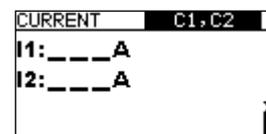


Abbildung 7.8: Menü „Strom“

### Einstellungen und Parameter für die für Strommessung

Eingang	Ausgewählter Kanal [C1, C2, beide]
---------	------------------------------------

## Anschlüsse für die Strommessung

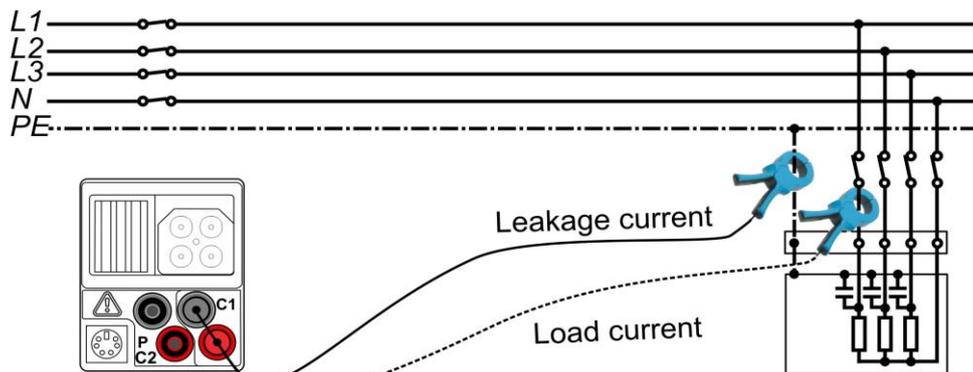


Abbildung 7.9: Ableitstrom- und Laststrommessungen

## Strommessverfahren

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten die Funktion **STROM** aus.
- Wählen Sie den Eingabekanal (optional).
- Schließen** Sie die Stromzange(n) am Prüfgerät an.
- Schließen** Sie die Prüflitungen am Prüfling an (siehe Abbildung 7.9).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die kontinuierliche Messung zu starten.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

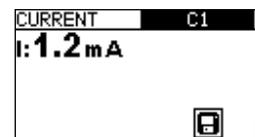
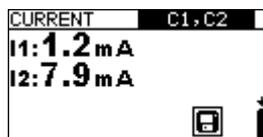


Abbildung 7.10: Beispiele für die Ergebnisse der Strommessung

Angezeigte Ergebnisse der Strommessung:

I, I1, I2 .....Strom

### Anmerkung:

- Kanal C2 ist ausschließlich für die Messung mit der Stromzange A 1391 ausgelegt.

## 7.5 Energie

In dieser Funktion kann die verbrauchte und erzeugte Energie gemessen werden.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionen finden Sie in Kapitel 4.2 „Funktionsauswahl“.



Abbildung 7.11: Menü Energie

## Einstellungen und Parameter für die für Energiemessung

$I_{MAX}$	Maximal zu erwartender TRMS Strom während der Messung [ $I_{range}$ , $I_{range}/10$ , $I_{range}/100$ ]
$U_{MAX}$	Maximal zu erwartende TRMS Spannung während der Messung [260 V, 500 V]

### Anschluss für die Energiemessung

(Siehe Abbildung 7.2)

### Verfahren der Energiemessung

- Wählen Sie mit den Funktionswahltasten und den Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  die Unterfunktion **ENERGIE**.
- Schließen Sie die Spannungsprüfleitungen und die Stromzange am Instrument an.
- **Schließen** Sie die Spannungsmessleitungen und die Stromzange am Prüfling an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).



Abbildung 7.12: Beispiele für Ergebnisse der Energiemessung

### Anzeigergesultnisse für die Energiemessungen

E+.....verbrauchte Energie (Last)  
 E-.....erzeugte Energie (Quelle)  
 P.....momentane Wirkleistung während der Energiemessung  
 t..... Zeit

### Hinweise:

- Beachten Sie die Polarität und die Einstellungen der Stromzangen (siehe Kapitel 4.4.8 Einstellungen der Stromzangen).
- $I_{MAX}$  und  $U_{MAX}$  sollten so hoch eingestellt werden, dass ein Begrenzen (Clamping) der Messsignale vermieden wird. Ein Begrenzen (Clamping) führt zu falschen Energie-Messergebnissen.
- Wenn die gemessenen Ströme und Spannungen unter 20 % der eingestellten Werte für  $I_{MAX}$  und  $U_{max}$  liegen, wird die Messgenauigkeit beeinträchtigt.

## 8 Datenmanagement

### 8.1 Speicherorganisation

Die Messergebnisse können zusammen mit allen wichtigen Parametern auf dem Messgerät gespeichert werden. Nachdem die Messung abgeschlossen ist, können die Ergebnisse zusammen mit Zwischenergebnissen und Funktionsparametern im Flash-Speicher des Messgeräts gespeichert werden.

### 8.2 Datenstruktur

Der Speicher des Geräts ist in 4 Ebenen mit jeweils 199 Speicherplätzen unterteilt. Die Anzahl der Messungen, die auf einem Speicherplatz gespeichert werden können, ist unbegrenzt.

Das **Datenstrukturfeld** beschreibt den Ort der Messung (welches Objekt, welcher Block, welche Sicherung) und wo auf sie zugegriffen werden kann.

Im **Messungsfeld** gibt es Informationen über Typ und Anzahl der Messungen, die zum ausgewählten Strukturelement (Objekt und Block und Sicherung) gehören.

Die Hauptvorteile dieses Systems sind:

- Prüfergebnisse können auf eine strukturierte Weise organisiert und gruppiert werden, welche die Struktur typischer elektrischer Anlagen wiedergibt.
- Kundenspezifische Namen für Datenstrukturelemente können von der PC-Software EurolinkPRO, oder Metrel ES Manager PCSW hochgeladen werden.
- Einfaches Blättern durch Strukturen und Ergebnissen.
- Prüfprotokolle können nach dem Herunterladen der Ergebnisse auf einen PC ohne oder mit nur kleinen Änderungen erstellt werden.

<b>RECALL RESULTS</b>
[OBJ]OBJECT 004
[BLK]BLOCK 001
[FUS]FUSE 002
[CON]CONNECTION 003
> No.: 3/3
VOLTAGE TRMS

Abbildung 8.1: Felder Datenstruktur und Messung

## Datenstrukturfeld

<b>RECALL RESULTS</b>	Menü für die Speicherbedienung
[OBJ]OBJECT 004 [BLK]BLOCK 001 [FUS]FUSE 002 [CON]CONNECTION 003	Datenstrukturfeld
[OBJ]OBJECT 004	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>1. Ebene:</b> <b>OBJEKT:</b> Standardname des Speicherorts (Objekt und laufende Nummer). <b>004:</b> Nr. des ausgewählten Elements</li> </ul>
[BLK]BLOCK 001	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>2. Ebene:</b> <b>BLOCK:</b> Standardname des Speicherorts (Block und laufende Nummer). <b>001:</b> Nr. des ausgewählten Elements</li> </ul>
[FUS]FUSE 002	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>3. Ebene:</b> <b>SICHERUNG:</b> Standardname des Speicherorts (Sicherung und fortlaufende Nummer). □ <b>002:</b> Nr. des ausgewählten Elements</li> </ul>
[CON]CONNECTION 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>4. Ebene:</b> <b>VERBINDUNG:</b> Standardname des Speicherorts (Verbindung und laufende Nummer). <b>003:</b> Nr. des ausgewählten Elements</li> </ul>
No.: 20 [112]	Anzahl der Messungen am ausgewählten Speicherort [Anzahl der Messungen an der gewählten Speicherstelle und ihren Unterspeicherstellen]

## Messungsfeld

VOLTAGE TRMS	Art der am ausgewählten Speicherplatz gespeicherten Messung.
> No.: 3/3	Anzahl der ausgewählten Prüfergebnisse / Anzahl aller gespeicherten Prüfergebnisse auf dem Speicherplatz.

## 8.3 Speichern von Prüfergebnissen

Nach Abschluss eines Tests können die Ergebnisse und Parameter gespeichert werden (im Infocfeld wird das Symbol  angezeigt). Der Benutzer kann die Ergebnisse durch Drücken der Taste **MEM** speichern.

```

Save results
[OBJ]OBJECT 004
[BLO]BLOCK 001
[FUS]FUSE 002
> [CON]CONNECTION 003
FREE: 95.3%
MEM : SAVE

```

Abbildung 8.2: Menü für das Speichern von Tests

Memory free: 99.6% Verfügbarer Speicherplatz zum Speichern der Ergebnisse.

Tasten im Menü zur Speicherung von Prüfungen – Datenstrukturfeld:

<b>TAB</b>	Wählt das Speicherortelement aus (Objekt/Block/Sicherung/Verbindung).
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherortelemente (1 bis 199) aus.
<b>MEM</b>	Speichert die Prüfergebnisse am ausgewählten Speicherplatz und kehrt zum Messmenü zurück.
<b>Funktionswahltasten / TEST</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

### Hinweise:

- Das Instrument ermöglicht in der Standardeinstellung das Speichern des Ergebnisses am zuletzt ausgewählten Speicherort.
- Falls die Messung an derselben Speicherstelle gespeichert werden soll wie die vorhergehende Messung, drücken Sie zweimal die Taste MEM.

## 8.4 Abrufen von Prüfergebnissen

Drücken Sie die Taste **MEM** in einem Hauptfunktionsmenü, während kein Ergebnis zum Abspeichern bereitsteht, oder wählen Sie **SPEICHER** im Menü **EINSTELLUNGEN**

```

RECALL RESULTS
> [OBJ]OBJECT 004
  [BLK]-----
  [FUS]-----
  [CON]-----
No.: 0 [4]
  
```

Abbildung 8.3: Abrufmenü - Anlagenstrukturfeld ausgewählt

```

RECALL RESULTS
[OBJ]OBJECT 004
[BLO]BLOCK 001
[FUS]FUSE 002
[CON]CONNECTION 003
> No.: 4/4
  R LOWΩ
  
```

Abbildung 8.4: Abrufmenü – Messungsfeld ausgewählt

Tasten im Speicherabrufmenü (Installationsstrukturfeld gewählt):

<b>TAB</b>	Wählt das Speicherortelement aus (Objekt/Block/Sicherung/Verbindung).
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherortelemente (1 bis 199) aus.
<b>Funktionswahltasten/ESC</b>	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
<b>TEST</b>	Öffnet das Messungsfeld

Tasten im Speicherabrufmenü (Messungsfeld):

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die gespeicherte Messung aus.
<b>TAB/ESC</b>	Keht zum Anlagenstrukturfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
<b>TEST</b>	Zeigt die ausgewählten Messergebnisse an.

```

zline ---
z:4.27Ω
Isc:53.9A Lim:---A
> 6/6
MEM
  
```

Abbildung 8.5: Beispiel für ein abgerufenes Messergebnis

Tasten im Speicherabrufmenü (Messergebnisse werden angezeigt)

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Zeigt die an der ausgewählten Speicherstelle gespeicherten Messergebnisse an.
<b>HILFE</b>	Zwischen mehreren Ergebnisbildschirmen wechseln
<b>MEM / ESC</b>	Keht zum Messfeld zurück.
<b>Funktionswahltasten / TEST</b>	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.

## 8.5 Löschen der gespeicherten Daten

### 8.5.1 Löschen des gesamten Speicherinhalts

Wählen Sie im Menü **SPEICHER** die Option **GESAMTEN SPEICHER LÖSCHEN** aus. Eine Warnung wird angezeigt.

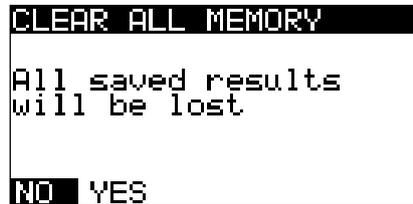


Abbildung 8.6: Gesamten Speicher löschen

Tasten im Menü für das Löschen des gesamten Speichers:

<b>TEST</b>	Bestätigt das Löschen des gesamten Speicherinhalts (JA muss mit den Tasten $\blacktriangle$ / $\blacktriangledown$ ausgewählt werden).
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderung zum Hauptfunktionsmenü zurück



Abbildung 8.7: Löschen des Speichers wird ausgeführt

### 8.5.2 Löschen von Messung(en) an der ausgewählten Speicherstelle

Wählen Sie **DATEN LÖSCHEN** im Menü **SPEICHER**.

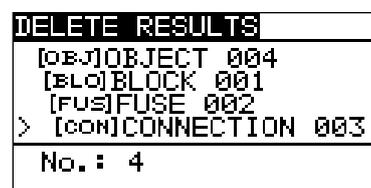
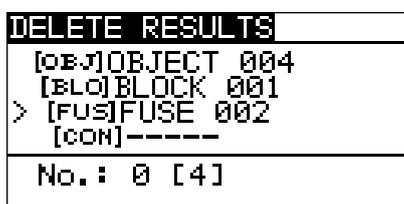


Abbildung 8.8: Menü „Messungen löschen“ (Datenstrukturfeld ausgewählt)

Tasten im Menü zum Löschen von Ergebnissen (Installationsstrukturfeld gewählt):

<b>TAB</b>	Wählt das Speicherortelement aus (Objekt/Block/Sicherung/Verbindung).
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherortelemente (1 bis 199) aus.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.

<b>ESC</b>	Kehrt zum Speichermenü zurück.
<b>TEST</b>	Ruft das Dialogfenster zum Löschen aller Messungen am ausgewählten Speicherort sowie an den Unterspeicherorten auf.

Tasten im Dialogfeld zum Bestätigen des Löschens von Ergebnissen an der gewählten Speicherstelle:

<b>TEST</b>	Löscht alle Ergebnisse am ausgewählten Speicherort.
<b>MEM / ESC</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Menü „Ergebnisse löschen“ zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderung zum Hauptfunktionsmenü zurück.

### 8.5.3 Löschen einzelner Messungen

Wählen Sie **DATEN LÖSCHEN** im Menü **SPEICHER**.

<b>DELETE RESULTS</b>
[OB]OBJECT 004
[BL]BLOCK 001
[FUS]FUSE 002
[CON]CONNECTION 003
> No.: 4/4
R LOW

Abbildung 8.9: Menü zum Löschen einer einzelnen Messung (Installationsstrukturfeld ausgewählt)

Tasten im Menü zum Löschen von Ergebnissen (Installationsstrukturfeld gewählt):

<b>TAB</b>	Wählt das Speicherortelement aus (Objekt/Block/Sicherung/Verbindung).
<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherortelemente (1 bis 199) aus.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Speichermenü zurück.
<b>MEM</b>	Ruft das Messfeld zum Löschen einzelner Messungen auf.

Tasten im Menü Messergebnisse löschen (Messungsfeld ausgewählt)

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wählt die Messung aus.
<b>TEST</b>	Öffnet das Dialogfenster zum Löschen der ausgewählten Messung.
<b>TAB/ESC</b>	Kehrt zum Anlagenstrukturfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderung zum Hauptfunktionsmenü zurück

Tasten im Dialogfeld zum Bestätigen des Löschens der ausgewählten Ergebnis(se).

<b>TEST</b>	Löscht das ausgewählte Messergebnis.
<b>MEM / TAB / ESC</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Messfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderung zum Hauptfunktionsmenü zurück

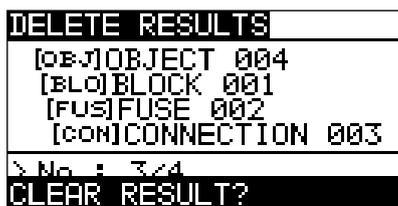


Abbildung 8.10: Bestätigungdialogfenster

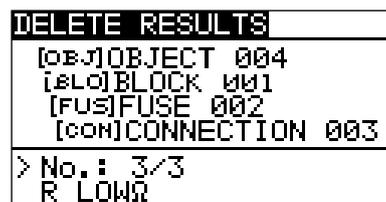


Abbildung 8.11: Anzeige nachdem die Messung gelöscht wurde

### 8.5.4 Umbenennen von Anlagenstrukturelementen (Upload vom PC)

Standard-Installationsstrukturelemente sind "Objekt", „Block“, "Sicherung" und "Verbindung".

Im PC-Softwarepaket EurolinkPRO, oder Metrel ES Manager können Standardnamen in vom Kunden gewählte Namen geändert werden, die der geprüften Anlage entsprechen. Im Hilfemenü der PC-Software EurolinkPRO oder Metrel ES Manager, finden Sie Informationen darüber, wie Sie von Ihnen gewählte Namen in das Instrument laden können.

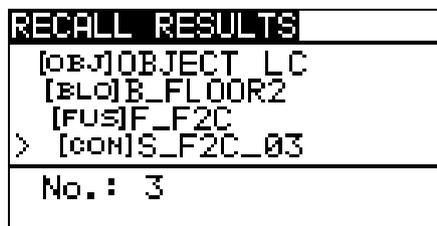


Abbildung 8.12: Beispiel für Menü mit benutzerdefinierten Anlagenstrukturnamen

### 8.5.5 Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente mit seriellen Barcode-/ RFID-Lesegerät

Standard-Installationsstrukturelemente sind "Objekt", "Block", "Sicherung" und "Verbindung".

Wenn das Messgerät im Menü Ergebnisse Speichern Befindet, kann die Speicherstellen-ID von einem Barcodeschild mit Hilfe eines Barcode-Lesegeräts gescannt, oder von einem RFID-Tag mit Hilfe eines RFID-Lesegerät gelesen werden.

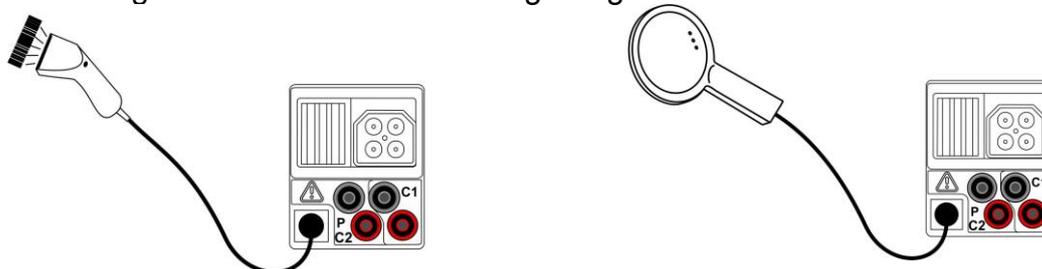


Abbildung 8.13: Anschluss des Barcode-Lesegeräts und des RFID-Lesegeräts

#### Umbenennen des Speicherorts

- Schließen Sie das Barcode-Lesegerät oder das RFID-Lesegerät an das Prüfgerät an.
- Stellen Sie sicher, dass im Menü Kommunikation die Option RS232 ausgewählt ist.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>□ Wählen Sie im Menü Speichern die Speicherstelle, die umbenannt werden soll.</li><li>□ Der neue Name der Speicherstelle (aus einem Barcode-Etikett oder RFID-Tag gescannt) wird in das Messgerät übernommen. Der erfolgreiche Empfang des Barcodes oder RFID-Tag wird durch zwei kurze Bestätigungstöne bestätigt.</li></ul> |
|---|

**Anmerkung:**

- Verwenden Sie nur Barcodeleser und RFID-Lesegeräte von Metrel oder von einem Vertragshändler geliefert werden.

## 8.6 Kommunikation

Am Instrument sind zwei Kommunikationsschnittstellen vorhanden: USB oder RS 232. Mit dem optionalen Bluetooth-Dongle A 1436 kann das Prüfgerät auch über Bluetooth kommunizieren.

### 8.6.1 USB und RS232 Kommunikation

Abhängig von der erkannten Schnittstelle wählt das Prüfgerät automatisch den Kommunikationsmode aus. USB-Schnittstelle hat Vorrang.

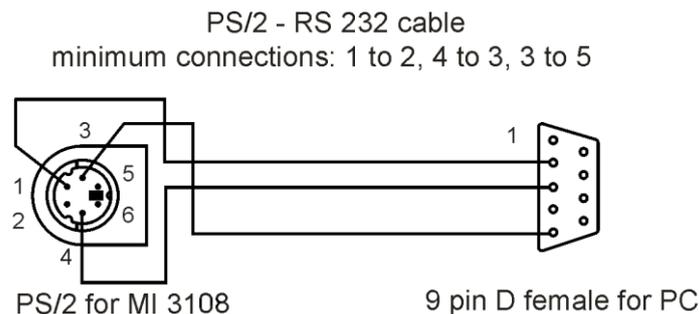


Abbildung 8.14: Schnittstellenanschluss für die Datenübertragung über den PC COM-Port

#### So konfigurieren Sie eine USB-Verbindung zwischen Prüfgerät und PC

- Verbinden Sie mit dem USB-Schnittstellenkabel einen USB-Anschluss des Computers mit dem USB-Anschluss des Instruments.
- Schalten Sie den PC und das Prüfgerät **ein**.
- Starten** Sie das Programm *EuroLinkPRO* oder Metrel ES Manager.
- Der PC und das Prüfgerät erkennen sich automatisch.
- Das Gerät ist bereit, mit dem PC zu kommunizieren.

#### So konfigurieren Sie eine RS232-Verbindung zwischen Prüfgerät und PC

- Verbinden Sie einen PC COM Port mit dem PS/2-Anschluss des Prüfgeräts mit dem seriellen Kommunikationskabel PS/2-RS232.
- Schalten Sie den PC und das Prüfgerät **ein**.
- Stellen Sie die Kommunikationseinstellungen auf RS232
- Starten** Sie das Programm *EuroLinkPRO* oder Metrel ES Manager.
- Stellen Sie den COM-Port und die Baudrate ein.
- Das Prüfgerät ist bereit, mit dem PC zu kommunizieren.

Das Programm EuroLinkPRO ist eine PC-Software, die unter Windows XP, Windows Vista, Windows 7 und Windows 10 läuft. Weitere Informationen über Installation und Ausführung des Programms finden Sie in der Datei README\_EuroLink.txt auf der CD. Metrel ES Manager ist eine PC-Software, die auf den Betriebssystemen Windows 10 und Windows 11 läuft.

#### Hinweise:

- Vor der Verwendung der USB-Schnittstelle sollten auf dem Computer USB-Treiber installiert worden sein. Anleitungen zur USB-Installation finden Sie auf der Installations-CD.
- Die RS232 Schnittstelle unterstützt auch weitere Dienste (zum Beispiel die Aktualisierung des Prüfgeräts, Anschluss von Sensoren, Adaptionen, usw.

## 8.6.2 Bluetooth-Kommunikation:

### **So konfigurieren Sie eine Bluetooth-Verbindung zwischen dem Instrument und einem Computer:**

Für die Bluetooth-Kommunikation mit dem PC muss zuerst eine Standard-serielle Schnittstelle über eine Bluetooth-Verbindung für den Bluetooth Dongle A 1436 konfiguriert werden.

- Schalten Sie das Prüfgerät Aus und wieder Ein.
- Stellen Sie sicher, dass der Bluetooth Dongle A 1436 ordnungsgemäß initialisiert ist. Andernfalls muss der Bluetooth-Dongle wie in Kapitel 4.4.7 *Kommunikation* beschrieben initialisiert werden.
- Konfigurieren Sie auf dem Computer einen seriellen Standardanschluss, um die Kommunikation über eine Bluetooth-Verbindung zwischen dem Instrument und einem Computer zu ermöglichen. In der Regel wird für das Verbinden der Geräte kein Code benötigt.
- Starten Sie *das Programm* EurolinkPRO oder Metrel ES Manager.
- Der PC und das Prüfgerät erkennen sich automatisch.
- Das Gerät ist bereit, mit dem PC zu kommunizieren.

### **So konfigurieren Sie eine Bluetooth-Verbindung zwischen Prüfgerät und Android-Gerät**

- Schalten Sie das Gerät aus und ein.
- Stellen Sie sicher, dass der Bluetooth Dongle A 1436 ordnungsgemäß initialisiert ist. Andernfalls muss der Bluetooth-Dongle wie in Kapitel 4.4.7 *Kommunikation* beschrieben initialisiert werden.
- Einige Android-Anwendungen führen das Setup einer Bluetooth-Verbindung automatisch durch. Es wird empfohlen, diese Option zu nutzen, wenn sie vorhanden ist.  
Diese Option wird von Metrels Android-Anwendungen unterstützt.
- Falls diese Option von der gewählten Android-Anwendung nicht unterstützt wird, dann konfigurieren Sie eine Bluetooth-Verbindung mithilfe des Bluetooth-Konfigurationstools des Android-Geräts. In der Regel wird für das Verbinden der Geräte kein Code benötigt.
- Das Prüfgerät und das Android-Gerät sind nun bereit, miteinander zu kommunizieren.

### **So konfigurieren Sie eine Bluetooth-Verbindung zwischen EurotestPV Prüfgerät und Metrel Leistungsmesser**

- Schalten Sie das EurotestPV Prüfgerät Aus und wieder Ein.

- Stellen Sie sicher, dass der EurotestPV Bluetooth-Dongle A 1436 angeschlossen und ordnungsgemäß initialisiert ist. Andernfalls muss der Bluetooth-Dongle wie in Kapitel 4.4.7 *Kommunikation* beschrieben initialisiert werden.
- Schalten Sie den Metrel Leistungsmesser ein. Verbinden Sie den Bluetooth Dongle A 1436 mit dem PS/2-Anschluss des Prüfgeräts.
- Stellen Sie sicher, dass der Bluetooth Dongle A 1436 ordnungsgemäß initialisiert ist (als PowerQ-Gerät). Andernfalls muss der Bluetooth-Dongle wie in Kapitel 4.4.7 *Kommunikation* beschrieben initialisiert werden.
- Die Einstellungen im Kommunikationsmenü des Messgeräts (siehe Kapitel 4.4.7 *Kommunikation*) sollten wie folgt sein:
  - COM PORT: BT-DONGLE
  - BLUETOOTH GERÄTE: PowerQ
- Die EurotestPV Messgerät und Leistungsmesser sind bereit, zu kommunizieren.

**Hinweise:**

- Möglicherweise werden Sie vom PC oder Android-Gerät aufgefordert, den Code einzugeben. Geben Sie für eine korrekte Konfiguration der Bluetooth-Verbindung den Code ‚NNNN oder 1234‘ ein.
- Der Name des korrekt konfigurierten Bluetooth-Geräts muss den Gerätetyp und die Seriennummer enthalten, z. B. *MI 3360 BT-12240429I*. Wenn der Bluetooth Dongle einen anderen Namen erhalten hat, muss die Konfiguration wiederholt werden.

## **9 Instrumenten-Upgrades**

Das Messgerät kann von einem PC über die RS232-Schnittstelle aktualisiert werden. Dadurch ist das Instrument auch dann auf dem neuesten Stand, wenn sich Normen oder Vorschriften ändern. Das Software-Update kann mithilfe eines speziellen Programms und des Kommunikationskabels durchgeführt werden (*siehe Abbildung 8.14*). Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Händler.

## 10 Wartung

Unbefugten Personen ist nicht erlaubt, das EurotestPV Prüfgerät zu öffnen. Im Inneren des Messgeräts gibt es keine vom Benutzer zu ersetzende Teile, außer der Batterie unter der rückseitigen Abdeckung.

### 10.1 Ersetzen der Sicherung

Unter der rückseitigen Abdeckung des EurotestPV gibt es eine Sicherung.

- F1  
FF 315 mA / 1000 VDC, 32×6 mm (Schaltleistung: 50 kA)  
Diese Sicherung schützt die internen Schaltkreise für die Durchgangsfunktionen, falls die Testfühler während der Messung versehentlich an die Netzspannung angeschlossen werden.  
Die Position der Sicherung ist in Abbildung 3.4 in Kapitel 3.3 Rückseite zu sehen.

Das Optionale Zubehör A 1385 PV-Prüfkabel verfügt über eine austauschbare Sicherung in jeder Messleitung.

- FF 315 mA / 1000 VDC, 32×6 mm (Schaltleistung: 50 kA)

#### Warnungen!

-  **Trennen Sie alle Messzubehöerteile und schalten Sie das Messgerät aus, bevor Sie das Batterie-/Sicherungsfach öffnen, da im Gerät gefährliche Spannungen anliegen!**
- Ersetzen Sie durchgebrannte Sicherungen mit dem gleichen Typ, da das Instrument oder Zubehör andernfalls beschädigt und/oder die Sicherheit des Bedieners beeinträchtigt werden kann.

### 10.2 Reinigung

Für das Gehäuse ist keine besondere Pflege erforderlich. Verwenden Sie zum Reinigen der Oberfläche des Geräts oder Zubehörs einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtet wird. Lassen Sie das Gerät vor der Benutzung vollständig abtrocknen.

#### Warnungen!

- Verwenden Sie keine auf Benzin oder Kohlenwasserstoff basierende Flüssigkeiten!
- Verschütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Instrument!

### 10.3 Periodische Kalibrierung

Das Instrument muss regelmäßig kalibriert werden, damit die in diesem Handbuch angeführten technischen Spezifikationen gewährleistet sind. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Die Kalibrierung darf nur von einem autorisierten Techniker durchgeführt werden. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Händler.

## **10.4** **Wartung**

Wenden Sie sich jederzeit und insbesondere bei Reparaturen, die unter die Garantie fallen, jederzeit an Ihren Händler.

# 11 Technische Daten

## 11.1 Isolationswiderstand, Isolationswiderstand von PV Systemen

Isolationswiderstand (Nennspannungen 50 V<sub>DC</sub>, 100 V<sub>DC</sub> und 250 V<sub>DC</sub>)

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt 0,15 MΩ ÷ 199,9 MΩ.

Messbereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(±5 % des Messwerts + 3 Digits)
20,0 ÷ 99,9	0,1	±(10 % des Messwerts)
100,0 ÷ 199,9		±(20 % des Messwerts)

Isolationswiderstand (Nennspannungen 500 V<sub>DC</sub>, 100 V<sub>DC</sub> und 1000 V<sub>DC</sub>)

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt 0,15 MΩ ÷ 1 GΩ.

Messbereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(±5 % des Messwerts + 3 Digits)
20,0 ÷ 199,9	0,1	±(5 % des Messwerts)
200 ÷ 999	1	±(10 % des Messwerts)

Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 1200	1	±(±3 % des Messwerts + 3 Digits)

Nennspannungen .....50 V<sub>DC</sub>, 100 V<sub>DC</sub>, 250 V<sub>DC</sub>, 500 V<sub>DC</sub>, 1000 V<sub>DC</sub>

Leerlaufspannung .....-0 % / +20 % der Nennspannung

Messstrom .....min. 1 mA bei R<sub>N</sub>=U<sub>N</sub>×1 kΩ/V

Kurzschlussstrom ..... max. 3 mA

Anzahl der möglichen Prüfungen..... > 1200 bei vollständig geladener Batterie

Automatisches Entladen nach dem Test.

Die angegebene Genauigkeit gilt, wenn die Dreileiter-Prüfleitung verwendet wird, bei Verwendung der Commander-Prüfspitze ist sie dagegen bis 100 MΩ gültig.

Die angegebene Genauigkeit gilt bis 100 MΩ wenn die relative Luftfeuchtigkeit > 85 % ist.

Falls das Gerät feucht wird, kann das Ergebnis beeinträchtigt werden. In diesem Fall wird empfohlen, das Gerät und sein Zubehör mindestens 24 Stunden lang zu trocknen.

Der Fehler unter Betriebsbedingungen darf maximal der Fehler unter Referenzbedingungen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) ± 5 % des Messwerts sein.

## 11.2 Durchgang

### 11.2.1 Widerstand R LOW $\Omega$

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt 0,16 M $\Omega$  ÷ 1999  $\Omega$ .

Messbereich R ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	$\pm(\pm 3\%$ des Messwerts + 3 Digits)
20,0 ÷ 199,9	0,1	$\pm(5\%$ des Messwerts)
200 ÷ 1999	1	

Leerlaufspannung .....6,5 V DC ÷ 9 V DC

Messstrom .....min. 200 mA in Lastwiderstand von 2  $\Omega$

Kompensation der Prüflleitungen .....bis zu 5  $\Omega$

Anzahl der möglichen Prüfungen.....> 2000 bei voll aufgeladener Batterie

Automatische Polaritätsumkehr der Prüfspannung.

### 11.2.2 DURCHGANGSwiderstand

Messbereich ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
0,0 ÷ 19,9	0,1	$\pm(\pm 5\%$ des Messwerts + 3 Digits)
20 ÷ 1999	1	

Leerlaufspannung .....6,5 V DC ÷ 9 V DC

Kurzschlussstrom .....max. 8,5 mA

Kompensation der Prüflleitungen .....bis zu 5  $\Omega$

## 11.3 RCD-Tests

### 11.3.1 Allgemeine Daten

Nennfehlerstrom (A, AC) .....10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA,  
1000 mA\*

Genauigkeit des Nennfehlerstroms....-0 / +0,1 $\cdot$ I $\Delta$ ; I $\Delta$  = I $\Delta$ N, 2 $\times$ I $\Delta$ N, 5 $\times$ I $\Delta$ N

-0,1 $\cdot$ I $\Delta$  / +0; I $\Delta$  = 0,5 $\times$ I $\Delta$ N

AS/NZS ausgewählt:  $\pm 5\%$

Form des Prüfstroms .....Sinuswelle (AC), gepulst (A, F), geglättet DC (B, B+)

Gleichstrom-Offset beim gepulsten Prüfstrom 6 mA (typisch)

RCD type .....(unverzögert), S (zeitverzögert)

Anfangspolarität des Prüfstroms..... 0° oder 180°

Spannungsbereich.....93 V ÷ 134 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

185 V ÷ 266 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

I $\Delta$ N (mA)	I $\Delta$ N $\times$ 1/2			I $\Delta$ N $\times$ 1			I $\Delta$ N $\times$ 2			I $\Delta$ N $\times$ 5			RCD I $\Delta$		
	AC	A,F	B, B+	AC	A,F	B,B+	AC	A,F	B,B+	AC	A,F	B,B+	AC	A,F	B,B+
10	5	3,5	5	10	20	20	20	40	40	50	100	100	✓	✓	✓
30	15	10,5	15	30	42	60	60	84	120	150	212	300	✓	✓	✓
100	50	35	50	100	141	200	200	282	400	500	707	1000	✓	✓	✓

300	150	105	150	300	424	600	600	848	x	1500	x	x	✓	✓	✓
500	250	175	250	500	707	1000	1000	1410	x	2500	x	x	✓	✓	✓
1000	500	350	500	1000	1410	x	2000	x	x	x	x	x	✓	✓	x

✓ .....zutreffend

x.....nicht zutreffend

AC-Typ .....sinusförmiger Prüfstrom

A, F Typen.....gepulster Prüfstrom

B, B+ Typen.....geglätteter DC Strom

### 11.3.2 Berührungsspannung (RCD-Uc)

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt 20,0 V ÷ 31,0 V für den Grenzwert der Berührungsspannung 25 V.

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt 20,0 V ÷ 62,0V für den Grenzwert der Berührungsspannung 50V.

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 19,9	0,1	(-0 %/+15 %) des Messwerts ± 10 Digits
20,0 ÷ 99,9	0,1	(-0 %/+15 %) des Messwerts

Die Genauigkeitsangabe gilt, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist und der PE-Anschluss frei von Interferenzspannungen ist.

Prüfstrom ..... max.  $0,5 \times I_{\Delta N}$

Grenzwert Berührungsspannung ..... 25 V, 50 V

Die Genauigkeitsangaben gelten für den gesamten Messbereich.

### 11.3.3 Auslösedauer

Der gesamte Messbereich entspricht den Anforderungen von EN 61557.

Es sind maximale Messzeiten gemäß der gewählten Referenznorm für die RCD-Prüfung eingestellt.

Messbereich (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0,0 ÷ max. Zeit*	0,1	±3 ms

\* Zur maximalen Zeit siehe Normbezüge in 4.4.4 RCD Prüfnorm

Prüfstrom .....  $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ,  $I_{\Delta N}$ ,  $2 \times I_{\Delta N}$ ,  $5 \times I_{\Delta N}$

$5 \times I_{\Delta N}$  ist nicht verfügbar für  $I_{\Delta N} = 1000$  mA (RCD Typ AC) oder  $I_{\Delta N} \geq 300$  mA (RCD Typ A, F, B, B+).

$2 \times I_{\Delta N}$  ist nicht verfügbar für  $I_{\Delta N} = 1000$  mA (RCD Typ A, F) oder  $I_{\Delta N} \geq 300$  mA (RCD Typ B, B+).

$1 \times I_{\Delta N}$  ist nicht verfügbar für  $I_{\Delta N} = 1000$  mA (RCD Typ B, B+).

Die spezifizierte Genauigkeit gilt für den gesamten Anwendungsbereich.

### 11.3.4 Auslösestrom

Auslösestrom

Der gesamte Messbereich entspricht den Anforderungen von EN 61557.

Messbereich $I_{\Delta}$	Auflösung $I_{\Delta}$	Genauigkeit
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 1,1 \times I_{\Delta N}$ (AC-Typ)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 1,5 \times I_{\Delta N}$ (A-Typ, $I_{\Delta N} \geq 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 2,2 \times I_{\Delta N}$ (A-Typ, $I_{\Delta N} < 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 2,2 \times I_{\Delta N}$ (B-Typ)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$

Auslösedauer

Messbereich (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0,0 ÷ 300,0	0,1	$\pm 3$ ms

Berührungsspannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 19,9	0,1	(-0 %/+15 %) des Messwerts $\pm 10$ Digits
20,0 ÷ 99,9	0,1	(-0 %/+15 %) des Messwerts

Die Genauigkeitsangabe gilt, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist und der PE-Anschluss frei von Interferenzspannungen ist.

Die Messung der Auslösung ist nicht verfügbar für  $I_{\Delta N} = 1000$  mA (RCD-Typen B, B+).

Die spezifizierte Genauigkeit gilt für den gesamten Anwendungsbereich.

## 11.4 Fehlerschleifenimpedanz und Kurzschlussstrom

### 11.4.1 Keine Trenneinrichtung oder SICHERUNG ausgewählt

Schleifenimpedanz

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt  $0,25 \Omega \div 9,99$  k $\Omega$ .

Messbereich ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	$\pm(\pm 5 \%$ des Messwerts + 5 Digits)
10,0 ÷ 99,9	0,1	
100 ÷ 999	1	$\pm 10 \%$ des Messwerts
1,00 k ÷ 9,99 k	10	

Kurzschlussstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Fehlerschleifen-Widerstandsmessung
10,0 ÷ 99,9	0,1	
100 ÷ 999	1	
1,00 k ÷ 9,99 k	10	
10,0 k ÷ 23,0 k	100	

Die Genauigkeitsangabe ist gültig, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.

Prüfstrom (bei 230 V)..... 6,5 A (10 ms)

Nennspannungsbereich..... 93 V ÷ 134 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

185 V ÷ 266 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

**11.4.2 RCD ausgewählt**

Fehlerschleifenimpedanz

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt  $0,46 \text{ M}\Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$ .

Messbereich ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 $\div$ 9,99	0,01	$\pm(\pm 5 \%$ des Messwerts + 10 Digits)
10,0 $\div$ 99,9	0,1	
100 $\div$ 999	1	$\pm 10 \%$ des Messwerts
1,00 k $\div$ 9,99 k	10	

Die Genauigkeit kann durch starke Störungen in der Netzspannung beeinträchtigt werden.

Kurzschlussstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 $\div$ 9,99	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Fehlerschleifen-Widerstandsmessung
10,0 $\div$ 99,9	0,1	
100 $\div$ 999	1	
1,00 k $\div$ 9,99 k	10	
10,0 k $\div$ 23,0 k	100	

Nennspannungsbereich..... 93 V  $\div$  134 V (45 Hz  $\div$  65 Hz)  
185 V  $\div$  266 V (45 Hz  $\div$  65 Hz)

Kein Auslösen des RCD.

**11.5 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/Spannungsabfall**

Leitungsimpedanz

Der Messbereich gemäß EN 61557 beträgt  $0,25 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$ .

Messbereich ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 $\div$ 9,99	0,01	$\pm(\pm 5 \%$ des Messwerts + 5 Digits)
10,0 $\div$ 99,9	0,1	
100 $\div$ 999	1	$\pm 10 \%$ des Messwerts
1,00 k $\div$ 9,99 k	10	

Unbeeinflusster Kurzschlussstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 $\div$ 0,99	0,01	Genauigkeit der Leitungswiderstandsmessung berücksichtigen
1,0 $\div$ 99,9	0,1	
100 $\div$ 999	1	
1,00 k $\div$ 99,99 k	10	
100 k $\div$ 199 k	1000	

Prüfstrom (bei 230 V)..... 6,5 A (10 ms)

Nennspannungsbereich..... 93 V  $\div$  134 V (45 Hz  $\div$  65 Hz)  
185 V  $\div$  266 V (45 Hz  $\div$  65 Hz)  
321 V  $\div$  485 V (45 Hz  $\div$  65 Hz)

Spannungsabfall (berechneter Wert)

Messbereich (%)	Auflösung (%)	Genauigkeit
0,0 ÷ 99,9	0,1	Beachten Sie die Genauigkeit der Leitungsimpedanzmessung(en)*

Z<sub>REF</sub> Messbereich..... 0,00 Ω ÷ 20,0 Ω

\*Weitere Informationen zur Berechnung des Spannungsabfallergebnisses finden Sie in Kapitel 5.6.2 Spannungsabfall.

## 11.6 Erdungswiderstand

Messbereich entsprechend EN61557-5 beträgt 0,20 Ω ÷ 1999 Ω.

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(±5 % des Messwerts + 5 Digits)
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 9999	1	

Max. Erdungswiderstand der Hilfselektrode R<sub>C</sub> 100×R<sub>E</sub> oder 50 kΩ (jeweils der niedrigere Wert)

Max. Sondenwiderstand R<sub>P</sub>..... 100×R<sub>E</sub> oder 50 kΩ (je nachdem, was niedriger ist)

Zusätzlicher Fehler für den Sondenwiderstand bei R<sub>Cmax</sub> oder R<sub>Pmax</sub>. ±(±10 % des Messwerts + 10 Digits)

Zusätzliche Fehler

bei 3 V Störspannung (50 Hz) ..... ±(5 % des Messwerts + 10 Digits)

Leerlaufspannung..... < 15 VAC

Kurzschlussstrom ..... < 30 mA

Frequenz der Prüfspannung ..... 125 Hz

Form der Prüfspannung..... Sinuswelle

Anzeigeschwelle der Störspannung..... 1 V (< 50 Ω, ungünstigster Fall))

Automatische Messung der Widerstände an Hilfselektrode und Sonde.

Automatische Messung der Störspannung.

## 11.7 Spannung, Frequenz und Drehfeld

### 11.7.1 Phasenverschiebung

Nennspannungsbereich des Netzes. 100 VAC ÷ 550 VAC

Nennfrequenzbereich ..... 14 Hz ÷ 500 Hz

Angezeigtes Ergebnis..... 1.2.3 oder 3.2.1

**11.7.2 Spannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 550	1	$\pm(\pm 2 \% \text{ des Messwerts} + 2 \text{ Digits})$

Ergebnisart ..... Effektivwert (trms)

Nennfrequenzbereich ..... 0 Hz, 14 Hz ÷ 500 Hz

**11.7.3 Frequenz**

Messbereich (Hz)	Auflösung (Hz)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	$\pm(0,2 \% \text{ des Messwerts} + 1 \text{ Stelle})$
10,0 ÷ 499,9	0,1	

Nennspannungsbereich..... 10 V ÷ 550 V

**11.7.4 Leitungsanschluss-Spannungsmonitor**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
10 ÷ 550	1	$\pm(\pm 2 \% \text{ des Messwerts} + 2 \text{ Digits})$

**11.8 Stromzangen-Effektivwert****Instrument**

Maximale Spannung an den Messeingängen C1 und P/C2... 3 V

Nennfrequenzbereich ..... 0 Hz, 40 Hz ÷ 500 Hz

**AC Stromzange (A1018)**

Messbereich = 20 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,0 m ÷ 99,9 m	0,1 m.	$\pm(\pm 5 \% \text{ des Messwerts} + 5 \text{ Digits})$
100 m ÷ 999 m	1 m.	$\pm(\pm 3 \% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Digits})$
1,00 ÷ 19,99	0,01	$\pm(3 \% \text{ des Messwerts})$

Messbereich = 200 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,00 ÷ 0,09	0,01	Anhaltswert
0,10 ÷ 19,99	0,01	$\pm(\pm 3 \% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Digits})$
20,0 ÷ 199,9	0,1	$\pm(3 \% \text{ des Messwerts})$

**AC/DC-Stromzange (A1391)**

Bereich = 40 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(±3 % des Messwerts + 20 Digits)
20,0 ÷ 39,9	0,1	±(3 % des Messwerts)

Bereich = 300 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,00 ÷ 19,99	0,01	Anhaltswert
20,0 ÷ 39,9	0,1	
40,0 ÷ 299,9 (999,9**)	0,1	±(±3 % des Messwerts + 5 Digits)

\* Die Genauigkeit gilt bei spezifizierten Betriebsbedingungen für das Messgerät und die Stromzange.

\*\* Kundenspezifische Zangen

## 11.9 Leistungstest

### Messeigenschaften

Funktionssymbole	Klasse gemäß IEC 61557-12	Messbereich
P E	2,5	5 % ÷ 100 % $I_{Nom}^{(1)}$
Q	2,5	5 % ÷ 100 % $I_{Nom}^{(1)}$
S	2,5	5 % ÷ 100 % $I_{Nom}^{(1)}$
PF	1	- 1 ÷ 1
f	0,05	40 Hz ÷ 60 Hz
I, $I_{Nenn}$	1,5	5 % ÷ 100 % $I_{Nenn}$
U	1,5	110 V ÷ 500 V
$U_{hn}$	2,5	0 % ÷ 20 % $U_{Nom}$
$THD_U$	2,5	0 % ÷ 20 % $U_{Nom}$
$I_{hn}$	2,5	0 % ÷ 100 % $I_{Nenn}$
$THD_I$	2,5	0 % ÷ 100 % $I_{Nenn}$

<sup>(1)</sup> –  $I_{Nom}$  hängt vom eingestellten Stromsensortyp und dem ausgewählten Strombereich ab:

- A 1018 (20 A or 200 A),
- A 1391 (40 A or 300 A)

### Hinweis:

- In dieser Spezifikation wurden Fehler externer Spannungs- und Stromwandler nicht berücksichtigt.

### Leistung (P, S, Q)

Messbereich von 0,00 W (VA, Var) bis 999 kW (kVA, kVar)

### Leistungsfaktor

Messbereich von - 1,00 bis 1,00

### Spannungsoberwellen

Messbereich von 0,1 V bis 500 V

**Spannung THD**

Messbereich von 0,1 % bis 99,9 %

**Stromoberwellen und Strom THD**

Messbereich von 0,00 A bis 199,9 A

**Energie**

Messbereich von 0,000 Wh bis 1999 kWh

Die Messung erfolgt lückenlos und kontinuierlich.

**Hinweise:**

- In dieser Spezifikation wurden Fehler externer Spannungs- und Stromwandler nicht berücksichtigt.
- Die Genauigkeitswerte für die Energie gelten, wenn  $I > 0.2 I_{MAX}$ .  $I_{MAX}$  im Messmenü auf ENERGIE gesetzt ist.
- Energieergebnisse gelten nur für Ströme  $< 300$  A.

**11.10 PV Prüfungen****11.10.1 Genauigkeit der STC-Daten**

Die Genauigkeit der STC-Werte basiert auf der Genauigkeit der gemessenen elektrischen Größen, der Genauigkeit der Umgebungsparameter und der eingegebenen Parameter des PV-Moduls Siehe Anhang E: In Anhang E: *PV-Messungen – Berechnete Werte* erfahren Sie mehr über das Berechnen der STC-Werte.

**11.10.2 Modul, Wechselrichter****DC Spannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 14,9	0,1	Anhaltswert
15,0 ÷ 199,9	0,1	$\pm (\pm 1,5 \% \text{ des Messwerts} + 5 \text{ Digits})$
200 ÷ 999	1	$\pm 1,5 \% \text{ des Messwerts}$

**DC-Strom**

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	10	$\pm (\pm 1,5 \% \text{ des Messwerts} + 5 \text{ Digits})$
20,0 ÷ 199,9	100	$\pm 1,5 \% \text{ des Messwerts}$
20,0 ÷ 199,9	1000	$\pm 1,5 \% \text{ des Messwerts}$

\* Kundenspezifische Zangen

**DC Leistung**

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
0 - 1999	1	$\pm (\pm 2,5 \% \text{ des Messwerts} + 6 \text{ Digits})$
2,00 k ÷ 19,99 k	10	$\pm 2,5 \% \text{ des Messwerts}$
20,0 k ÷ 199,9 k	100	$\pm 2,5 \% \text{ des Messwerts}$
200 k ÷ 999 k	1000	$\pm 2,5 \% \text{ des Messwerts}$

**Wechselspannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 99,9	0,1	± (±1,5 % des Messwerts + 3 Digits)
100,0 ÷ 199,9	0,1	±1,5 % des Messwerts
200 ÷ 999	1	

**AC-Strom**

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	10	±(±1,5 % des Messwerts + 3 Digits)
10,00 ÷ 19,99	10	±1,5 % des Messwerts
20,0 ÷ 199,9	100	
200 ÷ 299 (999*)	1000	

\* Kundenspezifische Zangen

**AC Leistung**

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
0 ÷ 1999	1	± (±2,5 % des Messwerts + 6 Digits)
2,00 k ÷ 19,99 k	10	±2,5 % des Messwerts
20,0 k ÷ 199,9 k	100	
200 k ÷ 999 k	1000	

**Hinweise:**

- In dieser Spezifikation wurden Fehler externer Spannungs- und Stromwandler nicht berücksichtigt.
- Für Messbereich, Auflösung und Genauigkeit der 3-Phasen Wechselspannungs-Leistungen (Pt, P1, P2 und P3) und in den Unterfunktionen des Wechselrichters AC3 und AC3/DC beziehen sich auf die technischen Daten des verwendeten Metrel Leistungsmessers.

**11.10.3 U-I-Kennlinie****DC Spannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 15,0	0,1	Anhaltswert
15,1 ÷ 199,9	0,1	± (±2 % des Messwerts + 2 Digits)
200 ÷ 999	1	±2 % des Messwerts

**DC-Strom**

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	±(±2 % des Messwerts + 3 Digits)
10,00 ÷ 15,00	0,01	±2 % des Messwerts

**DC Leistung**

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
-----------------	---------------	-------------

0 - 1999	1	$\pm (\pm 3 \% \text{ des Messwerts} + 5 \text{ Digits})$
2,00 k ÷ 14,99 k	10	$\pm 3 \% \text{ des Messwerts}$

Maximale Leistung des PV-Strings: 15 kW\*

**11.10.4 Uoc - Isc****DC Spannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 15,0	0,1	Anhaltswert
15,1 ÷ 199,9	0,1	± (±2 % des Messwerts + 2 Digits)
200 ÷ 999	1	±2 % des Messwerts

**DC-Strom**

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	±(±2 % des Messwerts + 3 Digits)
10,00 ÷ 15,00	0,01	±2 % des Messwerts

Maximale Leistung des PV-Strings: 15 kW\*

**11.10.5 Umgebungsparameter****Sonneneinstrahlung****Prüfspitze A 1399**

Messbereich (W/m <sup>2</sup> )	Auflösung (W/m <sup>2</sup> )	Genauigkeit
300 ÷ 999	1	± (±5 % des Messwerts + 5 Digits)
1000 ÷ 1999	1	± 5 % des Messwerts

Messprinzip: Pyranometer

Betriebsbedingungen:

Betriebstemperaturbereich ..... -40°C ÷ 55 °C

Entwickelt für den Dauereinsatz im Freien.

**Prüfspitze A 1427**

Messbereich	Auflösung (W/m <sup>2</sup> )	Genauigkeit
0 ÷ 999 W/m <sup>2</sup>	1	± (4 % + 5 Digits)
1,00 ÷ 1,75 kW/m <sup>2</sup>	10	± 4 %

Messprinzip: Monokristalline PV-Zelle, mit Temperatenausgleich

Betriebsbedingungen:

Betriebstemperaturbereich ..... -20°C ÷ 55 °C

Verschmutzungsgrad.....IP 44

**Temperatur (Zelle und Umgebung)**

**Prüfspitze A 1400**

Messbereich (%)	Auflösung (°C)	Genauigkeit
-10,0 ÷ 85,0	0,1	± 5 Digits

Entwickelt für den Dauereinsatz im Freien.

**Hinweis:**

- Die angegebene Genauigkeit gilt für eine stabile Bestrahlungsstärke und Temperatur während der Prüfung.

**11.10.6 Isolationswiderstand von PV Systemen:**

Siehe Kapitel 11.1. *Isolationswiderstand*, Isolationswiderstand von PV Systemen.

## 11.11 Allgemeine Daten

Versorgungsspannung.....	9 V <sub>DC</sub> (6×1.5 V Batterie oder Akku, Größe AA)
Betriebsdauer .....	typisch 20 Stunden
Eingangsspannung Ladebuchse .....	12 V ± 10 %
Eingangsstrom Ladebuchse .....	max. 400 mA
Batterieladestrom.....	250 mA (intern geregelt)
Messkategorie .....	1000 V DC CAT II 600 V CAT II 300 V CAT IV
Schutzklasse .....	doppelte Isolierung
Verschmutzungsgrad.....	2
Verschmutzungsgrad.....	IP 40
Höhe .....	≤ 2000 m

Display .....	128x64	Punktmatrixdisplay	mit
Hintergrundbeleuchtung			

Abmessungen (B × H × T) .....	23 cm × 10,3 cm × 11,5 cm
Gewicht 1.3 kg, ohne Batterien / Akkus	

### Referenz Bedingungen

Temperaturbereich .....	10°C ÷ 30 °C
Luftfeuchtigkeitsbereich .....	40 %RH ÷ 70 %RH

### Betriebsbedingungen

Betriebstemperaturbereich .....	0°C ÷ 40 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit.....	95 % RF (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Betrieb .....	Außengebrauch

### Lagerungsbedingungen

Temperaturbereich .....	-10°C ÷ +70 °C
Maximale relative Luftfeuchte .....	90 %RH (-10 °C ÷ +40 °C) 80 %RH (40 °C ÷ 60 °C)

### Kommunikations-Übertragungsrate

RS 232 .....	57600 Baud
RS 232 Bluetooth .....	9600 Baud
USB .....	256000 Baud

### Speichergröße:

U-I-Kennlinie, Leistung (Oszilloskop):	ca. 500 Messungen
Weitere Messungen: .....	ca. 1800 Messungen

### EMV

Emission .....	Klasse B
----------------	----------

Immunität..... Grundlegende elektromagnetische Umgebung  
(Tragbare Prüf- und Messgeräte)

Der Fehler bei Betriebsbedingungen kann allenfalls der Fehler bei Referenzbedingungen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) +1 % des Messwerts + 1 Digit sein, sofern nicht für spezielle Funktionen in der Anleitung anders angegeben.

## Anhang A – Sicherungstabelle

### A.1 Sicherungstabelle – IPSC

#### Sicherungstyp NV

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)							
2	32,5	31,8	27,1	22,3	18,7	15,9	13	9,1
4	65,6	64,2	55,3	46,4	38,8	31,9	26	18,7
6	102,8	100,3	85,2	70	56,5	46,4	38	26,7
8	140	136,4	114,2	92	73	60	47	33
10	165,8	162	138,7	115,3	96,5	80,7	70	46,4
12	190	186	161,5	137	114	88	80	50
16	206,9	202,6	176,7	150,8	126,1	107,4	90	66,3
20	276,8	271,3	237,8	204,2	170,8	145,5	120	86,7
25	361,3	353,4	305,5	257,5	215,4	180,2	148	109,3
35	618,1	605,5	529,4	453,2	374	308,7	240	169,5
50	919,2	897,8	768,9	640	545	464,2	380	266,9
63	1217,2	1186,8	1004,3	821,7	663,3	545	440	319,1
80	1567,2	1533,9	1333,5	1133,1	964,9	836,5	670	447,9
100	2075,3	2025,6	1727,3	1429	1195,4	1018	830	585,4
125	2826,3	2763,2	2384,6	2006	1708,3	1454,8	1180	765,1
160	3538,2	3457,2	2971,2	2485,1	2042,1	1678,1	1380	947,9
200	4555,5	4473,5	3981	3488,5	2970,8	2529,9	2050	1354,5
224	5500	5384,7	4692,4	4000	3300	2700	2150	1500
250	6032,4	5906,8	5153,2	4399,6	3615,3	2918,2	2300	1590,6
315	7766,8	7636,1	6851,4	6066,6	4985,1	4096,4	3300	2272,9
400	10577,7	10374	9151,6	7929,1	6632,9	5450,5	4300	2766,1
500	13619	13412,5	12173	10933,5	8825,4	7515,7	5750	3952,7
630	19619,3	19190	16613,7	14037,4	11534,9	9310,9	7400	4985,1
710	19712,3	19562,7	18664,8	17766,9	14341,3	11996,9	8760	6423,2
800	25260,3	24860,3	22460,1	20059,8	16192,1	13545,1	10800	7252,1
1000	34402,1	33567,8	28561,7	23555,5	19356,3	16192,1	13000	9146,2
1250	45555,1	44831,9	40492,3	36152,6	29182,1	24411,6	19500	13070,1

## Sicherungstyp gG

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	<b>Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)</b>							
2	32,5	31,8	27,1	22,3	18,7	15,9	13	9,1
4	65,6	64,2	55,3	46,4	38,8	31,9	26	18,7
6	102,8	100,3	85,2	70	56,5	46,4	38	26,7
8	140	136,4	114,2	92	73	60	47	33
10	165,8	162	138,7	115,3	96,5	80,7	70	46,4
12	190	186	161,5	137	114	88	80	50
16	206,9	202,6	176,7	150,8	126,1	107,4	90	66,3
20	276,8	271,3	237,8	204,2	170,8	145,5	120	86,7
25	361,3	353,4	305,5	257,5	215,4	180,2	148	109,3
35	618,1	605,5	529,4	453,2	374	308,7	240	169,5
50	919,2	897,8	768,9	640	545	464,2	380	266,9
63	1217,2	1186,8	1004,3	821,7	663,3	545	440	319,1
80	1567,2	1533,9	1333,5	1133,1	964,9	836,5	670	447,9
100	2075,3	2025,6	1727,3	1429	1195,4	1018	830	585,4
125	2826,3	2763,2	2384,6	2006	1708,3	1454,8	1180	765,1
160	3538,2	3457,2	2971,2	2485,1	2042,1	1678,1	1380	947,9
200	4555,5	4473,5	3981	3488,5	2970,8	2529,9	2050	1354,5
224	5500	5384,7	4692,4	4000	3300	2700	2150	1500
250	6032,4	5906,8	5153,2	4399,6	3615,3	2918,2	2300	1590,6
315	7766,8	7636,1	6851,4	6066,6	4985,1	4096,4	3300	2272,9
400	10577,7	10374	9151,6	7929,1	6632,9	5450,5	4300	2766,1
500	13619	13412,5	12173	10933,5	8825,4	7515,7	5750	3952,7
630	19619,3	19190	16613,7	14037,4	11534,9	9310,9	7400	4985,1
710	19712,3	19562,7	18664,8	17766,9	14341,3	11996,9	8760	6423,2
800	25260,3	24860,3	22460,1	20059,8	16192,1	13545,1	10800	7252,1
1000	34402,1	33567,8	28561,7	23555,5	19356,3	16192,1	13000	9146,2
1250	45555,1	44831,9	40492,3	36152,6	29182,1	24411,6	19500	13070,1

## Sicherungstyp B

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)							
1,6	8	8	8	8	8	8	8	8
2	10	10	10	10	10	10	10	10
4	20	20	20	20	20	20	20	20
6	30	30	30	30	30	30	30	30
8	40	40	40	40	40	40	40	40
10	50	50	50	50	50	50	50	50
13	65	65	65	65	65	65	65	65
15	75	75	75	75	75	75	75	75
16	80	80	80	80	80	80	80	80
20	100	100	100	100	100	100	100	100
25	125	125	125	125	125	125	125	125
32	160	160	160	160	160	160	160	160
40	200	200	200	200	200	200	200	200
50	250	250	250	250	250	250	250	250
63	315	315	315	315	315	315	315	315
80	400	400	400	400	400	400	400	400
100	500	500	500	500	500	500	500	500
125	625	625	625	625	625	625	625	625

## Sicherungstyp C

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)							
0,5	5	5	5	5	5	5	5	2,7
1	10	10	10	10	10	10	10	5,4
1,6	16	16	16	16	16	16	16	8,6
2	20	20	20	20	20	20	20	10,8
4	40	40	40	40	40	40	40	21,6
6	60	60	60	60	60	60	60	32,4
8	80	80	80	80	80	80	80	43,2
10	100	100	100	100	100	100	100	54
13	130	130	130	130	130	130	130	70,2
15	150	150	150	150	150	150	150	83
16	160	160	160	160	160	160	160	86,4
20	200	200	200	200	200	200	200	108
25	250	250	250	250	250	250	250	135
32	320	320	320	320	320	320	320	172,8
40	400	400	400	400	400	400	400	216
50	500	500	500	500	500	500	500	270
63	630	630	630	630	630	630	630	340,2
80	800	800	800	800	800	800	800	432
100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	540
125	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	675

## Sicherungstyp K

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	<b>Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)</b>							
0,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7
1	15	15	15	15	15	15	15	14
1,6	24	24	24	24	24	24	24	22,4
2	30	30	30	30	30	30	30	28
4	60	60	60	60	60	60	60	56
6	90	90	90	90	90	90	90	84
10	150	150	150	150	150	150	150	140
13	195	195	195	195	195	195	195	182
15	225	225	225	225	225	225	225	210
16	240	240	240	240	240	240	240	224
20	300	300	300	300	300	300	300	280
25	375	375	375	375	375	375	375	350
32	480	480	480	480	480	480	480	448
40	600	600	600	600	600	600	600	460
50	750	750	750	750	750	750	750	700
63	945	945	945	945	945	945	945	882
80	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1120
100	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1400
125	1875	1875	1875	1875	1875	1875	1875	1750

## Sicherungstyp D

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	<b>Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)</b>							
0,5	10	10	10	10	10	10	6,5	2,7
1	20	20	20	20	20	20	13	5,4
1,6	32	32	32	32	32	32	20,8	8,6
2	40	40	40	40	40	40	26	10,8
4	80	80	80	80	80	80	52	21,6
6	120	120	120	120	120	120	78	32,4
8	160	160	160	160	160	160	104	43,2
10	200	200	200	200	200	200	130	54
13	260	260	260	260	260	260	169	70,2
15	300	300	300	300	300	300	195	81
16	320	320	320	320	320	320	208	86,4
20	400	400	400	400	400	400	260	108
25	500	500	500	500	500	500	325	135
32	640	640	640	640	640	640	416	172,8
40	800	800	800	800	800	800	520	216
50	1000	1000	1000	1000	1000	1000	650	270
63	1260	1260	1260	1260	1260	1260	819	340,2
80	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1040	432
100	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1300	540
125	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1625	675

## Fuse type Z

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)							
3	9	9	9	9	9	9	9	9
4	12	12	12	12	12	12	12	12
6	18	18	18	18	18	18	18	18
8	24	24	24	24	24	24	24	24
10	30	30	30	30	30	30	30	30
13	39	39	39	39	39	39	39	39
15	45	45	45	45	45	45	45	45
16	48	48	48	48	48	48	48	48
20	60	60	60	60	60	60	60	60
25	75	75	75	75	75	75	75	75
32	96	96	96	96	96	96	96	96
40	120	120	120	120	120	120	120	120
50	150	150	150	150	150	150	150	150
63	189	189	189	189	189	189	189	189
80	240	240	240	240	240	240	240	240
100	300	300	300	300	300	300	300	300
125	375	375	375	375	375	375	375	375

## Fuse type L

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)							
1,6	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
2	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
4	21	21	21	21	21	21	21	21
6	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
10	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5
12	63	63	63	63	63	63	63	63
13	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3
15	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
16	84	84	84	84	84	84	84	84
20	105	105	105	105	105	105	105	105
25	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3
32	168	168	168	168	168	168	168	168
40	210	210	210	210	210	210	210	210
50	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5
63	330,8	330,8	330,8	330,8	330,8	330,8	330,8	330,8

## Fuse type U

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]							
	35 m	40 m	70 m	0,1	0,2	0,4	1	5
	<b>Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)</b>							
1	12	12	12	12	12	12	12	9
1,6	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	14,4
2	24	24	24	24	24	24	24	18
4	48	48	48	48	48	48	48	36
6	72	72	72	72	72	72	72	54
10	120	120	120	120	120	120	120	90
12	144	144	144	144	144	144	144	108
13	156	156	156	156	156	156	156	117
15	180	180	180	180	180	180	180	135
16	192	192	192	192	192	192	192	144
20	240	240	240	240	240	240	240	180
25	300	300	300	300	300	300	300	225
32	384	384	384	384	384	384	384	288
40	480	480	480	480	480	480	480	360
50	600	600	600	600	600	600	600	450
63	756	756	756	756	756	756	756	567

## A.2 Sicherungstabelle – Impedanzen bei 230 V AC (AS/NZS 3017)

Typ B			Typ C		
Nennstrom (A)	Trennzeit [s]		Nennstrom (A)	Trennzeit [s]	
	0,4			0,4	
	Max. Schleifenimpedanz ( $\Omega$ )			Max. Schleifenimpedanz ( $\Omega$ )	
6		9,6	6		5,1
10		5,8	10		3,1
16		3,6	16		1,9
20		2,9	20		1,5
25		2,3	25		1,2
32		1,8	32		1,0
40		1,4	40		0,8
50		1,2	50		0,6
63		0,9	63		0,5
80		0,7	80		0,4
100		0,6	100		0,3
125		0,5	125		0,2
160		0,4	160		0,2
200		0,3	200		0,2

Typ D			Sicherung		
Nennstrom (A)	Trennzeit [s]		Nennstrom (A)	Trennzeit [s]	
	0,4			0,4    5	
	Max. Schleifenimpedanz ( $\Omega$ )			Max. Schleifenimpedanz ( $\Omega$ )	
6		3,1	6		11,5    15,3
10		1,8	10		6,4    9,2
16		1,2	16		3,1    5,0
20		0,9	20		2,1    3,6
25		0,7	25		1,6    2,7
32		0,6	32		1,3    2,2
40		0,5	40		1,0    1,6
50		0,4	50		0,7    1,3
63		0,3	63		0,6    0,9
80		0,2	80		0,4    0,7
100		0,2	100		0,3    0,5
125		0,1	125		0,2    0,4
160		0,1	160		0,2    0,3
200		0,1	200		0,1    0,2

Alle Impedanzen sind skaliert mit dem Faktor 1,00

## Anhang B – Zubehör für bestimmte Messungen

In der folgenden Tabelle finden Sie Standard- und optionales Zubehör, das für bestimmte Messungen erforderlich ist. Bitte lesen Sie in der beiliegenden Liste mit dem Standardzubehör Ihres Gerätesatzes nach oder wenden Sie sich an Ihren Händler, um weitere Informationen zu erhalten.

<b>Funktion</b>	<b>Geeignetes Zubehör (optional mit Bestellcode A....)</b>
Isolierungswiderstand	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Tip-Commander (A 1401)
R LOW $\Omega$ -Widerstand Durchgang	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Tip-Commander (A 1401) <input type="checkbox"/> Prüfleitung, 4 m (A 1012)
Leitungsimpedanz Spannungsabfall Fehlerschleifenimpedanz	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Tip-Commander (A 1401) <input type="checkbox"/> Drehstromadapter mit Schalter (A 1111)
RCD-Tests	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Drehstromadapter mit Schalter (A 1111)
Erdungswiderstand; RE	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Erdungsprüfsatz, 3-adrig, 20 m (S 2026) <input type="checkbox"/> Erdungsprüfsatz, 3-adrig, 50 m (S 2027)
Phasenfolge	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Drehstromadapter (A 1110) <input type="checkbox"/> Drehstromadapter mit Schalter (A 1111)
Spannung, Frequenz	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Tip-Commander (A 1401)
Leistung Energie Oberschwingungen Oszilloskop	<input type="checkbox"/> Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Tip-Commander (A 1401) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1018) <input type="checkbox"/> AC/DC Stromzange (A 1391)
Strom	<input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1018) <input type="checkbox"/> AC/DC-Stromzange (A 1391)
Modul Isc/Uoc U-I-Kennlinie	<input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssonde <input type="checkbox"/> PV MC 4 Adapter <input type="checkbox"/> PV MC 3 Adapter <input type="checkbox"/> AC/DC Stromzange (A1391) <input type="checkbox"/> EurotestPV Ferneinheit (A 1378)
Wechselrichter	<input type="checkbox"/> PV-Sicherheits-Sonde <input type="checkbox"/> PV MC 4 Adapter <input type="checkbox"/> PV MC 3 Adapter <input type="checkbox"/> EurotestPV Ferneinheit (A 1378) <input type="checkbox"/> PV-Prüfkabel, abgesichert (A 1385)

	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> AC/DC Stromzange (A 1391)</li><li><input type="checkbox"/> AC Stromzange (A 1018)</li></ul>
Isolationswiderstand PV	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> PV-Sicherheits-Sonde</li></ul>
Umgebung	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Temperaturfühler (A 1400)</li><li><input type="checkbox"/> Pyranometer (A 1399)</li><li><input type="checkbox"/> Monokristalline PV-Zelle (A 1427)</li><li><input type="checkbox"/> EurotestPV Ferneinheit (A 1378)</li></ul>

## Anhang C – Länderspezifische Hinweise

Dieser Anhang C enthält eine Sammlung von geringfügigen Änderungen, die mit den länderspezifischen Anforderungen zusammenhängen. Einige der Änderungen bedeuten geänderte aufgeführte Funktionsdaten, die sich auf Hauptabschnitte beziehen, und andere sind zusätzliche Funktionen. Einige geringfügige Änderungen beziehen sich auch auf verschiedene Anforderungen desselben Markts, die durch verschiedene Anbieter abgedeckt werden.

### C.1 Liste der länderbezogenen Änderungen

Die folgende Tabelle enthält eine aktuelle Liste der umgesetzten Änderungen.

Land	Betroffene Kapitel	Art der Änderung	Hinweis
AT	5,4, 11,3, C.2.1	Ergänzt	Spezial G Typ RCD
AUS/NZ	4.4, 4.4.5, 4.4.8, 5.5, 5.6, C.2.2, Anhang A	Ergänzt	AUS/NZ-Sicherungstabelle hinzugefügt

### C.2 Änderungspunkte

#### C.2.1 Änderung für Österreich - RCD-Typ G

Die Angaben in Kapitel 5,4 wurden wie folgt geändert:

- RCD-Typ G hinzugefügt,
- die Zeitgrenzwerte sind dieselben wie beim RCD des allgemeinen Typs,
- die Berührungsspannung wird genauso berechnet wie beim RCD des allgemeinen Typs.

*Änderungen im Kapitels 5.4*

#### Prüfparameter für RCD-Prüfung und -Messung

TEST	RCD-Unterfunktionsprüfung [RCDt, RCD I, AUTO, Uc]
I <sub>Δn</sub>	RCD Nennfehlerstrom I <sub>ΔN</sub> [10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA]
Typ	Anfangspolarität von RCD-Typ AC, A, F, B, B+ [  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,

RCD. Eine Verzögerung von 30 Sekunden wird vor der Auslöseprüfung und nach der Vorabprüfung beim RCD Typ  S eingefügt und eine Verzögerung von 5 Sekunden wird für RCD-Typ  G eingefügt.

#### Änderungen im Kapitel 5.4.1

RCD-Typ		Berührungsspannung $U_c$ proportional zu	Nennwert $I_{\Delta N}$
AC	<input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> G	$1,05 \times I_{\Delta N}$	Beliebig
AC	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A,F	<input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> G	$1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	$\geq 30 \text{ mA}^*$
A,F	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A,F	<input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> G	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	$< 30 \text{ mA}$
A,F	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
B, B+	<input type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	Beliebig
B, B+	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	

Tabelle C.1: Beziehung zwischen  $U_c$  und  $I_{\Delta N}$

Die technischen Daten bleiben dieselben.

## C.2.2 AUS / NZ Änderungen – Sicherungstypen gemäß AS/NZS 3017

### Modifikation des Gerätenamens - InstalTestPV

#### Änderungen im Kapitel 4.4

$I_{sc}$  Faktor wird durch Z Faktor ersetzt.

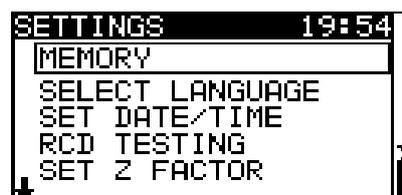


Abbildung C.1: Optionen im Menü „Einstellungen“

#### Änderungen im Kapitel 4.4.5

### C.2.2.1 Z Faktor

In diesem Menü kann der Z Faktor eingestellt werden.

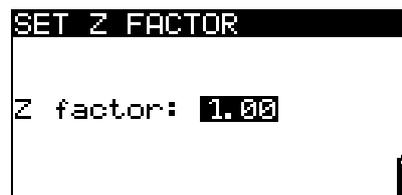


Abbildung C.2: Wahl des Z-Faktors

Tasten:

<b>NACH OBEN/NACH UNTEN</b>	Wahl Z-Wert
<b>TEST</b>	Z-Wert bestätigen
<b>Funktionswahltasten</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

Die Impedanz-Grenzwerte für verschiedene Überstrom-Schutzeinrichtungen sind abhängig von Nennspannung und werden mit dem Z-Faktor berechnet. Der Z-Faktor 1,00 wird für die Nennspannung 230 V und der Z-Faktor 1,04 wird für die Nennspannung 240 V verwendet.

*Änderungen im Kapitel 4.4.8*

Die kundenspezifischen Einstellungen gehen verloren, wenn diese Option verwendet wird!

Geräteeinstellungen	Standardwert
Z Faktor	1,00
RCD-Normen	AS/NZS 3017

*Änderungen im Kapitel 5.5*

**Geänderte Prüfparameter für die Fehlerschleifenimpedanzmessung**

Sicherungstyp	Auswahl des <b>Sicherungstyps</b> [---, FUSE, B, C, D]
Lim	<b>Obere Grenze für den Fehlerschleifenimpedanzwert</b> für die ausgewählte Sicherung.

Die Referenzdaten für die Sicherungen finden Sie im Anhang A2.

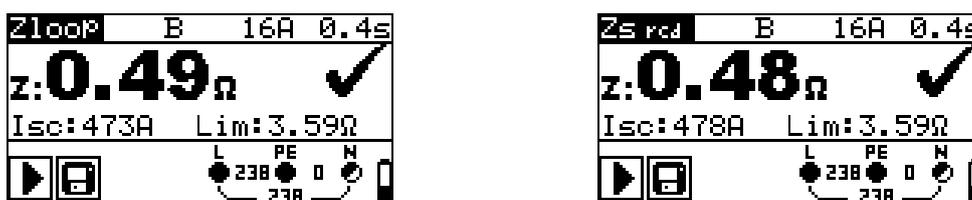


Abbildung C.3: Beispiele für das Ergebnis einer Schleifenimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

- Z** Fehlerschleifenimpedanz
- Isc** ..... unbeeinflusster Fehlerstrom,
- Lim** ..... Obere Grenze für den Fehlerschleifenimpedanzwert.

Der unbeeinflusste Fehlerstrom  $I_{PFC}$  wird aus der gemessenen Impedanz folgendermaßen berechnet:

$$I_{PFC} = \frac{U_N}{Z_{L-PE} \cdot scaling\_factor}$$

wobei:

$U_N$   $U_{L-PE}$ -Nennspannung (siehe folgende Tabelle),  
Skalierungsfaktor . der Korrekturfaktor für  $I_{sc}$  (eingestellt auf 1,00).

$U_n$	Eingangsspannungsbereich (L-PE)
110 V*	$(93 \text{ V} \leq U_{L-PE} \leq 134 \text{ V})$
230 V*	$(185 \text{ V} \leq U_{L-PE} \leq 266 \text{ V})$

Änderungen im Kapitel 5.6

### Prüfparameter für die Leitungsimpedanzmessung

Sicherungstyp	Auswahl des <b>Sicherungstyps</b> [---, FUSE, B, C, D]
Lim	<b>Obere Grenze für den Leitungsimpedanzwert</b> für die ausgewählte Sicherung

Die Referenzdaten für die Sicherungen finden Sie im Anhang A2.



Leiter zu Nullleiter



Leiter zu Leiter

Abbildung C.4: Beispiele für das Ergebnis einer Leitungsimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

**Z** Leitungsimpedanz

**Isc** .....unbeeinflusster Kurzschlussstrom

**Lim**.....Obere Grenze für den Leitungsimpedanzwert

Der unbeeinflusste Kurzschlussstrom  $I_{PFC}$  wird aus der gemessenen Impedanz folgendermaßen berechnet:

$$I_{PFC} = \frac{U_N}{Z_{L-N(L)} \cdot scaling\_factor}$$

wobei:

$U_N$  Nennspannung  $U_{L-N}$  oder  $U_{L1-L2}$  (siehe folgende Tabelle),  
Skalier Faktor ..... Korrekturfaktor für  $I_{sc}$  (eingestellt auf 1,00).

$U_n$	Eingangsspannungsbereich (L-N oder L1-L2)
110 V*	$(93 \text{ V} \leq U_{L-N} < 134 \text{ V})$
230 V*	$(185 \text{ V} \leq U_{L-N} \leq 266 \text{ V})$
400 V*	$(321 \text{ V} < U_{L-L} \leq 485 \text{ V})$

## Anhang D – Commander (A 1314, A 1401)

### D.1 Sicherheitsrelevante Warnhinweise

#### Messkategorie der Commander-Geräte

Commander-Prüfstecker A 1314      300 V CAT II

Commander-Prüfspitze A 1401

(ohne Kappe, 18-mm-Spitze))    1.000 V Nr. CAT /600 V CAT II/300 V CAT II

(mit Kappe, 4-mm-Spitze)      1.000 V Nr. CAT /600 V CAT III/300 V CAT IV

- Die Messkategorie der Commander kann niedriger sein als die Schutzkategorie des Instruments.
- Wenn an der getesteten Schutzleiterklemme eine gefährliche Spannung erkannt wird, beenden Sie umgehend alle Messungen, und suchen und beseitigen Sie den Fehler!
- Trennen Sie beim Austauschen von Batterien oder vor dem Öffnen der Batteriefachabdeckung das Messzubehör vom Instrument und der Anlage.
- Die Wartung, Reparatur oder Einstellung des Instruments darf nur von kompetenten und befugten Personen durchgeführt werden.

### D.2 Batterie

Für den Commander werden zwei Alkali-Batterien oder NiMH-Akkus der Größe AAA verwendet.

Die Nennbetriebszeit beträgt mindestens 40 h und gilt für Batterien mit einer Nennkapazität von 850 mAh.

#### Hinweise:

- Entfernen Sie alle Batterien aus dem Batteriefach, wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird.
- Es dürfen nur Alkali-Batterien bzw. wiederaufladbare Ni-MH-Batterien der Größe AA verwendet werden. Metrel empfiehlt, ausschließlich Akkus mit einer Kapazität von mindestens 800 mAh zu verwenden.
- Stellen Sie sicher, dass die Akkus richtig eingesetzt sind, da der Commander andernfalls nicht funktioniert und es zu einer Entladung der Akkus kommen kann.

### D.3 Beschreibung der Commander

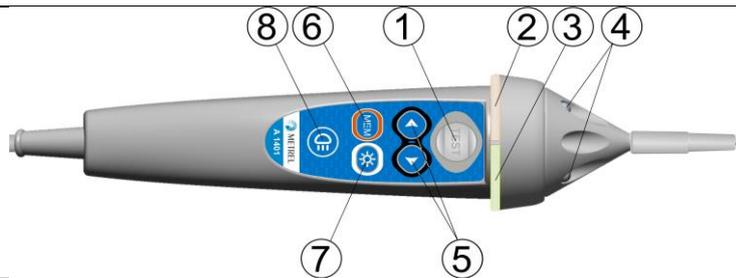


Abbildung D.1: Vorderseite der Commander-Prüfspitze (A 1401)

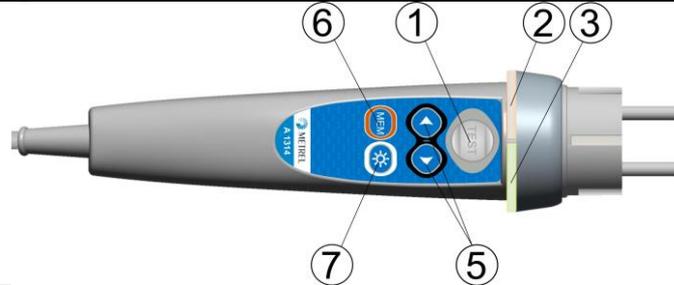


Abbildung D.2: Vorderseite des Commander-Prüfstecker (A 1314)

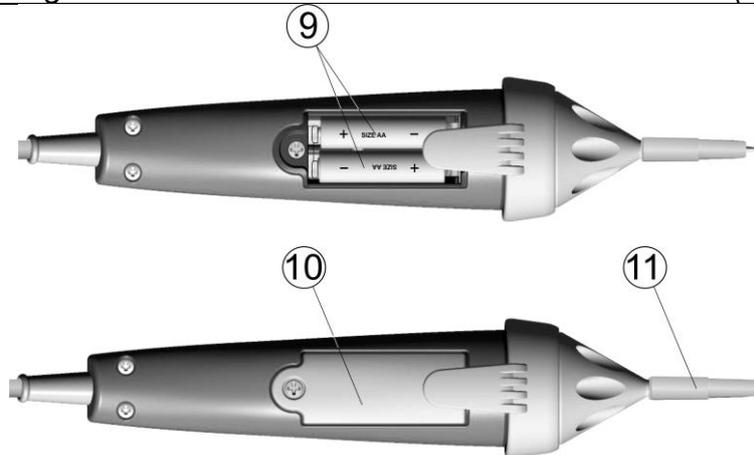


Abbildung D.3: Rückseite

## Legende:

1	TEST	TEST	Startet die Messungen. Dient zudem als Schutzleiter-Berührungselektrode.
2	LED		Linke Status-LED (RGB)
3	LED		Rechte Status-LED (RGB)
4	LEDs		Beleuchtungs-LEDs (Tip Commander)
5	Funktionsauswahl		Wählt die Testfunktion aus.
6	MEM		Speichern/Abrufen/Löschen von Tests im Speicher des Instruments.
7	HB		Schaltet die Hintergrundbeleuchtung am Gerät ein/aus.
8	Lampen-Taste		Schaltet die Lampe ein/aus (Tip Commander).
9	Batterien		Größe AAA, Alkaline/wiederaufladbar NiMH
10	Batterieabdeckung		Batteriefachabdeckung
11	Kappe		Abnehmbare CAT IV-Kappe (Tip Commander)

## D.4 Betrieb der Commander

Beide LEDs gelb	<b>Warnung!</b> Gefährliche Spannung an der Schutzleiterklemme des Commanders!
Rechte LED rot	Fehleranzeige
Rechte LED grün	Bestanden-Anzeige
Linke LED blinkt blau	Der Commander überwacht die Eingangsspannung.
Linke LED orange	Die Spannung zwischen beliebigen Prüfklemmen ist höher als 50 V.
Beide LEDs blinken rot	Schwacher Akku
Beide LEDs rot und anschließendes Ausschalten	Die Batteriespannung ist für den Betrieb des Commanders zu gering.

### Prüfverfahren für den PE-Anschluss

- ❑ **Schließen** Sie den Commander am Messgerät an.
- ❑ **Schließen** Sie den Commander am Prüfling an, (siehe *Abbildung D.4*).
- ❑ Berühren Sie mindestens eine Sekunde lang die PE-Prüfsonde (die Taste **TEST**).
- ❑ Wenn der PE-Anschluss an die Phasenspannung angeschlossen ist, leuchten beide LEDs gelb, die Warnmeldung wird auf dem Messgerät angezeigt, der Summer des Geräts aktiviert und weitere Messungen in den Funktionen Zloop und RCD deaktiviert.

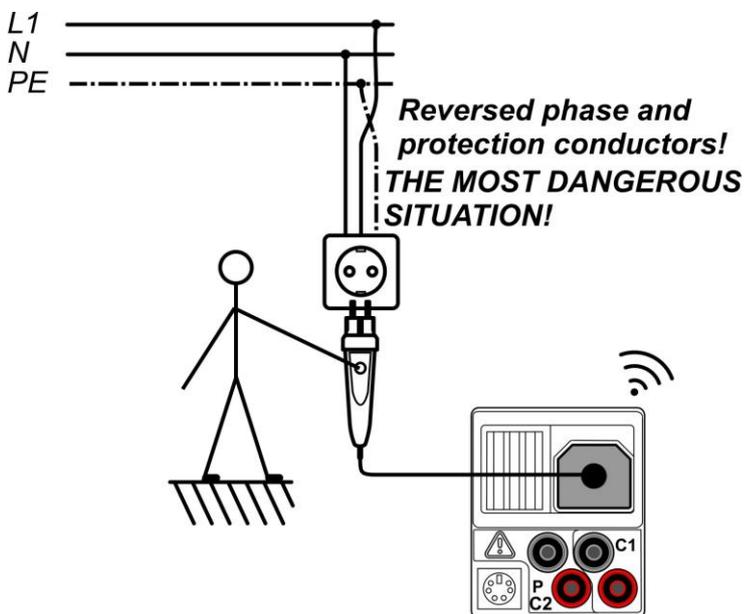


Abbildung D.4: Vertauschte Leiter L und PE (Commander-Prüfstecker)

## Anhang E – PV-Messungen - berechnete Werte

Berechnung anhand bekannter Größen U, I (DC, AC), Konfiguration der Module in einen String (M - Serienmodule, N - Parallelmodule), Umgebungsparameter ( $I_{rr}$ , T) sowie Daten des Modulherstellers (U, I (AC, DC), Phase,  $I_{stc}$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $P_{nom}$ , NOCT,  $I_{rr, stc}$ ,  $T_{amb}$  or  $T_{cell}$ )

**Modul (DC):**

$$P_{WP} = U_{WP} * I_{WP} = U_{meas} * I_{meas}$$

mit

$$P_{WP} = P_{DC} \quad \text{für WECHSELRICHTER Messungen}$$

$$P_{WP} = P_{meas} \quad \text{für MODUL Messungen}$$

WP steht für DC Arbeitspunkt des Wechselrichters - sollte tatsächlicher MPP des angeschlossenen PV-Strings sein, aber nicht notwendig.

**Wechselrichter (AC):**

$$P_{AC} = \sum_{i=1}^3 U_{meas,i} I_{meas,i} \cos \varphi_i$$

U, I und Phase werden an den Anschlüssen des Wechselrichters gemessen, i gilt für Mehrphasen-Systeme ( $i = 1 \div 3$ ).

**Konversionseffizienz:**

**1. Modul**

$$\eta_1 = \frac{P_{WP_{STC}}}{P_{nom}}$$

mit

$$P_{WP_{STC}} = P_{stc} \quad \text{gemessene Ausgangsleistung des Moduls bei STC und}$$

$$P_{nom} = P_{max} \quad \text{Nennwert der Ausgangsleistung des Moduls bei STC}$$

$$\eta_2 = \frac{P_{WP}}{P_{theo}}, \quad P_{theo} = M * N * P_{nom} * \frac{I_{rr}}{I_{rr_{STC}}},$$

mit  $P_{nom}$  ist die Nennleistung des Moduls bei STC,  $I_{rr_{stc}}$  ist die Nenn-Bestrahlungsstärke bei STC ( $I_{rr_{stc}} = 1000 \text{ W/m}^2$ ),  $I_{rr}$  ist die gemessene Bestrahlungsstärke, M ist die Anzahl der in Serie (Reihe) geschalteten Einzelmodule und N ist die Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule.

$\eta_2$	Effizienz des Moduls (vereinfacht)
$P_{theo}$	Theoretische Leistung des Strings bei gemessener Bestrahlungsstärke
$P_{nom}$	Nennleistung des Moduls bei STC
$Irr_{stc}$	Nennwert der Bestrahlungsstärke bei STC ( $Irr_{stc} = 1000 \text{ W/m}^2$ )
$Irr$	gemessene Bestrahlungsstärke
$M$	Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule
$N$	Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule

Abhängig vom Temperaturkriterium für PASS ist:

- Wenn  $T_{amb} > 25 \text{ °C}$  oder  $T_{cell} > 40 \text{ °C} \Rightarrow \eta_2 > 0,85$
- Wenn  $T_{amb} > 25 \text{ °C}$  oder  $T_{cell} > 40 \text{ °C} \Rightarrow \eta_2 > (1 - \eta_{PV} - 0,08)$ ,

wobei  $\eta_{PV}$  in Abhängigkeit vom Typ der gemessenen Temperatur berechnet wird als

$$\eta_{PV} = \left[ T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) \frac{Irr}{0,08} \right] \cdot \gamma$$

oder

$$\eta_{PV} = (T_{cell} - 25) \cdot \gamma$$

wo NOCT als Nennwert der Betriebstemperatur der Zelle (Daten vom Modulhersteller) und  $\gamma$  der Koeffizient der Leistungseigenschaft des PV-Moduls (Eingabewert zwischen 0,01 bis 0,99) (Daten vom Modulhersteller).

<b>NOCT</b>	<b>Nennwert der Betriebstemperatur der Zelle (Daten vom Modulhersteller)</b>
<b><math>\gamma</math></b>	<b>Koeffizient der Leistungseigenschaft des PV-Moduls (Eingabewert zwischen 0,01 bis 0,99) (Daten vom Modulhersteller)</b>

## 2. Wechselrichter:

$$\eta = \frac{P_{AC}}{P_{DC}}$$

**Berechnung der Konversionseffizienz im Vergleich zu STC und gemessenen Korrekturwerte**

(U, I (AC, DC), Phase,  $Irr_{stc}$ ,  $T_{stc}$ ,  $P_{nom}$ ,  $Irr$ ,  $T_{cell}$ ,  $R_s$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $I_{sc}$ ,  $M$ ,  $N$ )

**Modul:**

Die gemessenen Werte für U und I werden gemäß STC-Bedingungen korrigiert:

$$I_{STC} = I_{meas} \cdot (1 + \alpha_{rel} \cdot (T_{STC} - T_{meas})) \cdot \left(\frac{Irr_{STC}}{Irr_{meas}}\right)$$

$$U_{STC} = U_{meas} + U_{OC\_meas} \cdot (\beta_{rel} \cdot (T_{STC} - T_{meas}) + \alpha \cdot \ln\left(\frac{Irr_{STC}}{Irr_{meas}}\right)) - R_s \cdot (I_{STC} - I_{meas})$$

$$R_s = \frac{M}{N} \cdot R_{s\_nom}$$

wobei es sich bei  $I_{meas}$  und  $U_{meas}$  um den gemessenen Gleichstrom und die Spannung des Moduls, bei  $Irr_{STC}$  um die Bestrahlungsstärke bei STC, bei  $Irr$  um die gemessene Bestrahlungsstärke, bei  $\alpha$  um den Korrekturfaktor für die Bestrahlungsstärke, bei  $\alpha_{rel}$  und  $\beta_{rel}$  um die Temperaturkoeffizienten für Strom und Spannung des Moduls, bei  $T_{STC}$  um die Temperatur bei STC, bei  $T_{meas}$  um die gemessene Temperatur, bei  $R_s$  um den seriellen Widerstand des Moduls/der Zeichenfolge, bei  $M$  um die Anzahl der seriellen Module und bei  $N$  um die Anzahl der parallelen Module handelt.

<b>I<sub>stc</sub>, U<sub>stc</sub></b>	<b>Berechnungswerte für Strom und Spannung bei Standardprüfbedingungen (STC)</b>
<b>I<sub>mess</sub>, U<sub>mess</sub></b>	<b>Gemessene Werte für Gleichstrom und Gleichspannung des Moduls</b>
<b>I<sub>sc</sub></b>	<b>Gemessener Kurzschlussstrom des Moduls</b>
<b>Irr<sub>stc</sub></b>	<b>Bestrahlungsstärke unter STC</b>
<b>Irr</b>	<b>gemessene Bestrahlungsstärke</b>
<b>α</b>	<b>Korrekturfaktor für die Bestrahlungsstärke (typisch 0,06)</b>
<b>α<sub>rel</sub>, β<sub>rel</sub></b>	<b>Strom- und Spannungs-Temperaturkoeffizienten des Moduls</b>
<b>T<sub>stc</sub></b>	<b>Temperatur bei STC</b>
<b>T<sub>mess</sub></b>	<b>Gemessene Temperatur</b>
<b>R<sub>snom</sub></b>	<b>Serienwiderstand des Moduls</b>
<b>R<sub>s</sub></b>	<b>Serienwiderstand des String</b>
<b>M</b>	<b>Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule</b>
<b>N</b>	<b>Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule</b>

$$P_{STC} = I_{STC} \cdot U_{STC}$$

**Konversionseffizienz:****Wechselrichter:**

$$\eta = \frac{P_{AC}}{P_{DC}}$$

**I-U-Kennlinie der PV-Module und Strings**

Die erste in der Norm IEC 62446 beschriebene Isolationsmethode führt zu zwei Werten:

- R<sub>OC+</sub> Isolationswiderstand zwischen positiven Ausgang und Erde
- R<sub>OC-</sub> Isolationswiderstand zwischen negativem Ausgang und Erde

Die zweite in der Norm beschriebene Methode gibt nur einen Wert zurück:

- R<sub>SC</sub> Isolationswiderstand zwischen kurzgeschlossenen Ausgängen und Erde

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, müssen beide Werte der ersten Methode in ein Einzelwert-Ergebnis konvertiert werden. Dies kann mithilfe der folgenden Gleichung erfolgen, die auf dem elektrischen Ersatzmodell von PV-Modulen basiert und denselben oder einen ähnlichen Wert wie der mit der zweiten Methode gemessene Isolationswiderstand zurückgibt.

$$R_{OC} = \frac{U_{OC}}{U_m} * \frac{R_{OC+} * R_{OC-}}{R_{OC+} - R_{OC-}} = R_{SC}$$

Um genaue Ergebnisse zu erhalten, muss bei der Durchführung von Isolationsmessungen sorgfältig vorgegangen werden. Ein PV-Modul oder ein String kann einen signifikanten kapazitiven Charakter haben, daher muss die Dauer der Messung lang genug sein, damit das Ergebnis stabil ist. Daher muss der Benutzer die Dauer der Messung einstellen, die bis zu einer Minute betragen kann. Wenn die Messzeit zu kurz ist und der angezeigte Wert nicht stabil ist, darf das Endergebnis nur zur Information verwendet werden.