



EurotestPV
MI 3108
Benutzerhandbuch
Version 1.1, Code-Nr. 20 751 996

Händler:



Das CE-Kennzeichen auf Ihrem Gerät bestätigt, dass dieses Gerät die Anforderungen der EU (Europäischen Union) hinsichtlich Sicherheit und elektromagnetischer Verträglichkeit erfüllt.

© 2012 METREL

Die Handelsnamen Metrel, Smartec, Eurotest und Autosequence sind in Europa und anderen Ländern eingetragene oder angemeldete Warenzeichen.

Kein Teil dieses Dokuments darf ohne schriftliche Genehmigung von METREL in irgendeiner Form oder mit irgendeinem Mittel vervielfältigt oder verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	6
2	Sicherheits- und Betriebshinweise	7
2.1	Warnungen und Hinweise	7
2.2	Batterie und Aufladen	12
2.3	Angewandte Normen.....	14
3	Beschreibung des Instruments	16
3.1	Vorderseite	16
3.2	Anschlussplatte	17
3.3	Rückseite.....	18
3.4	Tragen des Messgeräts.....	19
3.4.1	<i>Sicheres Anbringen des Riemens</i>	20
3.5	Lieferumfang und Zubehör	21
3.5.1	<i>Standard-Lieferumfang MI 3108</i>	21
3.5.2	<i>Optionale Zubehörteile</i>	21
4	Betrieb des Instruments	22
4.1	Display und Ton	22
4.1.1	<i>Klemmenspannungsüberwachung</i>	22
4.1.2	<i>Batterieanzeige</i>	22
4.1.3	<i>Meldungen</i>	22
4.1.4	<i>Ergebnisfeld</i>	23
4.1.5	<i>Akustische Warnungen</i>	23
4.1.6	<i>Hilfebildschirme</i>	23
4.1.7	<i>Einstellungen von Hintergrundbeleuchtung und Kontrast</i>	24
4.2	Funktionsauswahl.....	25
4.3	Hauptmenü des Messgeräts.....	26
4.4	Einstellungen.....	26
4.4.1	<i>Speicher</i>	27
4.4.2	<i>Sprache</i>	27
4.4.3	<i>Datum und Uhrzeit</i>	27
4.4.4	<i>RCD-Norm</i>	28
4.4.5	<i>Isc factor (I_K-Faktor)</i>	29
4.4.6	<i>Unterstützung für Commander-Prüfspitze</i>	30
4.4.7	<i>Ursprüngliche Einstellungen</i>	30
4.4.8	<i>Einstellungen der Stromzangen</i>	32
4.4.9	<i>Synchronisierung (A 1378 - PV-Remote-Einheit)</i>	32
4.4.10	<i>Solareinstellungen</i>	34
5	Messungen – AC-Niederspannungsinstallationen	37
5.1	Spannung, Frequenz und Phasenfolge	37
5.2	Isolationswiderstand	39
5.3	Widerstand der Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindungen	41
5.3.1	<i>R LOWΩ, Widerstandsmessung 200 mA</i>	41
5.3.2	<i>Kontinuierliche Widerstandsmessung mit niedrigem Strom</i>	42
5.3.3	<i>Kompensation des Widerstands der Prüfleitungen</i>	43
5.4	Prüfen von RCDs (FI-Schalter).....	45
5.4.1	<i>Berührungsspannung (RCD-Uc)</i>	46
5.4.2	<i>Auslösezeit (RCDt)</i>	47

5.4.3	Auslösestrom (RCD I)	48
5.4.4	Automatische RCD-Prüfung	49
5.5	Fehlerschleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom	52
5.6	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/Spannungsfall	54
5.6.1	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom	55
5.6.2	Spannungsfall	56
5.7	Erdungswiderstand	58
5.8	PE-Prüfklemme	60
6	Solarmessungen - PV-Systeme	62
6.1	Isolierwiderstand von PV-Systemen	62
6.2	PV-Wechselrichterprüfung	64
6.3	PV-Modulprüfung	66
6.4	Messen der Umgebungsparameter	68
6.2.1	Betrieb mit der PV-Remote-Einheit A1378	70
6.5	Uoc/Isc-Prüfung	70
6.6	I-U Kennlinie Messung	72
7	Messungen - Leistung und Energie	74
7.1	Leistung	74
7.2	Oberschwingungen	75
7.3	Oszilloskop	76
7.4	Strom	77
7.5	Energie	78
8	Datenverarbeitung	80
8.1	Speicherorganisation	80
8.2	Datenstruktur	80
8.3	Speichern von Prüfergebnissen	82
8.4	Abrufen von Prüfergebnissen	83
8.5	Löschen gespeicherter Daten	84
8.5.1	Löschen des gesamten Speicherinhalts	84
8.5.2	Löschen von Messung(en) an der ausgewählten Speicherstelle	84
8.5.3	Löschen einzelner Messungen	85
8.5.4	Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente (Upload vom PC)	86
8.5.5	Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente mit Barcode-/ RFID-Lesegerät	86
8.6	Kommunikation	88
9	Aktualisieren des Instruments	89
10	Wartung	90
10.1	Austausch der Sicherung	90
10.2	Reinigung	90
10.3	Regelmäßige Kalibrierung	91
10.4	Kundendienst	91
11	Technische Daten	92
11.1	Isolationswiderstand, Isolierwiderstand von PV-Systemen	92
11.2	Durchgang	93
11.2.1	Niederohm-Widerstand $R_{LOW\Omega}$	93
11.2.2	Durchgangswiderstand	93
11.3	RCD-Prüfung	93

11.3.1	Allgemeine Daten.....	93
11.3.2	Berührungsspannung RCD-Uc	94
11.3.3	Auslösezeit.....	94
11.3.4	Auslösestrom	94
11.4	Fehlerschleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom	95
11.4.1	Keine Trenneinrichtung oder Sicherung ausgewählt	95
11.4.2	RCD gewählt.....	96
11.5	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/ Spannungsfall	96
11.6	Erdungswiderstand.....	97
11.7	Spannung, Frequenz und Phasendrehung.....	97
11.7.1	Phasendrehung.....	97
11.7.2	Spannung.....	98
11.7.3	Frequenz.....	98
11.7.4	Ständige Klemmenspannungsüberwachung.....	98
11.8	Stromzangen – Tatsächlicher Effektivwert	98
11.9	Leistungsprüfungen.....	99
11.10	PV-Prüfungen	100
11.10.1	Genauigkeit der STC-Daten.....	100
11.10.2	Modul, Wechselrichter.....	100
11.10.3	I-U Kennlinie.....	101
11.10.4	Uoc - Isc.....	102
11.10.5	Umgebungsparameter	102
11.10.6	Isolierwiderstand von PV-Systemen	103
11.11	Allgemeine Daten	103
Anhang A – Sicherungstabelle.....		104
A.1	Sicherungstabelle - IPSC	104
A.2	Sicherungstabelle – Impedanzen (GB).....	106
Anhang B - Zubehör für bestimmte Messungen.....		108
Anhang C – Länderspezifische Hinweise		110
C.1	Liste der länderbezogenen Änderungen.....	110
C.2	Änderungspunkte	110
C.2.1	Österreich- Unterstützung der RCD-Typ G	110
Anhang D – Commander.....		112
D.1	 Warnhinweise zum sicheren Umgang.....	112
D.2	Batterien	112
D.3	Beschreibung der Commander.....	112
D.4	Betrieb der Commander	113
Anhang E – PV-Messungen - Berechnungswerte		115
Legende:.....		118

1 Vorwort

Herzlichen Glückwunsch zu Ihrer Entscheidung für das Eurotest-Instrument mit Zubehör von METREL. Das Instrument wurde auf der Grundlage umfangreicher Erfahrung entwickelt, die über viele Jahre der Beschäftigung mit Prüfgeräten für elektrische Installationen erworben wurde.

Das Messgerät Eurotest ist ein multifunktionales Handprüfgerät für professionelle Messungen aller elektrischen Wechselstrom-Installationen mit Niederspannung sowie Gleichstrom-Photovoltaik-Systeme.

Folgende Messungen können an elektrischen Wechselstrom-Installationen mit Niederspannung durchgeführt werden:

- Spannung und Frequenz
- Durchgangsprüfungen
- Prüfung des Isolationswiderstandes
- Fehlerstrom-Schutzprüfung
- Verfahren der Fehlerschleifen-/RCD-Auslösesperr-Impedanzmessung
- Leitungsimpedanz/Spannungsfall
- Phasenfolge
- Erdungswiderstand
- Strommessungen
- Leistung, Oberschwingungen und Energiemessungen

Messung und Prüfungen an PV-Systemen:

- Spannung, Strom und Leistung an PV-Systemen (Wechselrichter und PV-Module),
- Berechnungen der Effizienz und STC-Werte an PV-Systemen,
- Uoc-/Isc-Messungen,
- Umgebungsparameter (Temperatur und Bestrahlungsstärke),
- I-U Kennlinie Messung,
- Isolierwiderstand von PV-Systemen.

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

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

Die Bedienung des Geräts wurde so entworfen, dass sie so klar und einfach wie möglich ist, und es wird keine besondere Schulung benötigt (außer diese Bedienungsanleitung zu lesen), um beginnen zu können, das Instrument einzusetzen.

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 Instrument ist mit dem gesamten zum komfortablen Prüfen notwendigen Zubehör ausgestattet.

2 Sicherheits- und Betriebshinweise

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-Instrument im guten Zustand und unbeschädigt zu halten. Beim Einsatz des Instruments sind die folgenden allgemeinen Warnhinweise zu beachten:



Allgemeine Warnhinweise:

- Das Symbol  am Instrument bedeutet „Lesen Sie das Handbuch besonders sorgfältig durch“. Das Symbol erfordert das Eingreifen des Bedieners!
- Wenn das Prüfgerät nicht in der in diesem Benutzerhandbuch vorgeschriebenen Weise benutzt wird, könnte der Schutz beeinträchtigt werden, den das Gerät bietet!
- Lesen Sie diese Betriebsanleitung sorgfältig, andernfalls kann die Verwendung des Geräts gefährlich für den Bediener, das Prüfgerät oder den Prüfling sein!
- Benutzen Sie das Messgerät und das Zubehör nicht, wenn Schäden erkennbar sind!
- Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um das Risiko eines Stromschlags beim Umgang mit gefährlichen Spannungen zu vermeiden!
- Wenn die 315 mA-Sicherung auslöst, müssen die Anweisungen dieser Anleitung befolgt werden, um sie zu ersetzen! Verwenden Sie ausschließlich Sicherungen, die den Spezifikationen entsprechen!
- Der Hochleistungs-Sicherungsblock darf weder auseinandergenommen noch repariert werden! Falls der gesamte Block ausfällt, muss er durch einen neuen Originalblock ersetzt werden!
- Verwenden Sie das Messgerät keinesfalls mit Wechselspannung von über 550 V AC.
- Service-Arbeiten, Reparaturen oder Feineinstellungen des Messgeräts und der Zubehörteile dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal ausgeführt werden!
- Verwenden Sie nur von Ihrem Händler geliefertes Standard- oder Sonderprüfzubehör!
- Beachten Sie, dass die Schutzkategorie einiger Zubehörteile geringer als die des Messgeräts ist. Prüfspitzen und Commander-Prüfspitzen verfügen über abnehmbare Kappen. Wenn diese entfernt werden, fällt die Schutzkategorie auf CAT II. Prüfen Sie die Markierungen der Zubehörteile!

- Das Gerät ist im Lieferzustand mit wiederaufladbaren NiMH-Batteriezellen ausgestattet. Die Zellen sollten nur durch denselben Typ ersetzt werden, wie auf dem Batteriefachschild oder in diesem Handbuch angegeben. Verwenden Sie keine Alkali-Standardbatteriezellen, während das Netzteil angeschlossen ist, da diese dann explodieren könnten!
- Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Trennen Sie alle Prüflleitungen ab, ziehen Sie das Netzkabel heraus und schalten Sie das Instrument aus, bevor Sie den Batteriefachdeckel abnehmen!
- Schließen Sie keine Spannungsquelle an die Eingänge C1 und P/C2. Sie dienen ausschließlich dem Anschluss von Stromzangen und -sensoren. Die maximale Eingangsspannung beträgt 3 V!
- Alle normalen Sicherheitsmaßnahmen müssen ergriffen werden, um die Gefahr eines Stromschlags bei der Arbeit an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- Wenn sich das Messgerät nicht im Betriebsmodus SOLAR befindet, wird ein Warnhinweis ausgegeben, wenn eine Gleichspannung von über 50 V an das Messgerät angelegt wird. Messungen können dann nicht vorgenommen werden. **DC VOLTAGE!**



Warnungen bezüglich der Messfunktionen:

Alle PV-Funktionen

- Verwenden Sie ausschließlich zugelassene Zubehörteile für Prüfungen an elektrischen PV-Anlagen. Zubehörteile für PV-Installationen weisen gelb markierte Stecker auf. Entsprechende Warnhinweise werden angezeigt.

PV SAFETY PROBE ? **Use PV test lead A1385!**

Der PV-Sicherheitssensor A1384 verfügt über eine Schutzschaltung, die das Messgerät von der PV-Installation trennt, sollte am Messgerät eine Störung vorliegen.

Die PV-Prüflleitung A1385 verfügt über integrierte Sicherungen, die das Messgerät sicher von der PV-Installation trennen, sollte im Messgerät eine Störung vorliegen.

- Verwenden Sie das Messgerät nicht in PV-Systemen mit Spannungen über 1000 V DC und/oder Strömen über 15 A DC, da das Gerät sonst beschädigt werden kann.
- PV-Quellen können sehr hohe Spannungen und Stromstärken produzieren. Nur entsprechend qualifiziertes Personal darf Messungen an Photovoltaik-Systemen durchführen.
- Lokale Regelungen sind zu befolgen.
- Die Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten auf dem Dach müssen beachtet werden.

- Falls eine Störung im Messsystem vorliegt (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. Die Benutzer müssen für diesen Fall ausreichend geschult sein, um das PV-System sicher vom Netz zu trennen.

Isolationswiderstand, Isolierwiderstand von PV-Systemen

- Die Isolationswiderstandsmessung darf nur an stromlosen Objekten durchgeführt werden!
- Berühren Sie den Prüfling nicht während der Messung oder bevor er vollständig entladen ist! Es besteht die Gefahr eines Stromschlags!
- Wenn eine Isolationswiderstandsmessung an einem kapazitiven Objekt durchgeführt wurde, kann eine automatische Entladung möglicherweise nicht sofort erfolgen. Das Warnsymbol  und die tatsächliche Spannung wird während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 10 V abfällt.

Durchgangsprüfungsfunktionen

- Die Durchgangswiderstandsmessung darf nur an stromlosen Objekten durchgeführt werden!
- Das Prüfergebnis kann durch Parallelimpedanzen beeinflusst werden.

Prüfung des Schutzleiteranschlusses

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

Bemerkungen bezüglich der Messfunktionen:

Allgemeines

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

Isolierwiderstand, Isolierwiderstand von PV-Systemen

□ **Isolierwiderstand:**

Wenn zwischen den Prüfanschlüssen eine Spannung von über 30 V (AC oder DC) gemessen wird, wird die Messung des Isolierwiderstands nicht ausgeführt.

Isolierwiderstand von PV-Systemen:

Verschiedene Vorab-Prüfungen werden ausgeführt. Falls die Bedingungen korrekt und sicher sind, können die Messungen fortgesetzt werden.

Anderenfalls werden die Meldungen **Conditions?**, **Voltage?** oder **PV SAFETY PROBE ?** angezeigt.

- Das Gerät entlädt den Prüfling automatisch nach Abschluss der Messung.
- Eine doppelte Betätigung der Taste TEST leitet eine fortlaufende Messung ein.

Durchgangsprüfungsfunktionen

- Wenn die Spannung zwischen den Prüfklemmen höher als 10 V (AC oder DC) ist, wird die Durchgangswiderstandsprüfung nicht durchgeführt.
- Bevor Sie die Durchgangsmessung ausführen, kompensieren Sie, soweit erforderlich, den Widerstand der Prüflleitungen.

RCD-Funktionen

- Die für eine Funktion eingestellten Parameter werden auch für andere RCD-Funktionen beibehalten.
- Die Messung der Berührungsspannung löst normalerweise die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung nicht aus. Allerdings kann die Auslösegrenze des RCD infolge von Leckströmen überschritten werden, die zum PE-Schutzleiter oder über die kapazitive Verbindung zwischen den Leitern L und PE fließen.
- Die Unterfunktion der RCD-Auslösesperre (Funktionswahlschalter in Stellung LOOP) braucht länger, bietet aber eine viel höhere Genauigkeit des Messergebnisses für den Fehlerschleifenwiderstand (im Vergleich mit dem Teilergebnis R_L bei der Funktion zur Messung der Berührungsspannung).
- Die Messung der RCD-Auslösezeit und des Auslösestroms wird nur durchgeführt, wenn die Berührungsspannung bei der Vorprüfung beim Nenndifferenzstrom niedriger ist als der eingestellte Grenzwert bei der Berührungsspannung.
- Die Automatikprüfsequenz (Funktion RCD AUTO) hält an, wenn die Auslösezeit außerhalb der zulässigen Zeit liegt.

SCHLEIFENIMPEDANZ

- Der untere Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstromes hängt vom Sicherungstyp, von der Strombemessung und der Auslösezeit der Sicherung sowie vom Impedanzskalierungsfaktor ab.
- Die angegebene Genauigkeit der geprüften Parameter gilt nur, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.
- Die Messung des Fehlerschleifenwiderstands löst Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen aus.

- Die Messung der Fehlerschleifenimpedanz mit Hilfe der Triplock-Funktion führt normalerweise noch nicht zur Auslösung des Fehlerstromschutzschalters. Jedoch kann das Auslöselimit überschritten werden, falls ein Ableitstrom zum PE-Schutzleiter fließt oder, wenn es eine kapazitive Verbindung zwischen den L- und PE-Leitern gibt.

LEITUNGSIMPEDANZ/SPANNUNGSFALL

- Bei der Messung von $Z_{\text{Leitung-Leitung}}$ mit miteinander verbundenen Prüfleitungen PE und N des Instruments zeigt das Instrument 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 Prüfklemmen L und N werden entsprechend der erkannten Klemmenspannung automatisch umgekehrt.

Leistung / Oberschwingungen / Energie / Strom

- Bevor Sie Leistungsmessungen starten, müssen die Einstellungen der Stromzange im Menü Einstellungen geprüft werden. Wählen Sie ein Stromzangenmodell und einen Messbereich aus, die am besten für die erwarteten Stromwerte geeignet sind.
- Beachten Sie die Polarität der Stromzange (Pfeil auf der Prü fzange muss zur angeschlossenen Leitung hinzeigen), anderenfalls wird das Ergebnis negativ!

PV-Messungen

- Der Sicherheitssensor A 1384 **ist** für MODUL-, U_{oc}/I_{sc} -, I-U-, WECHSELRICHTER- (AC, DC) und ISO PV-Messungen zu verwenden.
- Die PV-Prüfleitung A 1385 ist für WECHSELRICHTER-Messungen (AC/DC) zu verwenden.
- Bevor Sie eine PV-Messung starten, müssen die Einstellungen für den PV-Modultyp und die PV-Prüfparameter geprüft werden.
- Die Umgebungsparameter (Temperatur und Bestrahlungsstärke) können manuell gemessen oder eingegeben werden.
- Die Umgebungsbedingungen (Bestrahlungsstärke, Temperatur) müssen während der Messung stabil sein.
- Zur Berechnung der STC-Ergebnisse müssen die Werte U_{oc}/I_{sc} , Bestrahlungsstärke, Temperatur (Umgebungs- oder Zelltemperatur) sowie die PV-Modulparameter bekannt sein. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Vor der Prüfung müssen die DC-Stromzangen immer auf null gesetzt werden.

2.2 Batterie und Aufladen

Das Instrument verwendet sechs Alkali- oder wiederaufladbare NiMH-Batteriezellen der Größe AA. Die Nennbetriebszeit ist für Zellen mit einer Nennkapazität von 2100 mAh angegeben.

Der Batteriezustand wird immer im unteren rechten Teil des Displays angezeigt.

Falls die Batterieladung zu schwach ist, zeigt das Gerät dies an, wie in Bild 2.1 gezeigt. Diese Anzeige erscheint einige Sekunden lang, dann schaltet sich das Gerät ab.

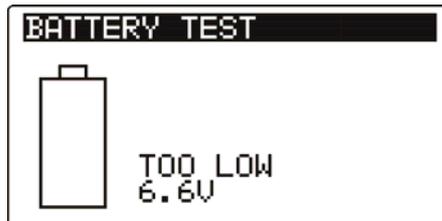


Bild 2.1: Anzeige „Batterie entladen“

Die Batterie wird immer dann geladen, wenn das Netzteil an das Instrument angeschlossen ist.

Die Polarität der Netzteilbuchse ist in Bild 2.2 gezeigt. Eine interne Schaltung steuert den Ladevorgang und sorgt für eine maximale Batterielebensdauer.



Bild 2.2: Polarität der Netzteilbuchse

Das Gerät erkennt den angeschlossenen Netzadapter automatisch und beginnt mit dem Laden.

Symbole:

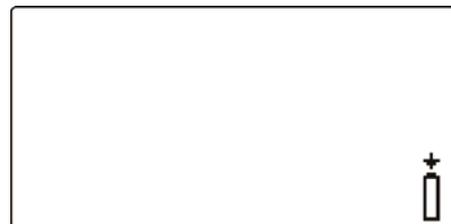


Bild 2.3: Anzeige des Ladens



Allgemeine Warnhinweise:

- Wenn das Gerät an eine Anlage angeschlossen ist, können im Inneren seines Batteriefachs gefährliche Spannungen auftreten! Wenn Sie Batteriezellen ersetzen oder den Batterie-/Sicherungsfachdeckel öffnen möchten, trennen Sie das gesamte an das Instrument angeschlossene Messzubehör ab und schalten das Instrument aus.
- Achten Sie darauf, dass Sie die Zellen richtig einlegen, sonst funktioniert das Gerät nicht, und die Batterien könnten entladen werden.
- Laden Sie keine Alkali-Batteriezellen!
- Verwenden Sie nur das vom Hersteller oder Händler des Prüfgeräts gelieferte Netzteil, um mögliche Brände oder einen Stromschlag zu vermeiden!

Hinweise:

- Das Ladegerät im Instrument ist ein so genanntes Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, dass die Batteriezellen während des Ladens in Serie geschaltet sind. Die Batteriezellen müssen gleichwertig sein (derselbe Ladezustand und Typ, dasselbe Alter).
- Entfernen Sie alle Batterien aus dem Batteriefach, wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird.
- Es können Alkali- oder wieder aufladbare NiMH-Batterien der Größe AA verwendet werden. Metrel empfiehlt nur den Einsatz von wieder aufladbaren Batterien von 2100 mAh oder mehr.
- Eine abweichende Batteriezelle kann ein ungenügendes Laden sowie ein fehlerhaftes Entladen bei normalem Gebrauch des gesamten Batteriepacks verursachen. (Das führt zu einem Erhitzen des Batteriepacks, bedeutend verringerter Betriebszeit, umgekehrter Polarität der defekten Zelle usw.)
- Während des Ladens der Batteriezellen können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten, falls diese über einen längeren Zeitraum (über 6 Monate) nicht benutzt wurden. In diesem Fall wird empfohlen, den Lade-/Entladevorgang mindestens 2-4 Mal zu wiederholen.
- Wenn nach mehreren Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Batteriezellen überprüft werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, Überprüfen in einem Zellen-Ladegerät usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Batteriezellen verschlechtern haben.
- Die oben beschriebenen Effekte sollten nicht mit dem normalen Nachlassen der Batteriekapazität im Laufe der Zeit verwechselt werden. Eine Batterie verliert auch an Kapazität, wenn sie wiederholt geladen/entladen wird. Der tatsächliche Kapazitätsverlust über die Anzahl der Ladezyklen hängt vom Batterietyp ab. Diese Information ist in den vom Batteriehersteller bereitgestellten technischen Daten enthalten.

2.3 Angewandte Normen

Die Instrumente Eurotest werden in Übereinstimmung mit folgenden Vorschriften hergestellt und geprüft:

<i>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)</i>	
EN 61326	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen Klasse B (handgehaltene Geräte in kontrollierten elektromagnetischen Umgebungen)
<i>Safety (LVD)</i>	
EN 61010-1	Sicherheitsbestimmungen für elektrische 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	Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum 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 Messungen
<i>Funktionalität</i>	
EN 61557	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 1 Allgemeine Anforderungen Teil 2 Isolationswiderstand Teil 3 Schleifenwiderstand Teil 4 Widerstand der Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindungen Teil 5 Erdungswiderstand (Nur MI 3102) Teil 6 Wirksamkeit von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) in TT-, TN- und IT-Netzen Teil 7 Drehfeld Teil 10 Kombinierte Messgeräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 12 Leistungsmessung und Überwachen von Betriebsmitteln (PMD)
<i>Referenznormen für elektrische Installationen und Komponenten</i>	
EN 61008	Fehlerstrom-/Differenzstromschutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
EN 61009	Fehlerstrom-/Differenzstromschutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
EN 60364-4-41	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41 Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag
BS 7671	IEE Wiring Regulations (17 th edition) (Verdrahtungsbestimmungen)

Referenznormen für Photovoltaik-Systeme

EN 62446	Netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme – Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen
----------	---

Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

- Der Text dieser Anleitung enthält Referenzen auf Europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6xxxx (z. B. EN 61010) sind gleichwertig mit IEC-Normen derselben Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur in ergänzenden Teilen, die aufgrund des europäischen Harmonisierungsverfahrens erforderlich waren.

3 Beschreibung des Instruments

3.1 Vorderseite



Bild 3.1: Vorderseite

Legende:

1	LCD	Punktmatrixdisplay mit Hintergrundbeleuchtung
2	AUFWÄRTS	Ändert den gewählten Parameterwert.
3	ABWÄRTS	
4	TEST	TEST Startet Messungen. Dient auch als Schutzleiter-Berührungselektrode.
5	ESC	Geht eine Ebene zurück.
6	TAB	Wählt die Parameter für die ausgewählte Funktion.
7	Hintergrund- beleuchtung, Kontrast	Ändert Helligkeit und Kontrast der Hintergrundbeleuchtung.
8	EIN / AUS	Schaltet das Instrument ein oder aus. <i>Das Instrument schaltet sich automatisch 15 Minuten nach dem letzten Tastendruck aus.</i>
9	HILFE / CAL	Zugriff auf die Hilfemenüs. Kalibrierung der Messleitungen in der Durchgangsprüfung. Startet die Z_{REF} -Messung in der Unterfunktion Spannungsfall.
10	Funktionswahl- taste - RECHTS	Wählen der Prüffunktion.
11	Funktionswahl- tasten - LINKS	

12	MEM	Speichern/Abrufen/Löschen von Prüfungen im Speicher des Instruments. Zangen- und Solareinstellungen speichern.
13	Grüne LEDs Rote LEDs	Gibt GUT/SCHLECHT für das Ergebnis an.

3.2 Anschlussplatte

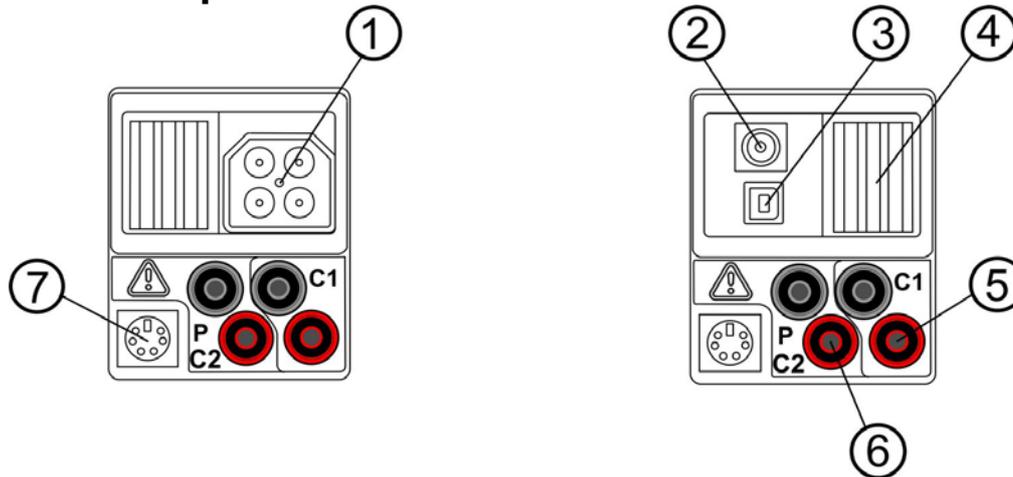


Bild 3.2: Anschlussplatte

Legende:

1	Prüfanschluss	Messeingänge / -ausgänge
2	Ladebuchse	
3	USB-Anschluss	Kommunikation mit einem PC-USB-Anschluss (USB 1.1).
4	Schutz- abdeckung	
5	C1	Stromzangen-Messeingang Nr. 1
6	P/C2	Stromzangen-Messeingang Nr. 2 Messeingang für externe Sensoren
7	PS/2-Stecker	Kommunikation mit serielltem PC-Anschluss Verbindung zu optionalen Messadaptern Verbindung zum Barcode-/RFID-Lesegerät

Warnungen!

- ❑ Die maximal zulässige Spannung zwischen einem beliebigen Prüfanschluss und Erde beträgt 600 V a.c., 1000 V d.c.!
- ❑ Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen am Prüfstecker liegen 600 V AC, 1000 V DC an!
- ❑ Die höchste zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen P/C2, C1 beträgt 3 V!
- ❑ Die maximal kurzzeitig zulässige Spannung vom externen Netzteil beträgt 14 V!

3.3 Rückseite

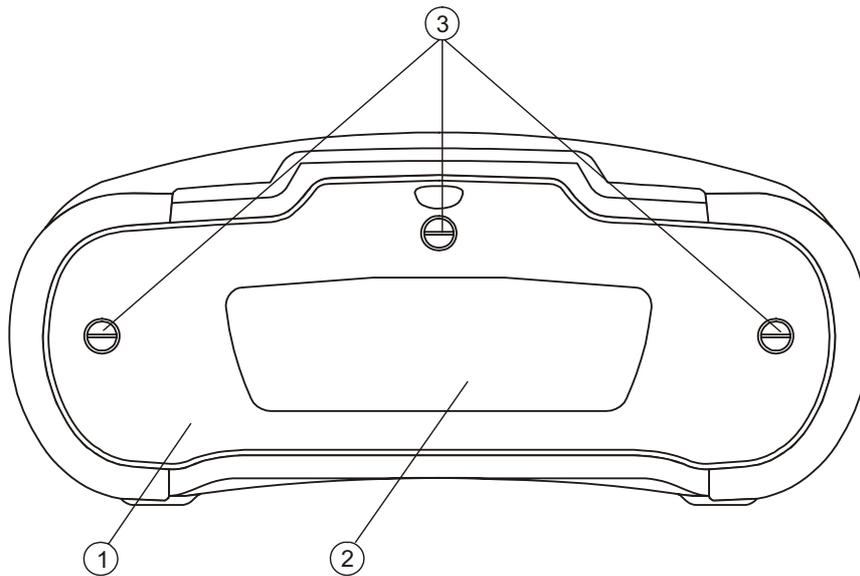


Bild 3.3: Rückseite

Legende:

- | | |
|---|---|
| 1 | Abdeckung Batterie-/Sicherungsfach |
| 2 | Infoschild Rückseite |
| 3 | Schrauben für Abdeckung Batterie-/ Sicherungsfach |

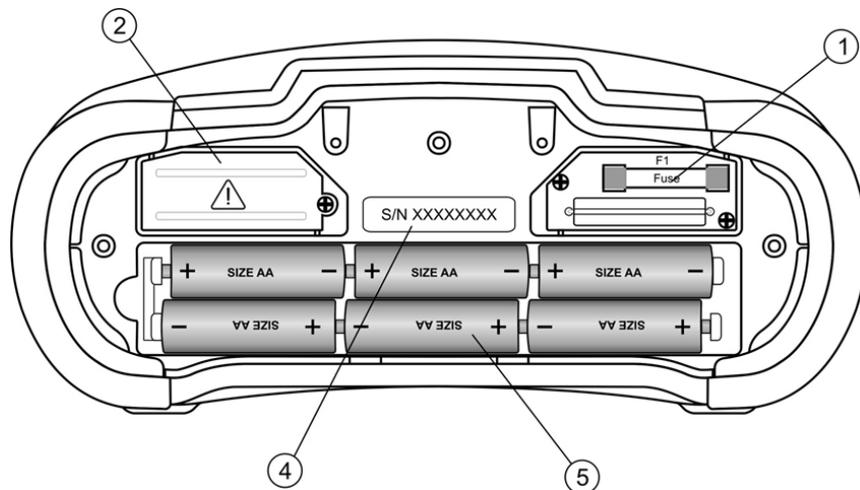


Bild 3.4: Batterie-/Sicherungsfach

Legende:

- | | | |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Sicherung F1 | FF 315 mA / 1000 V DC
(Ausschaltvermögen: 50 kA) |
| 2 | Hochleistungs-Sicherungsblock | |
| 3 | Schild mit Seriennummer | |
| 4 | Batteriezellen | Größe AA, Alkali / wiederaufladbar NiMH |
| 5 | Batteriehalter | |

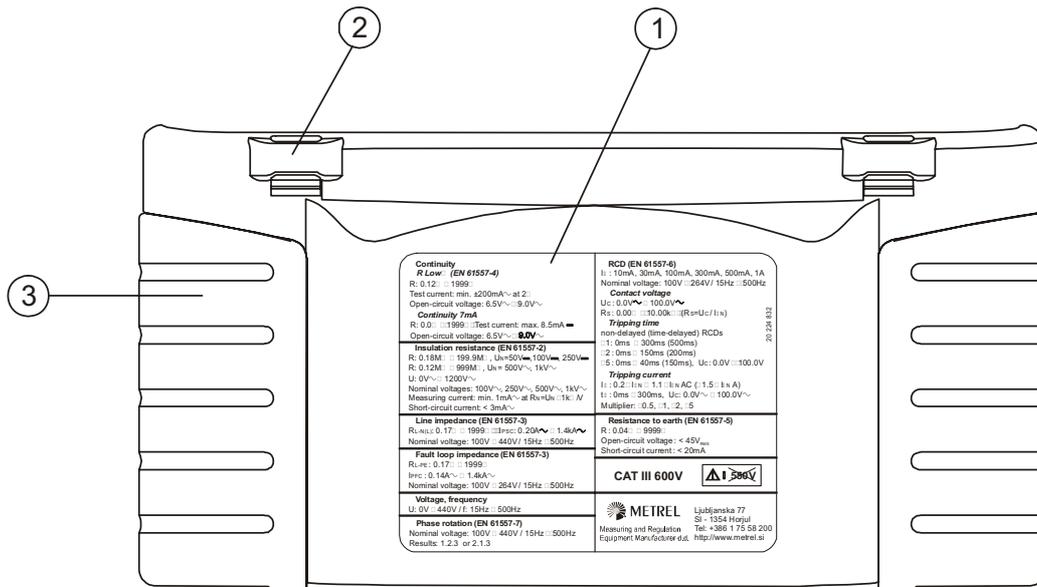


Bild 3.5: Unten

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:



Das Messgerät hängt um den Hals des Bedieners, 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.

3.4.1 Sicheres Anbringen des Riemens

Wählen Sie zwischen einer der beiden Methoden:

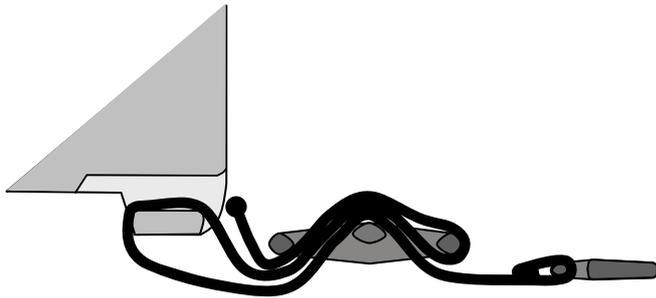


Abbildung 3.6: Erste Methode

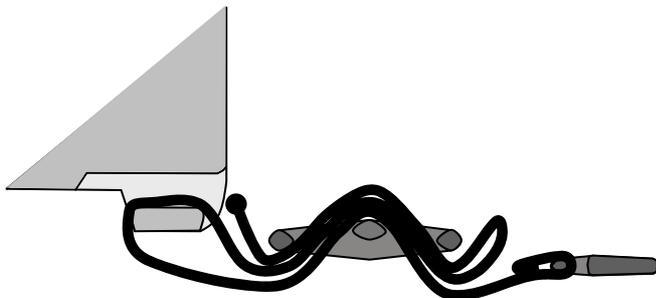


Abbildung 3.7: Alternative Methode

Prüfen Sie den sicheren Sitz regelmäßig.

3.5 Lieferumfang und Zubehör

3.5.1 Standard-Lieferumfang MI 3108

- Meßgerät
- Weiche Tragetasche, 2 Stück
- PV Sicherheitssensor
- Pyranometer
- PV Temperaturfühler
- AC/DC-Stromzange
- Prüfkabel mit Schuko- Stecker 1 m
- Prüfleitung, 3 x 1,5 m
- Prüfspitze, 4 Stück.
- Krokodilklemmen, 4 Stück.
- PV MC 4 Adapterstecker
- PV MC 4 Adapterbuchse
- PV MC 3 Adapterstecker
- PV MC 3 Adapterbuchse
- NiMH-Akkus
- Stromversorgungsadapter
- Trageriemen Satz
- RS232-PS/2-Kabel
- USB-Kabel
- CD mit Bedienungsanleitung und Handbuch "Leitfaden zur Prüfung von Niederspannungsinstallationen"
- Kurz-Bedienungsanleitung
- Kalibrierzertifikat

3.5.2 Optionale Zubehörteile

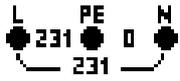
Anbei finden Sie eine Liste mit optionalen Zubehörteilen, die auf Anfrage von Ihrem Vertriebspartner bezogen werden können.

4 Betrieb des Instruments

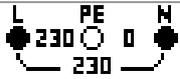
4.1 Display und Ton

4.1.1 Klemmenspannungsüberwachung

Die Klemmenspannungsüberwachung zeigt ständig die Spannungen an den Prüfklemmen sowie Informationen über aktive Prüfklemmen an.



Die ständig überwachten Spannungen werden zusammen mit der Prüfklemmendarstellung angezeigt. Alle drei Prüfklemmen werden für die ausgewählte Messung benutzt.



Die ständig überwachten Spannungen werden zusammen mit der Prüfklemmendarstellung angezeigt. Die Prüfklemmen L und N werden für die gewählte Messung benutzt.



L und PE (Schutzleiter) sind aktive Prüfklemmen; die Klemme N sollte zugunsten korrekter Bedingungen der Eingangsspannung ebenfalls angeschlossen sein.

4.1.2 Batterieanzeige

Die Anzeige gibt den Ladezustand der Batterie an, und ob ein externes Ladegerät angeschlossen ist.



Anzeige der Batteriekapazität.



Schwache Batterie.

Die Batterie ist zu schwach, um ein korrektes Ergebnis zu garantieren. Ersetzen Sie die Batterie oder laden Sie sie auf.



Aufladen läuft (wenn das Netzteil angeschlossen ist.)

4.1.3 Meldungen

Im Feld für Meldungen werden Warnungen und Meldungen angezeigt.



Messung läuft; beachten Sie angezeigte Warnungen.



Die Bedingungen an den Eingangsklemmen erlauben das Starten der Messung; beachten Sie andere angezeigte Warnungen und Meldungen.



Die Bedingungen an den Eingangsklemmen erlauben das Starten der Messung nicht; beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.



RCD hat während der Messung ausgelöst (in RCD-Funktionen).

	Das Instrument ist überhitzt. Die Messung darf nicht erfolgen, bis die Temperatur unter den erlaubten Grenzwert sinkt.
	Die Ergebnisse können gespeichert werden.
	Starke elektrische Störungen wurden während der Messung erkannt. Die Ergebnisse können verfälscht sein.
	L und N sind vertauscht.
	Warnung! An die Prüfklemmen liegt hohe Spannung an.
	Warnung! Gefährliche Spannung liegt an der Schutzleiterklemme (PE) an! Brechen Sie den Vorgang sofort ab und beseitigen Sie den Fehler / das Anschlussproblem, bevor Sie fortfahren.
	Widerstand der Prüfleitungen bei Durchgangsprüfung wird nicht kompensiert.
	Widerstand der Prüfleitungen bei Durchgangsprüfung wird kompensiert.
	Hoher Widerstand der Prüfsonden nach Erde. Die Ergebnisse können verfälscht sein (Modell MI 3125B).
	Zu gering für die spezifizierte Genauigkeit. Die Messergebnisse können verfälscht sein. Prüfen Sie in den Einstellungen der Stromzange, ob die Empfindlichkeit der Stromzange erhöht werden kann.
	Das Messsignal liegt außerhalb des Messbereichs. Die Messergebnisse können verfälscht sein.
	Sicherung F1 ist defekt.
	Es wurde externe Gleichspannung erfasst. Messungen in diesem Betriebsmodus sind nicht möglich.

4.1.4 Ergebnisfeld

	Messergebnis liegt innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (GUT).
	Das Messergebnis liegt außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (SCHLECHT).
	Die Messung wurde abgebrochen. Beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.

4.1.5 Akustische Warnungen

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

4.1.6 Hilfebildschirme

HELP	(HILFE) Öffnet den Hilfebildschirm.
-------------	-------------------------------------

Zu allen Funktionen gibt es Hilfe-Menüs. Das **Hilfe**-Menü enthält Prinzipschaltbilder zur Illustration, wie das Instrument an die elektrische Anlage anzuschließen ist. Drücken Sie

nach der Auswahl der Messung, die Sie durchführen möchten, die HELP-Taste, um das dazugehörige **Hilfe**-Menü zu betrachten.
Tasten im Hilfemenü:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt den nächsten / vorherigen Hilfebildschirm.
HELP	Blättert durch die Hilfebildschirme.
Funktionswahltasten / ESC	Verlässt das Hilfemenü.

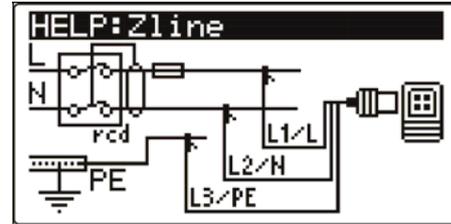
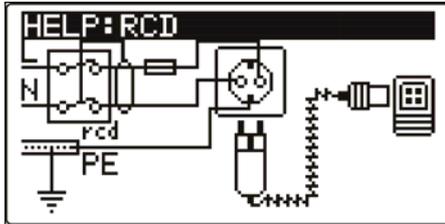


Bild 4.1: Beispiele für Hilfebildschirme

4.1.7 Einstellungen von Hintergrundbeleuchtung und Kontrast

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

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

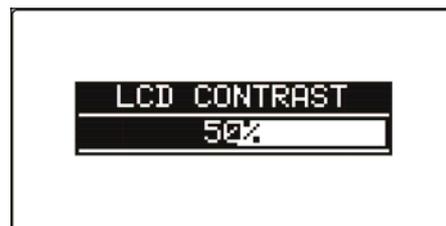


Bild 4.2: Menü zur Kontrasteinstellung

Tasten zur Kontrasteinstellung

ABWÄRTS	Verringert den Kontrast.
AUFWÄRTS	Erhöht den Kontrast.
TEST	Bestätigt den neuen Kontrast.
Funktionswahltasten	Verlässt die Funktion ohne Änderungen.

4.2 Funktionsauswahl

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

Tasten:

FUNKTIONSWÄHLER	Wählt die Prüf-/Messfunktion aus.
AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die Unterfunktion in der ausgewählten Messfunktion aus. Wählt den zu betrachtenden Bildschirm aus (wenn Messergebnisse auf mehrere Bildschirme aufgeteilt werden).
TAB	Wählt die einzustellenden oder zu ändernden Prüfparameter aus.
TEST	Führt die ausgewählte Prüf-/Messfunktion aus.
MEM	Speichert Messergebnisse/ruft Messergebnisse auf.
ESC	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

Tasten für das Feld der **Prüfparameter**:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Ändert den gewählten Parameterwert.
TAB	Wählt den nächsten Messparameter.
FUNKTIONSWÄHLER	Schaltet zwischen den Hauptfunktionen hin und her.
MEM	Speichert Messergebnisse / ruft gespeicherte Ergebnisse ab.

Allgemeine Regel zur Aktivierung von **Parametern** für die Auswertung des Mess-/Prüfergebnisses:

Parameter	OFF	Keine Grenzwerte, Anzeige: _ _ _.
	EIN	Wert(e) - Ergebnisse werden entsprechend den gewählten Grenzwerten als GUT oder SCHLECHT markiert.

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

4.3 Hauptmenü des Messgeräts

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

- <INSTALLATION> Prüfung von AC-Niederspannungs-Installationen
- <POWER> Prüfung von Leistung und Energie
- <SOLAR> Prüfung von PV-Systemen
- <SETTINGS> Einstellungen des Messgeräts

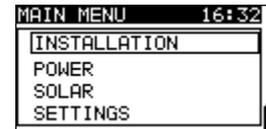


Bild 4.3:
Hauptmenü

Tasten:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ruft ausgewählte Option auf.

4.4 Einstellungen

Verschiedene Optionen für das Instrument können im Menü **SETTINGS** gewählt werden.

Die Optionen sind:

- Abrufen und Löschen gespeicherter Ergebnisse
- Wahl der Sprache
- Einstellen von Datum und Uhrzeit
- Auswahl der Bezugsnorm für die RCD-Prüfung
- Eingabe des I_{sc}-Faktors (I_K-Faktors)
- Unterstützung für Commander-Prüfspitze
- Einstellen des Instruments auf die ursprünglichen Werte
- Einstellungen für die Stromzangen
- Menü zur Synchronisierung mit der PV-Remote-Einheit
- Einstellungen für PV-Messungen



Bild 4.4: Optionen im Menü Einstellungen

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die geeignete Option aus.
TEST	Gibt die ausgewählte Option ein.
Funktionswahltasten	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

4.4.1 Speicher

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

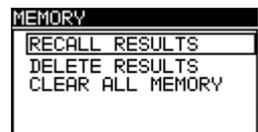


Bild 4.5: Speicheroptionen

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt eine Option.
TEST	Gibt die ausgewählte Option ein.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

4.4.2 Sprache

In diesem Menü kann die Sprache eingestellt werden.



Bild 4.6: Wahl der Sprache

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die Sprache.
TEST	Bestätigt die gewählte Sprache und kehrt zum Einstellungsmenü zurück.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

4.4.3 Datum und Uhrzeit

In diesem Menü können Datum und Uhrzeit eingestellt werden.

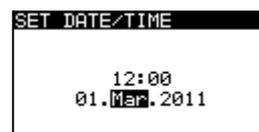


Bild 4.7: Einstellen von Datum und Uhrzeit

Tasten:

TAB	Wählt das zu ändernde Feld.
AUFWÄRTS /ABWÄRTS	Ändert das gewählte Feld.
TEST	
ESC	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Warnung:

- Wenn die Batterien für mehr als 1 Minute entfernt werden, geht die eingestellte Uhrzeit verloren.

4.4.4 RCD-Norm

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

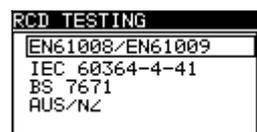


Bild 4.8: Auswahl der RCD-Prüfnorm

Tasten:

AUFWÄRTS /ABWÄRTS	Wählt die Norm.
TEST	Bestätigt die gewählte Norm.
ESC	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Die maximalen RCD-Trennzeiten weichen in unterschiedlichen Normen voneinander ab. Die in den einzelnen Normen festgelegten Auslösezeiten sind nachstehend aufgeführt.

Auslösezeiten nach EN 61008 / EN 61009:

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

Auslösezeiten nach EN 60364-4-41:

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}^{(*)}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine RCDs (unverzögert)	$t_{\Delta} > 999 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 999 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 40 \text{ ms}$
Selektive RCDs (zeitverzögert)	$t_{\Delta} > 999 \text{ ms}$	$130 \text{ ms} < t_{\Delta} < 999 \text{ ms}$	$60 \text{ ms} < t_{\Delta} < 200 \text{ ms}$	$50 \text{ ms} < t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$

Auslösezeiten nach BS 7671:

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}^{(*)}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine RCDs (unverzögert)	$t_{\Delta} > 1999 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 300 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 150 \text{ ms}$	$t_{\Delta} < 40 \text{ ms}$
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 nach AS/NZS 3017^{*)}

RCD-Typ	$I_{\Delta N}$ [mA]	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ^{*)}	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$	Bemerkung
I	□ 10	> 999 ms	40 ms	40 ms	40 ms	Maximale Unterbrechungszeit
II	> 10 □ 30		300 ms	150 ms	40 ms	
III	> 30		300 ms	150 ms	40 ms	
IV \square	> 30	> 999 ms	500 ms	200 ms	150 ms	Minimale Nichtbetätigungszeit
			130 ms	60 ms	50 ms	

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

**) Prüfstrom und Messgenauigkeit entsprechen AS/NZ-Anforderungen.

Maximale Prüfzeiten bezüglich des gewählten Prüfstroms für allgemeine (unverzögerte) RCDs

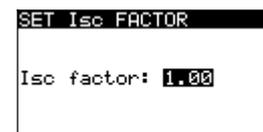
Norm	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
EN 61008 / EN 61009	300 ms	300 ms	150 ms	40 ms
EN 60364-4-41	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms
BS 7671	2000 ms	300 ms	150 ms	40 ms
AS/NZ (I, II, III)	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms

Maximale Prüfzeiten bezüglich des gewählten Prüfstroms für selektive (zeitverzögerte) RCDs

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

4.4.5 I_K factor (I_K-Faktor)

In diesem Menü kann der I_K-Faktor zur Berechnung des Kurzschlussstroms bei Messungen der Leitungsimpedanz und Schleifenimpedanz gewählt werden.

Bild 4.9: Wahl des I_K-Faktors

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Stellt den I _K -Wert ein.
TEST	Bestätigt den I _K -Wert.
ESC	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück

Der Kurzschlussstrom I_K im Netz ist wichtig für die Wahl oder Überprüfung von Schutzschaltern (Sicherungen, Überstromschutzschalter, RCDs).

Der Standardwert des I_K-Faktors (k_K) ist 1,00. Der Wert sollte nach den örtlichen Bestimmungen eingestellt werden.

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

4.4.6 Unterstützung für Commander-Prüfspitze

In diesem Menü kann die Unterstützung für Fern-Commander aus-/eingeschaltet werden.



Bild 4.10: Wahl der Commander-Unterstützung

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die Commander-Option.
TEST	Bestätigt die gewählte Option.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück

Hinweis:

- Diese Option ist dafür vorgesehen, die Fernsteuertasten des Commanders zu deaktivieren. Im Falle großer elektromagnetischer Störungen kann der Betrieb der Commander-Taste irregulär sein.

4.4.7 Ursprüngliche Einstellungen

In diesem Menü können die Einstellungen des Instruments sowie die Messparameter und Grenzwerte auf ihre ursprünglichen Werte (Werkseinstellungen) zurückgestellt werden.

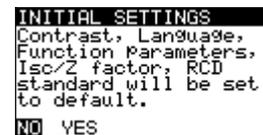


Bild 4.11: Dialog „Ursprüngliche Einstellungen“

Tasten:

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	
TEST	
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahltasten	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Warnung:

- Kundeneigene Einstellungen gehen verloren, wenn diese Option benutzt wird!
- Wenn die Batterien für mehr als 1 Minute entfernt werden, gehen die kundeneigenen Einstellungen verloren.

Die Standardeinstellung ist nachstehend beschrieben:

Einstellung des Instruments	Standardwert
Sprache	Deutsch
Contrast	Wie durch das Einstellverfahren festgelegt und gespeichert
Isc factor (I_K -Faktor)	1,00
RCD-Normen	EN 61008 / EN 61009
Commander	Aktiviert
Einstellungen der Stromzangen	
ZANGE 1	A1391, 40A
ZANGE 2	A1391, 40A
Solareinstellungen	Siehe Kapitel 4.4.10 Solareinstellungen

	Parameter / Grenzwert
INSTALLATION:	
ERDUNG RE	Kein Grenzwert
R ISO	Kein Grenzwert $U_{test} = 500 \text{ V}$
Niederohmiger Widerstand R LOW Ω DURCHGANG	Kein Grenzwert Kein Grenzwert
LEITUNGSIMPEDANZ SPANNUNGSFALL	Sicherungstyp: keiner gewählt $\Delta U: 4 \%$ $Z_{REF}: 0,00 \Omega$
SCHLEIFENIMPEDANZ $Z_{s \text{ rcd}}$	Sicherungstyp: keiner gewählt Sicherungstyp: keiner gewählt
RCD	RCD t Nenn-Differenzstrom: $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ RCD-Typ: G Anfangspolarität des Prüfstroms:  (0°) Grenzwert Berührungsspannung: 50 V Strommultiplikator: $\times 1$
LEISTUNG:	
STROM	C1
OBERSCHWINGUNGEN U I	U h:1
ENERGIE	I: 40 A, U: 260 A
SOLAR:	
ISO PV	Ohne Grenzwert $U_{test} = 500 \text{ V}$
ENV.	Gemessen
I/V	Gemessen
WECHSELRICHTER	AC/DC

Hinweis:

- Die ursprünglichen Einstellungen (Reset des Instruments) können auch geladen werden, indem die Taste TAB gedrückt wird, während das Instrument eingeschaltet wird.

4.4.8 Einstellungen der Stromzangen

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

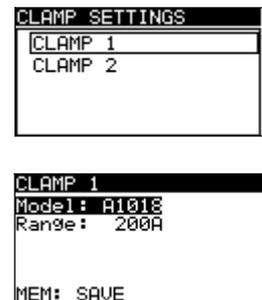


Abbildung 4.12: Konfigurierung der Stromzangen-Messeingänge

Einstellparameter:

Modell	Modell der Stromzange [A1018, A1019, A1391].
Bereich	Messbereich der Stromzange [20 A, 200 A], [40 A, 300 A].

Auswahl der Messparameter

Tasten

NACH OBEN / UNTEN	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ermöglicht Änderung der ausgewählten Parameter.
MEM	Speichert Einstellungen.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen der Stromzangen zurück.
Funktionswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Änderung der ausgewählten Parameter

Tasten

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Stellt Parameter ein.
TEST	Bestätigt eingestellte Daten.
ESC	Deaktiviert Änderung der ausgewählten Parameter.
Funktionswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Hinweis:

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

4.4.9 Synchronisierung (A 1378 - PV-Remote-Einheit)

Der Hauptzweck der Synchronisierung besteht darin, korrekte Werte der Temperatur und der Bestrahlungsstärke für die Berechnung der STC-Messergebnisse zu erhalten. 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-Remote-Einheit 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-Remote-Einheit.

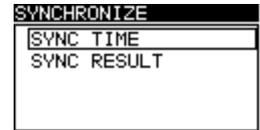


Abbildung 4.13: Menü Synchronisieren

Zu synchronisierende Daten:

TIME	Datum und Uhrzeit des Messgeräts werden auf die PV-Remote-Einheit geladen.
RESULT	Die gemessenen Umgebungsparameter werden auf dem Messgerät geladen. Gespeicherte STC-Ergebnisse werden entsprechend korrigiert.

Tasten:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die zu synchronisierenden Daten aus.
TEST	Synchronisiert Daten. Befolgen Sie die Angaben auf der LCD. Wenn die Synchronisierung erfolgreich war, ertönt ein Piepton zur Bestätigung, nachdem kurze Meldungen "Verbindung..." und "Synchronisierung..." angezeigt wurden.
ESC	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahl	Keht zum Hauptmenü zurück.

Anschluss zur Synchronisierung

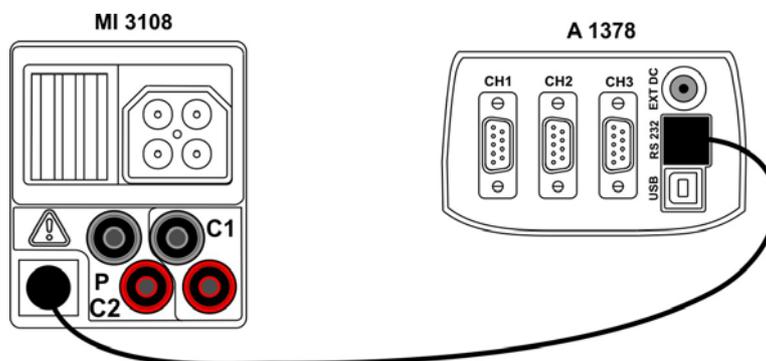


Abbildung 4.14: Anschluss der Messgeräte während der Synchronisierung

Hinweis:

- Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch der A 1378 PV-Remote-Einheit.

4.4.10 Solareinstellungen

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

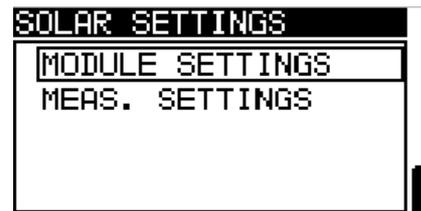


Abbildung 4.15: Solareinstellungen

Tasten:

NACH OBEN / N TEN	Wählt Option aus.
TEST	Ruft Menü zur Änderung des Parameters auf.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Einstellung des PV-Moduls

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

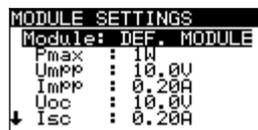


Abbildung 4.16: Menü PV-Modul-Einstellungen

Parameter des PV-Moduls:

Modul		PV-Modulname
Pmax	1 W .. 1000 W	Nennleistung des PV-Moduls
Umpp	10 V .. 100 V	Spannung am höchsten Leistungspunkt
Imp	0,20 A .. 15 A	Stromstärke am höchsten Leistungspunkt
Uoc	10 V .. 100 V	Leerlaufspannung des Moduls
Isc	0,20 A .. 15 A	Kurzschlussstrom des Moduls
NOCT	20 °C .. 100 °C	Nennwert Betriebstemperatur der PV-Zelle
alfa	0,01 mA/°C .. 9,99 mA/°C	Temperaturkoeffizient des Isc
beta	-0,999 V/°C .. 0,001 V/°C	Temperaturkoeffizient des Uoc
gamma	-0,99 %/°C .. -0,01 %/°C	Temperaturkoeffizient des Pmax
Rs	0 Ω .. 10 Ω	Serienwiderstand des PV-Moduls

Auswahl des PV-Modultyps und der Parameter

Tasten:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ruft Menü zur Änderung des Typs oder Parameters auf.
ESC, Funktionswahl	Verlässt Menü.
MEM	Ruft Speichermenü für PV-Modultyp auf.

Ändert den PV-Modultyp/-parameter

Tasten:

NACH OBEN / UNTEN	Stellt den Wert / Parameter / PV-Modultyp ein.
TEST	Bestätigt eingestellte Werte / Daten.
ESC, Funktionswahl	Verlässt Menü.

Speicher Menü PV-Modultyp

ADD	Ruft Menü zum Hinzufügen eines neuen PV-Modultyps auf.
OVERWRITE	Ruft Menü zum Speichern geänderter Daten des ausgewählten PV-Modultyps auf.
DELETE	Löscht den ausgewählten PV-Modultyp.
DELETE ALL	Löscht alle PV-Modultypen.

Tasten:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt Option aus.
TEST	Ruft ausgewähltes Menü auf.
Funktionswahl	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

Wenn **Add** oder **Overwrite** ausgewählt sind, wird das Menü zum Einstellen des PV-Modultypenamen angezeigt.



Abbildung 4.17: Einstellung des PV-Modultyps

Tasten:

<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	Wählt ein Zeichen aus.
TEST	Wählt das nächste Zeichen aus.
MEM	Bestätigt den Name und speichert ihn ab. Kehrt dann in das Menü Moduleinstellungen zurück.
ESC	Löscht den letzten Buchstaben. Kehrt zum vorigen Menü ohne Änderungen zurück.

Wenn **Delete** oder **Delete all** ausgewählt werden, wird eine Warnmeldung ausgegeben.

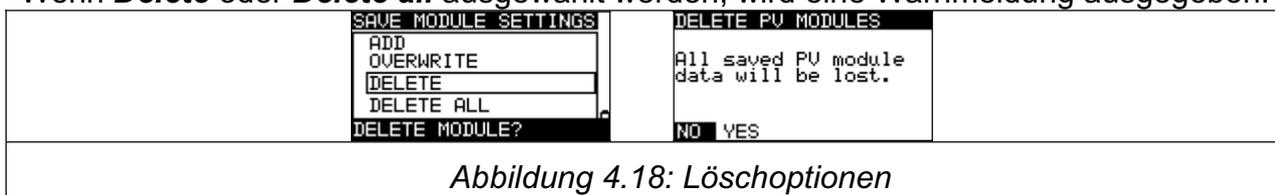


Abbildung 4.18: Löschoptionen

Tasten:

TEST	Bestätigt das Löschen. Zum Löschen müssen alle Optionen mit JA/YES beantwortet werden.
ESC / Funktionswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Funktionsmenü zurück.

Einstellungen der PV-Messungen

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

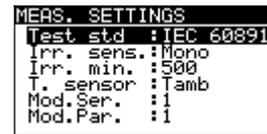


Abbildung 4.19: Auswahl der PV-Messungs-Einstellungen

Parameter für die PV-Messungen:

Test std	Prüfstandard [IEC 60891, CEI 82-25]
Irr. Sens.	[Poly, Mono, Pyran.]
Irr. min.	Mindestwert für solare Bestrahlungsstärke zur Berechnung [500 – 1000 W/m ²]
T.sensor	Temperatur für die Berechnung [Tamb, Tcell]
Mod.Ser.	Anzahl der in Serie geschalteten Module [1 – 30]
Mod.Par.	Anzahl der parallel geschalteten Module [1 – 10]

Auswahl der PV-Prüfparameter

Tasten:

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ermöglicht Änderung der ausgewählten Parameter.
MEM	Speichert Einstellungen.
ESC / Funktionswahl	Verlässt Menü.

Änderung der ausgewählten Parameter

Tasten:

NACH OBEN / UNTEN	Stellt Parameter ein.
TEST	Bestätigt eingestellte Daten.
ESC / Funktionswahl	Verlässt Menü.

5 Messungen – AC-Niederspannungsinstallationen

5.1 Spannung, Frequenz und Phasenfolge

Die Spannungs- und Frequenzmessung ist in der Klemmenspannungsüberwachung immer aktiv. Im Sondermenü **VOLTAGE TRMS** (echter Spannungseffektivwert) können die gemessene Spannung, die Frequenz sowie Informationen über die erkannte Drehstromverbindung gespeichert werden. Die Phasenfolgemessung entspricht der Norm EN 61557-7.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2 *Funktionsauswahl*.

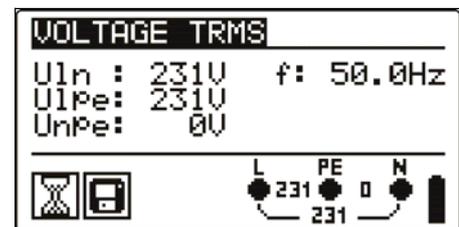


Bild 5.1: Spannung in einem Einphasennetz

Prüfparameter für die Spannungsmessung

Es sind keine Parameter einzustellen.

Schaltungen für die Spannungsmessung

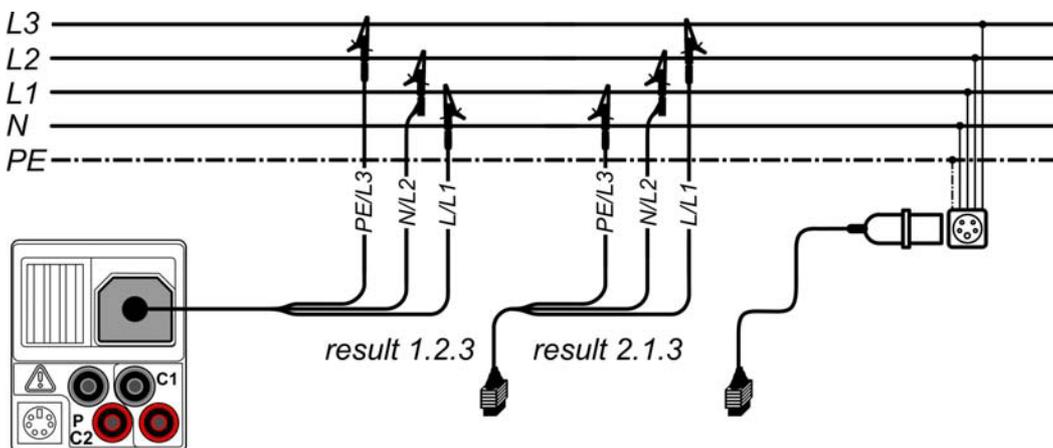


Bild 5.2: Anschluss des Universalprüfkabels und des optionalen Adapters im Drehstromnetz

5.2 Isolationswiderstand

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 Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2 *Funktionsauswahl*.



Bild 5.5:
Isolationswiderstand

Prüfparameter für die Isolationswiderstandsmessung

U_{iso}	Prüfspannung [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	Minimaler Isolationswiderstand [AUS; 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

Prüfschaltungen für den Isolationswiderstand

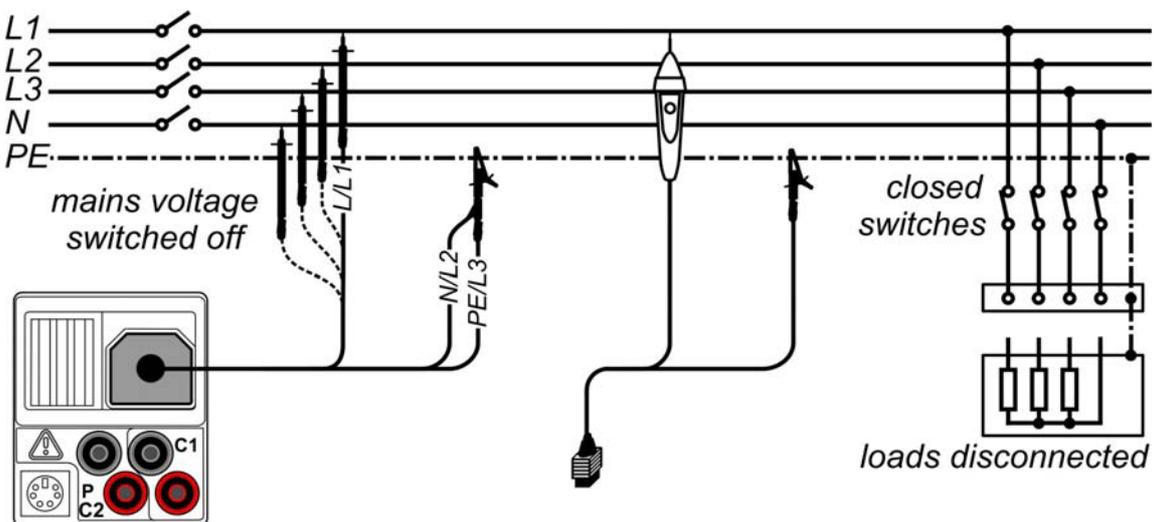


Bild 5.6: Anschlüsse für die Messung des Isolationswiderstandes

Verfahren bei der Isolationswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion **INS**.
- Stellen Sie die erforderliche **Prüfspannung** ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Trennen** Sie die geprüfte Anlage von der Netzversorgung (und entladen Sie nach Bedarf die Isolation).
- **Schließen** Sie die Prüfleitung am Instrument und am Prüfling an (siehe Bild 5.6).
- Drücken Sie die **TEST**-Taste, um die Messung durchzuführen (kurzer Doppel-
druck für kontinuierliche Messung und späterer Druck zum Beenden der
Messung).
- Warten Sie nach Abschluss der Messung, bis der Prüfling vollständig entladen ist.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Bild 5.7: Beispiel für ein Ergebnis einer Isolationswiderstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse:

R.....Isolationswiderstand

Um.....Prüfspannung – aktueller Wert.

5.3 Widerstand der Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindungen

Die Messung des Isolationswiderstands wird durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Schutzmaßnahmen vor elektrischen Schlägen mittels Erdverbindung und der Potentialausgleichsverbindungen wirksam sind. Zwei Unterfunktionen stehen zur Verfügung:

- R LOW Ω - Widerstandsmessung der Erdungsverbindung nach EN 61557-4 (200 mA),
- CONTINUITY – kontinuierliche Widerstandsmessung mit 7 mA.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2 *Funktionsauswahl*.

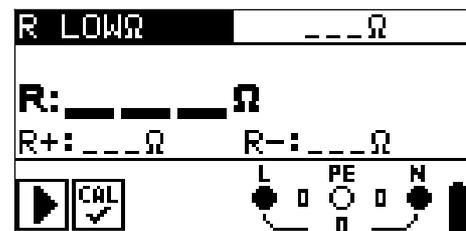


Bild 5.8: 200 mA R LOW Ω

Prüfparameter für die Widerstandsmessung

TEST	Unterfunktion der Widerstandsmessung [R LOW Ω , CONTINUITY]
Grenzwert	Maximaler Widerstand [AUS; 0,1 Ω ÷ 20,0 Ω]

Zusätzliche Prüfparameter für Unterfunktion Kontinuierliche Messung

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

5.3.1 R LOW Ω , Widerstandsmessung 200 mA

Die Widerstandsmessung wird mit automatischer Polaritätsumkehr der Prüfspannung durchgeführt.

Prüfschaltung für die R LOW Ω -Messung

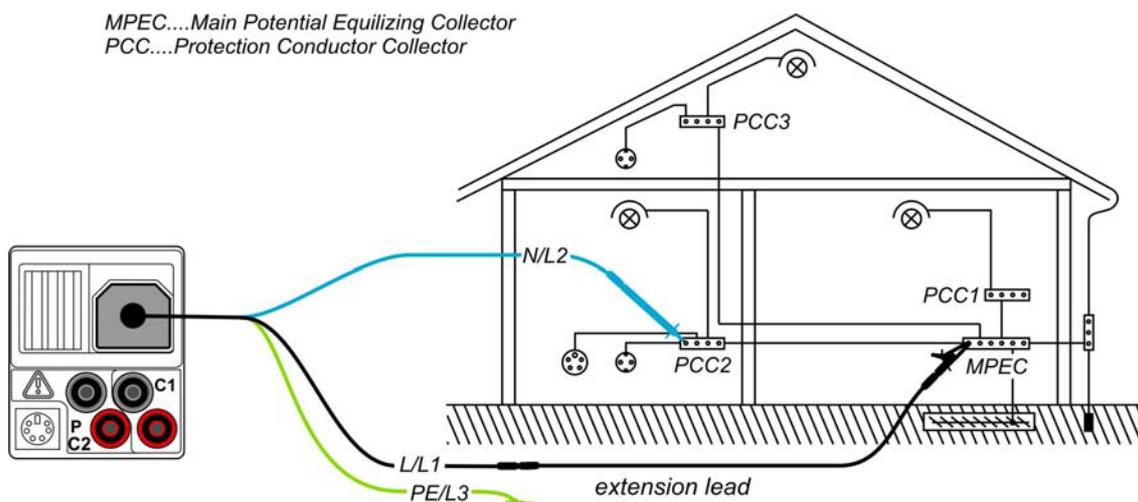


Bild 5.9: Anschluss des Universal-Prüfkabels mit optionaler Verlängerungsleitung

Verfahren für die RLOW Widerstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Durchgangsprüfungsfunktion.
- Setzen Sie die Unterfunktion auf **R LOW Ω** .
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- **Kompensieren** Sie den Widerstand der Prüflleitungen (falls erforderlich, siehe Abschnitt 5.3.3).
- **Trennen** Sie die zu prüfende Anlage von der Netzversorgung und entladen Sie sie.
- **Schließen** Sie die Prüflleitungen an der entsprechenden Schutzerte-Verdrahtung an (siehe Bild 5.9).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie nach Abschluss der Messung das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Bild 5.10: Beispiel für ein R LOW Ω -Ergebnis

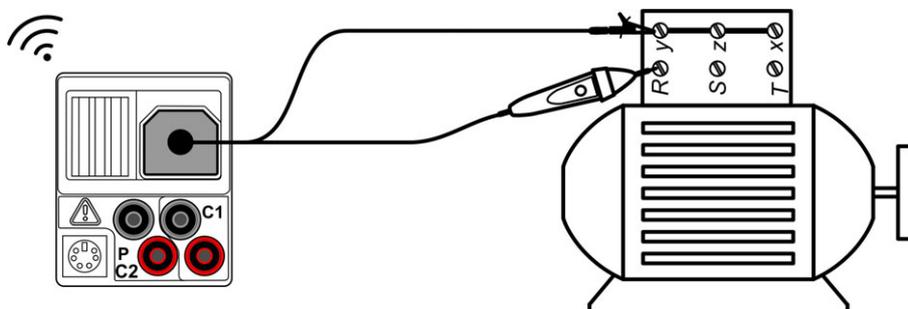
Angezeigtes Ergebnis:

- R.....R LOW Ω -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-Ohmmeter mit niedrigem Prüfstrom. Die Messung erfolgt kontinuierlich ohne Polaritätsumkehr. Die Funktion kann auch zur Durchgangsprüfung von induktiven Bauteilen angewandt werden.

Prüfschaltung für die kontinuierliche Widerstandsmessung



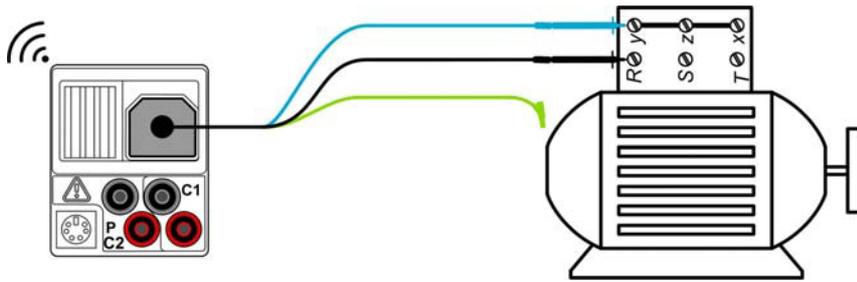


Bild 5.11:

Verfahren für die kontinuierliche Widerstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Durchgangsprüfungsfunktion.
- Setzen Sie die Unterfunktion auf **CONTINUITY**
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- **Kompensieren** Sie den Widerstand der Prüfleitungen (falls erforderlich, siehe *Abschnitt 5.3.3*).
- **Trennen** Sie den **Prüfling** von der Netzversorgung und entladen Sie ihn.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am **Prüfling an** (siehe *Bild 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 durch Drücken der Taste MEM (optional).



Bild 5.12: Beispiel für die kontinuierliche Widerstandsmessung

Angezeigtes Ergebnis:

R.....Widerstand

5.3.3 Kompensation des Widerstands der Prüfleitungen

Dieses Kapitel beschreibt, wie man die Prüfleitungswiderstände bei beiden Durchgangsfunktionen, R LOW Ω und CONTINUITY kompensiert. Die Kompensation ist erforderlich, um den Einfluss des Widerstands der Prüfleitungen und die Innenwiderstände des Instruments auf den gemessenen Widerstand zu eliminieren. Die Leitungskompensation ist deshalb eine sehr wichtige Funktion, um ein korrektes Ergebnis zu erhalten. Das Symbol  wird angezeigt, wenn die Kompensation erfolgreich durchgeführt wurde.

Schaltungen zum Kompensieren des Widerstands der Prüfleitungen

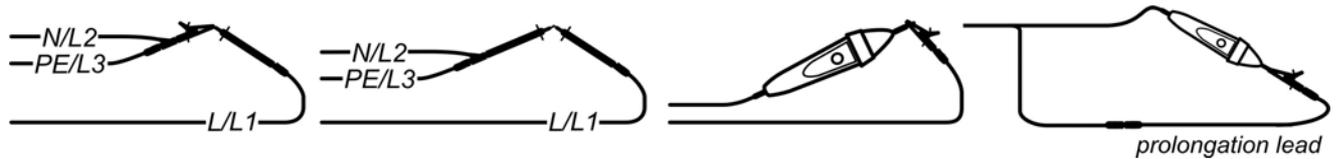


Bild 5.13: Kurzgeschlossene Prüfleitungen

Verfahren zur Kompensation des Widerstands der Prüfleitungen

- Wählen Sie die Funktion R LOW Ω oder CONTINUITY.
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument an und schließen Sie die Prüfleitungen miteinander kurz (siehe Bild 5.13).
- Drücken Sie **TEST**, um eine **Widerstandsmessung** durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **CAL**, um den Leitungswiderstand zu kompensieren.

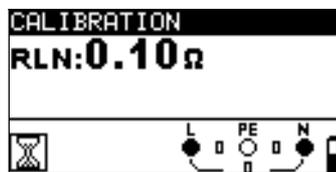


Bild 5.14: Ergebnisse mit alten Kalibrierungswerten

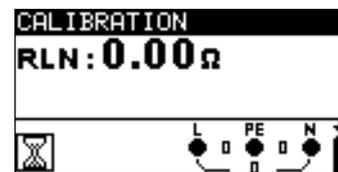


Bild 5.15: Ergebnisse mit neuen Kalibrierungswerten

Hinweis:

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



wird angezeigt, wenn kein Kalibrierungswert gespeichert ist.

Anschlüsse zum Prüfen eines RCDs

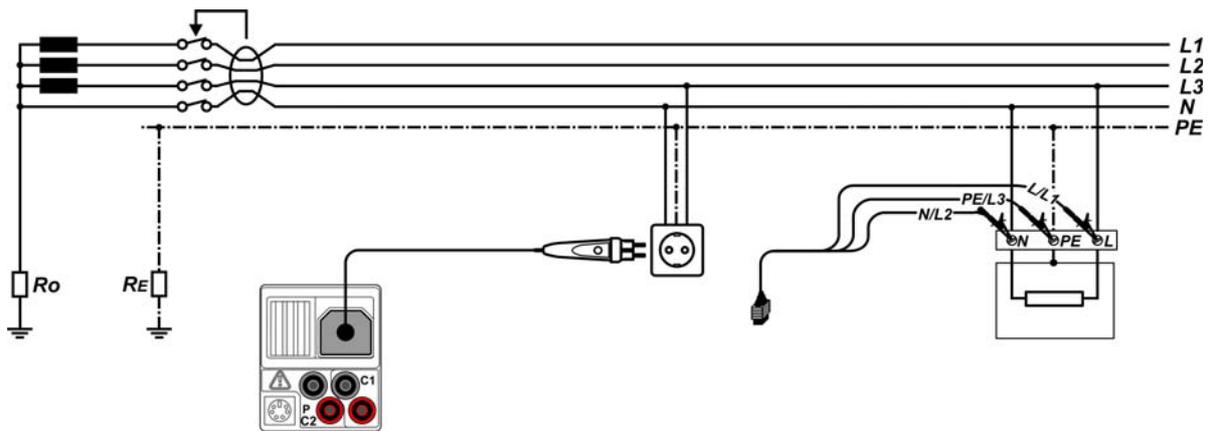


Bild 5.17: Anschluss des Plug Commanders (Netzsteckeradapter) und des Universalprüfkabels

5.4.1 Berührungsspannung (RCD-Uc)

Ein Strom, der in die PE-Klemme fließt, verursacht einen Spannungsfall am Erdungswiderstand, d. h. einen Spannungsunterschied zwischen dem PE-Ausgleichskreis 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 mit dem Funktionswahlschalter die Funktion **RCD**.
- Setzen Sie die Unterfunktion auf **Uc**.
- Stellen Sie (bei Bedarf) die Prüfparameter ein.
- Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- Schließen** Sie die Prüflitungen am Prüfling **an** (siehe Bild 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

Das Ergebnis „Berührungsspannung“ bezieht sich auf den Nennfehlerstrom des RCDs und wird mit einem geeigneten Faktor multipliziert (je nach RCD-Typ und Art des Prüfstroms). Der Faktor 1,05 wird angewandt, um eine negative Toleranz des Ergebnisses zu vermeiden. In Tabelle 5.1 finden Sie detaillierte Berechnungsfaktoren für die Berührungsspannung.

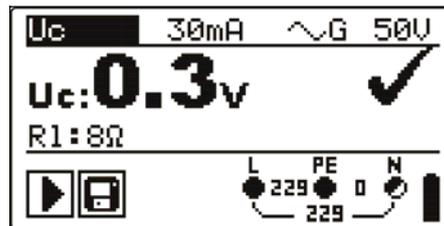
RCD-Typ		Berührungsspannung U_c proportional zu	Nennwert $I_{\Delta N}$
AC	G	$1,05 \times I_{\Delta N}$	beliebig
AC	S	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A	G	$1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	□ 30 mA
A	S	$2 \times 1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A	G	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	< 30 mA

A	S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	beliebig
B	G	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
B	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) nach: $R_L = \frac{U_c}{I_{\Delta N}}$ berechnet.



Angezeigte Ergebnisse:

U_cBerührungsspannung.

R_1Fehlerschleifenwiderstand.

5.4.2 Auslösezeit (RCDt)

Die Messung der Auslösezeit überprüft die Empfindlichkeit des RCDs bei verschiedenen Fehlerströmen.

Messverfahren für die Auslösezeit

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion **RCD**.
- Setzen Sie die Unterfunktion auf **RCDt**.
- Stellen Sie (bei Bedarf) die Prüfparameter ein.
- Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- Schließen** Sie die Prüflitungen am Prüfling **an** (siehe Bild 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

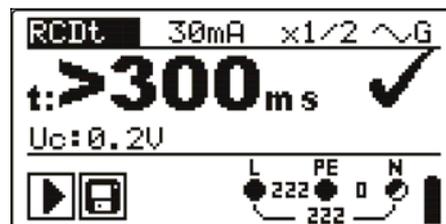


Bild 5.19: Beispiel für Messergebnisse der Auslösezeit

Angezeigte Ergebnisse:

tAuslösezeit,

U_cBerührungsspannung für Nennwert $I_{\Delta N}$.

5.4.3 Auslösestrom (RCD I)

Ein kontinuierlich ansteigender Fehlerstrom ist zum Prüfen der Schwellenempfindlichkeit für das Auslösen des RCDs bestimmt. Das Instrument erhöht den Prüfstrom wie folgt in kleinen Schritten innerhalb des passenden Bereichs:

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

Der maximale Prüfstrom ist I_{Δ} (Auslösestrom) oder der Endwert, falls der RCD nicht ausgelöst hat.

Messverfahren für den Auslösestrom

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion **RCD**.
- Setzen Sie die Unterfunktion auf **RCD I**.
- Stellen Sie (bei Bedarf) die Prüfparameter ein.
- Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling **an** (siehe Bild 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).

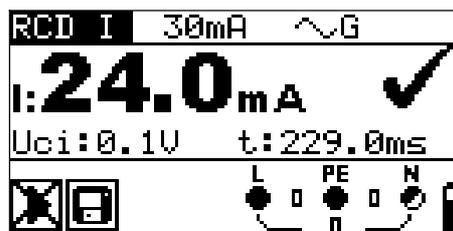


Bild 5.20: Beispiel für Auslösestrom-Messergebnis

Angezeigte Ergebnisse:

IAuslösestrom,

U_{ci} Berührungsspannung beim Auslösestrom I oder Endwert, falls der RCD nicht ausgelöst hat.

tAuslösezeit.

5.4.4 Automatische RCD-Prüfung

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

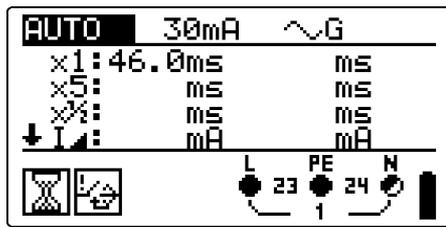
Zusätzliche Taste:

HELP (HILFE / DISPLAY)	Schaltet zwischen oberem und unterem Teil des Ergebnisfelds hin und her.
-------------------------------	--

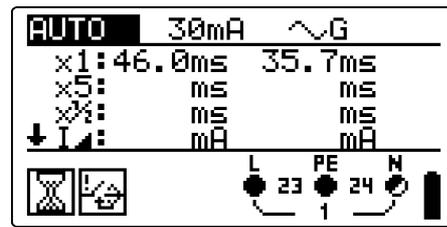
Verfahren bei der automatischen RCD-Prüfung

Schritte bei der automatischen RCD-Prüfung	Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion RCD. <input type="checkbox"/> Setzen Sie die Unterfunktion auf AUTO. <input type="checkbox"/> Stellen Sie (bei Bedarf) die Prüfparameter ein. <input type="checkbox"/> Schließen Sie das Prüfkabel am Instrument an. <input type="checkbox"/> Schließen Sie die Prüflleitungen am Prüfling an (siehe Bild 5.17). <input type="checkbox"/> Drücken Sie die Taste TEST, um die Messung durchzuführen. 	Start der Prüfung
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Prüfung mit $I_{\Delta N}$, 0° (Schritt 1). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Prüfung mit $I_{\Delta N}$, 180° (Schritt 2). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Prüfung mit $5 \times I_{\Delta N}$, 0° (Schritt 3). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Prüfung mit $5 \times I_{\Delta N}$, 180° (Schritt 4). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Prüfung mit $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 0° (Schritt 5). <input type="checkbox"/> Prüfung mit $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 180° (Schritt 6). 	RCD sollte nicht auslösen RCD sollte nicht auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Prüfung mit Auslösestrom, 0° (Schritt 7). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Prüfung mit Auslösestrom, 180° (Schritt 8). 	RCD sollte auslösen
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RCD reaktivieren. <input type="checkbox"/> Speichern Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional). 	Ende der Prüfung

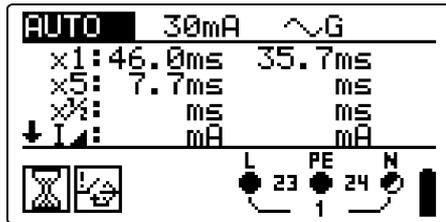
Beispiele für Ergebnisse:



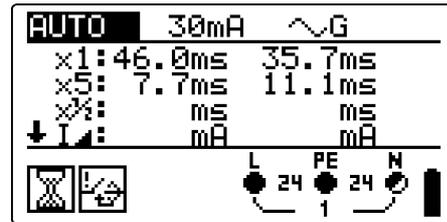
Schritt 1



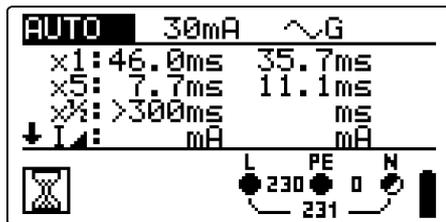
Schritt 2



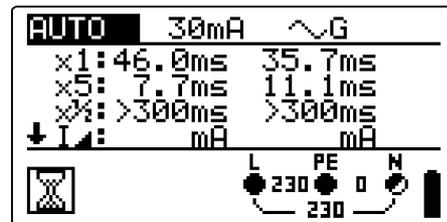
Schritt 3



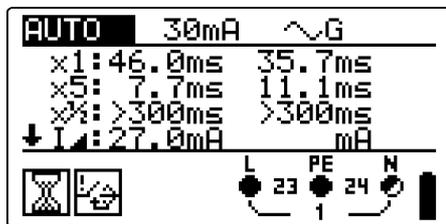
Schritt 4



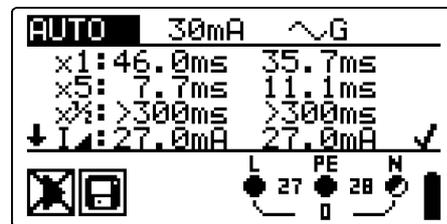
Schritt 5



Schritt 6

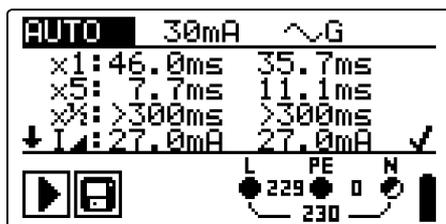


Schritt 7

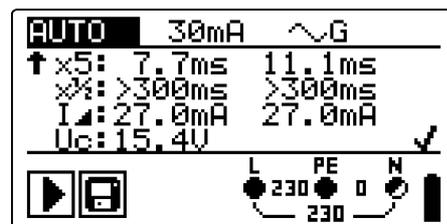


Schritt 8

Bild 5.21: Einzelne Schritte bei der automatischen RCD-Prüfung



Oben



Unten

Bild 5.22: Zwei Teile des Ergebnisfelds bei der automatischen RCD-Prüfung

Angezeigte Ergebnisse:

- x1Auslösezeit Schritt 1 (t_{x1} ; $I_{\Delta N}$, 0°),
- x1Auslösezeit Schritt 2 (t_{x1} ; $I_{\Delta N}$, 180°),
- x5Auslösezeit Schritt 3 (t_{x5} ; $5 \times I_{\Delta N}$, 0°),
- x5Auslösezeit Schritt 4 (t_{x5} ; $5 \times I_{\Delta N}$, 180°),
- $x_{1/2}$ Auslösezeit Schritt 5 ($t_{x_{1/2}}$; $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 0°),
- $x_{1/2}$ Auslösezeit Schritt 6 ($t_{x_{1/2}}$; $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 180°),
- I_{Δ} Auslösestrom Schritt 7 (0°),
- I_{Δ} Auslösestrom Schritt 8 (180°),
- U_c Berührungsspannung für 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 der RCD Typ A mit Nennfehlerströmen von $I_{\Delta N} = 300 \text{ mA}$, 500 mA und 1000 mA geprüft wird. In diesem Fall ist das Prüfergebnis der automatischen Prüfung gut, wenn alle anderen Ergebnisse gut sind, und die Angaben für x5 werden weggelassen.
- Die Prüfungen auf Empfindlichkeit (I_{Δ} , Schritte 7 und 8) werden bei RCDs des selektiven Typs weggelassen.

5.5 Fehlerschleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom

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 Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2, *Funktionsauswahl*.

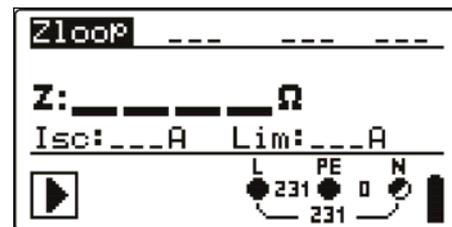


Bild 5.23:
Fehlerschleifenimpedanz

Prüfparameter für die Fehlerschleifenimpedanzmessung

Test	Auswahl der Unterfunktion Fehlerschleifenimpedanz [Zloop, Zs rcd]
Sicherungstyp	Wahl des Sicherungstyps [---, NV, gG, B, C, K, D]
Fuse I (I_{sich})	Nennstrom der gewählten Sicherung
Fuse T (T_{sich})	Maximale Auslösezeit der gewählten Sicherung
Lim (Grenzwert)	Minimaler Kurzschlussstrom der gewählten Sicherung

Sicherungs-Referenzdaten finden Sie in Anhang A.

Schaltungen für die Fehlerschleifenimpedanzmessung

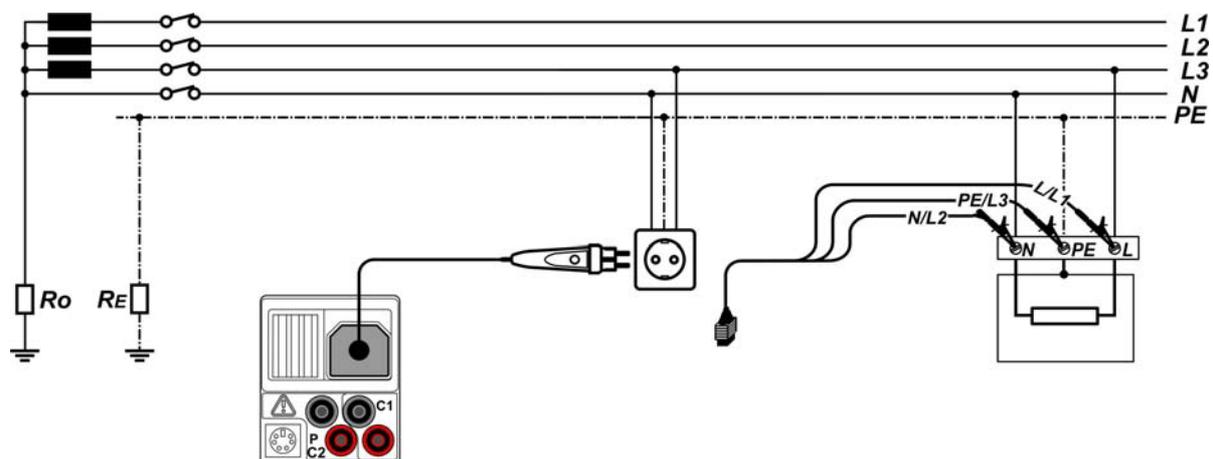


Bild 5.24: Anschluss des Steckerkabels und des Universalprüfkabels

Verfahren der Fehlerschleifenimpedanzmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter und den Tasten / die Unterfunktion **ZLOOP** oder **Zs rcd**
- Wählen Sie Prüfparameter (optional).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel an das **EurotestCombo** an.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling an (siehe *Bilder 5.24 und 5.17*).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Bild 5.25: Beispiel für Messergebnisse der Schleifenimpedanz

Angezeigte Ergebnisse:

Z..... Fehlerschleifenimpedanz,

I_{sc}..... Unbeeinflusster Fehlerstrom,

Lim Unterer Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstroms.

Der unbeeinflusste Kurzschlussstrom I_{sc} (I_K) wird wie folgt aus der gemessenen Impedanz berechnet:

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

Mit:

U_n Nennspannung U_{L-PE} (siehe nachstehende Tabelle),

k_{sc} k_K , Korrekturfaktor für I_{sc} (siehe Kapitel 4.4.5).

U_n	Eingangsspannung (L-PE)
115 V	(100 V <input type="checkbox"/> U_{L-PE} <input type="checkbox"/> 160 V)
230 V	(160 V <input type="checkbox"/> U_{L-PE} <input type="checkbox"/> 264 V)

Hinweise:

- 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.
- Diese Messung lässt den RCD in RCD-geschützten elektrischen Anlagen auslösen, wenn die Prüfung „Schleifenwiderstand“ gewählt ist.
- Wählen Sie **Zs rcd**, um das Auslösen des RCDs in einer RCD-geschützten Anlage zu vermeiden.

5.6 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/Spannungsfall

Die Leitungsimpedanz wird in einer Schleife gemessen, die aus der Netzspannungsquelle und der Leitungsverdrahtung besteht. Die Messung wird durch die Anforderungen der Norm EN 61557-3 abgedeckt.

Mit der Unterfunktion des Spannungsfalls soll bewiesen werden, dass die Leiter in der Anlage nicht überlastet werden. Die Grenzwerte sind in der Norm EN 60365-5-52 beschrieben.

Unterfunktionen:

Z LINE – Leitungsimpedanzmessung gemäß EN 61557-3,

VOLTAGE DROP – Spannungsfallmessung

Weitere Informationen über die Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2, *Funktionsauswahl*.

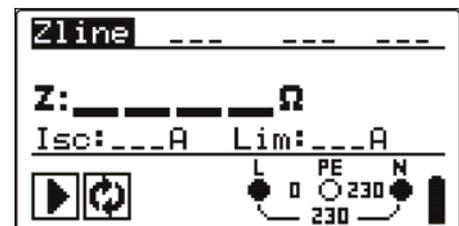


Bild 5.26:
Leitungsimpedanz

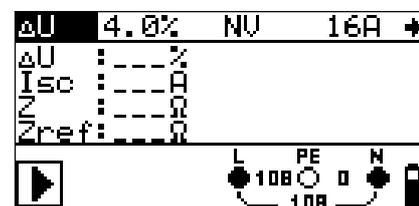


Bild 5.27: Spannungsfall

Prüfparameter für die Leitungsimpedanzmessung

FUSE type (Sicherungstyp)	Wahl des Sicherungstyps [---, NV, gG, B, C, K, D]
FUSE I (I_{Sich})	Nennstrom der gewählten Sicherung
FUSE T (T_{Sich})	Maximale Auslösezeit der gewählten Sicherung
Lim (Grenzwert)	Minimaler Kurzschlussstrom der gewählten Sicherung

Sicherungs-Referenzdaten finden Sie in Anhang A.

Zusätzliche Prüfparameter für die Spannungsfallmessung

ΔU_{MAX}	Maximaler Spannungsfall [3.0 % ÷ 9.0 %].
------------------	---

Mit:

U_n Nennspannung L-N oder L1-L2 (siehe nachstehende Tabelle),
 k_{sc} k_K , Korrekturfaktor für I_{sc} (siehe Kapitel 4.4.5).

U_n	Eingangsspannungsbereich (L-N oder L1-L2)
115 V	(100 V □ U_{L-N} □ 160 V)
230 V	(160 V □ U_{L-N} □ 264 V)
400 V	(264 V □ U_{L-N} □ 440 V)

Hinweis:

- 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.

5.6.2 Spannungsfall

Der Spannungsfall wird anhand der Differenz zwischen der Leitungsimpedanz an den Anschlussstellen (Buchsen) und der Leitungsimpedanz an einer Referenzstelle (in der Regel die Impedanz an der Zentrale).

Anschlüsse für die Messung des Spannungsfalls

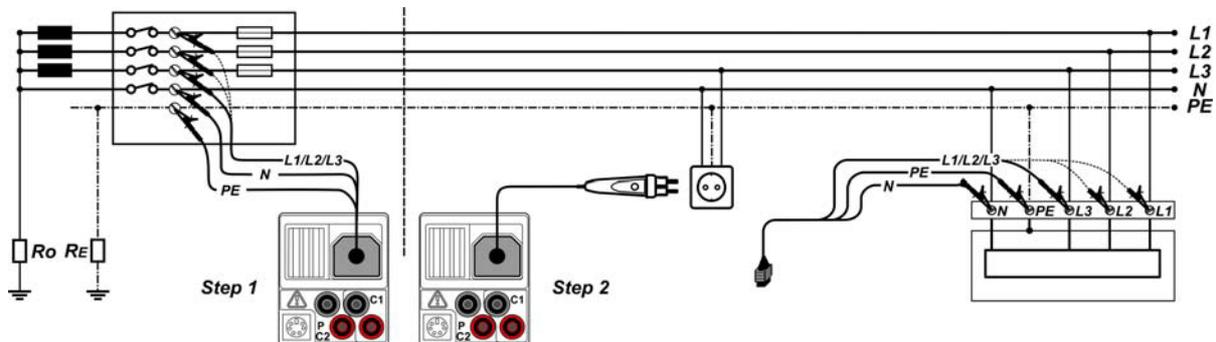


Bild 5.30: Spannungsfallmessung Phase-Nullleiter oder Phase-Phase – Anschluss des Plug Commanders und des Universalprüfkabels

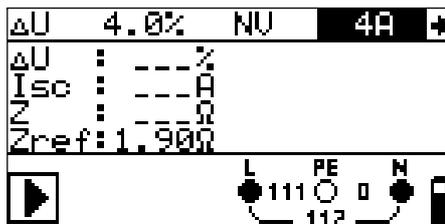
Verfahren für die Spannungsfallmessung

Schritt 1: Messung der Impedanz an der Referenzstelle

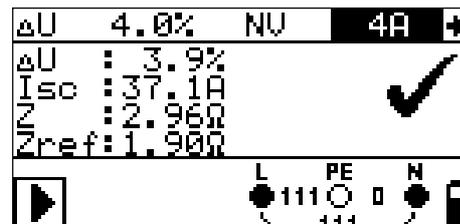
- Wählen Sie die Unterfunktion **ΔU** mit Hilfe des Funktionsauswahlschalters.
- Wählen Sie Prüfparameter (optional).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- **Schließen** Sie die Prüflitungen an der Referenzstelle **an** (siehe Bild 5.30).
- Drücken Sie die Taste **CAL**, um die Messung durchzuführen.

Schritt 2: Messung des Spannungsfalls

- Wählen Sie die Unterfunktion **ΔU** mit Hilfe des Funktionsauswahlschalters.
- Wählen Sie Prüfparameter (optional).
- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument an.
- **Schließen** Sie die Prüflleitungen am Prüfling an (siehe Bild 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 - Spannungsfall

Bild 5.31: Beispiele für das Ergebnis der Leitungsimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

ΔU..... Spannungsfall

Isc..... Unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Z..... Leitungsimpedanz an Stelle der Messung

Zref..... Referenzimpedanz

Der Spannungsfall wird wie folgt berechnet:

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

Mit:

ΔU..... errechneter Spannungsfall

Z..... Impedanz an Prüfstelle

Z_{REF}..... Impedanz an Referenzstelle

I_N..... Nennstrom der gewählten Sicherung

U_N..... Nennspannung (siehe nachstehende Tabelle)

U _n	Eingangsspannungsbereich (L-N oder L1-L2)
115 V	(93 V □ UL-N □ 134 V)
230 V	(185 V □ UL-N □ 266 V)
400 V	(321 V □ UL-N □ 485 V)

Hinweis:

- Wenn die Referenzimpedanz nicht eingestellt wird, wird für Z_{REF} vom Wert 0,00 Ω ausgegangen.
- Z_{REF} wird gelöscht (auf 0,00 Ω eingestellt), wenn die Taste CAL gedrückt und am Instrument keine Spannung angelegt ist.
- I_{SC} 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.

- Hohe 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 beim Schutz gegen elektrischen Schlag. Haupt-Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen, örtliche Erdungen usw. können mit der **Erdungswiderstandsprüfung überprüft werden**. Die Messung wird durch die Norm EN 61557-5 abgedeckt.

Weitere Informationen über die Tastenfunktionalität finden Sie in Kapitel 4.2, *Funktionsauswahl*.



Bild 5. 32:
Erdungswiderstand

Prüfparameter für die Erdungswiderstandsmessung

Limit (Grenzwert)	Maximaler Widerstand AUS, 1 Ω - 5 kΩ
-------------------	--------------------------------------

Verbindungen für die Erdungswiderstandsmessung

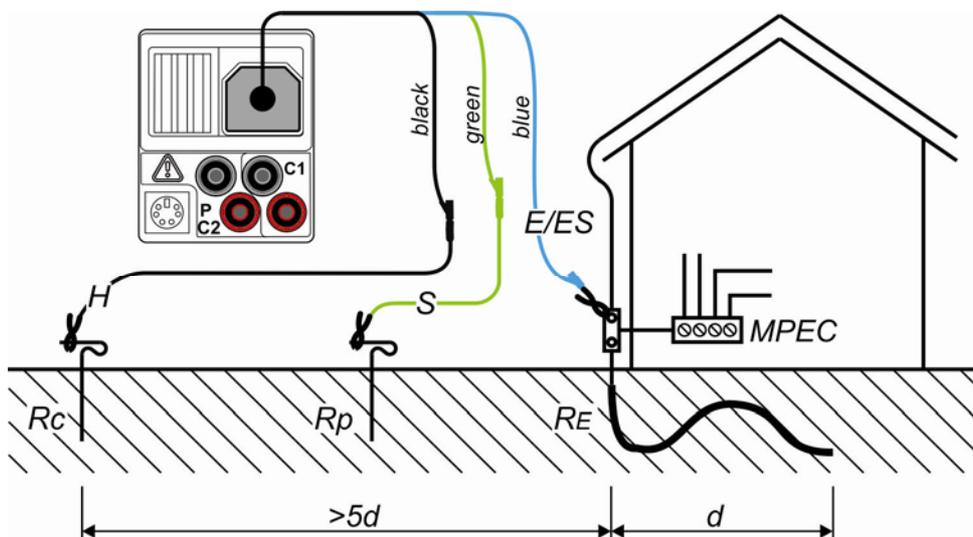


Bild 5.33: Widerstand zu Erde, Messung der Haupterdung der Anlage

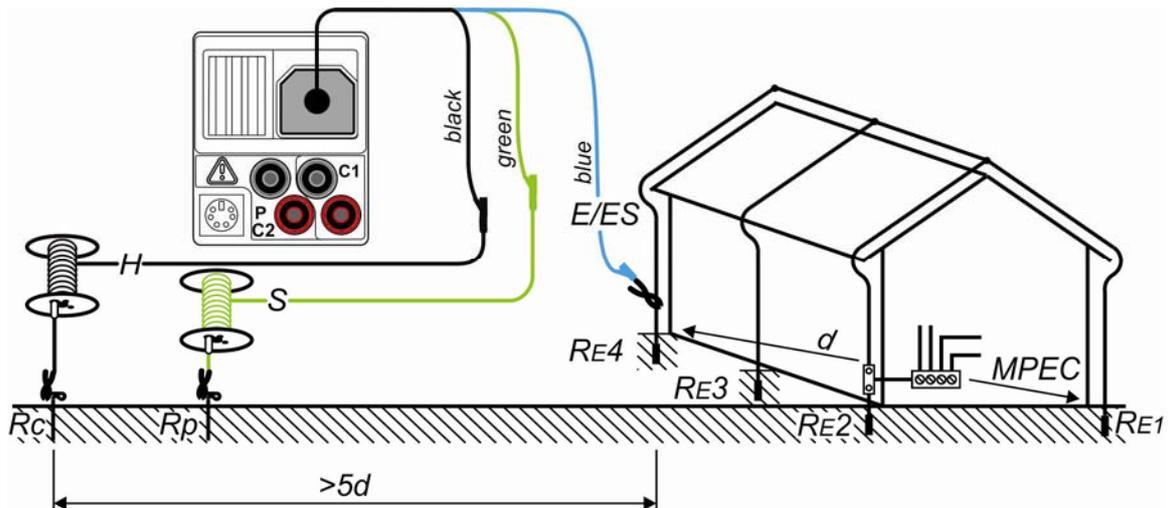


Bild 5.34: Widerstand zu Erde, Messung einer Blitzschutzanlage

Messverfahren für die Erdungswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Funktion **EARTH**.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen** Sie die Prüflleitungen am Instrument **an**.
- **Schließen** Sie den Prüfling **an** (siehe Bilder 5.33, 5.34).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern** Sie das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Bild 5.35: Beispiel eines Ergebnisses der Erdungswiderstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse der Erdungswiderstandsmessung:

R..... Erdungswiderstand,

Rp..... Widerstand der S-Sonde (Potential)

Rc..... Widerstand der H-Sonde (current, Strom)

Hinweise:

- Hoher Widerstand der S- und H-Sonde könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. In diesem Fall gibt es keine Gut-/Schlecht-Anzeige.
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Prüfgerät die Warnung „Rauschen“ an.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.

5.8 PE-Prüfklemme

Es kann passieren, dass eine gefährliche Spannung an den Schutzleiter oder andere berührbare Metallteile angelegt wird. 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 die Verwendung der PE-Prüfklemme

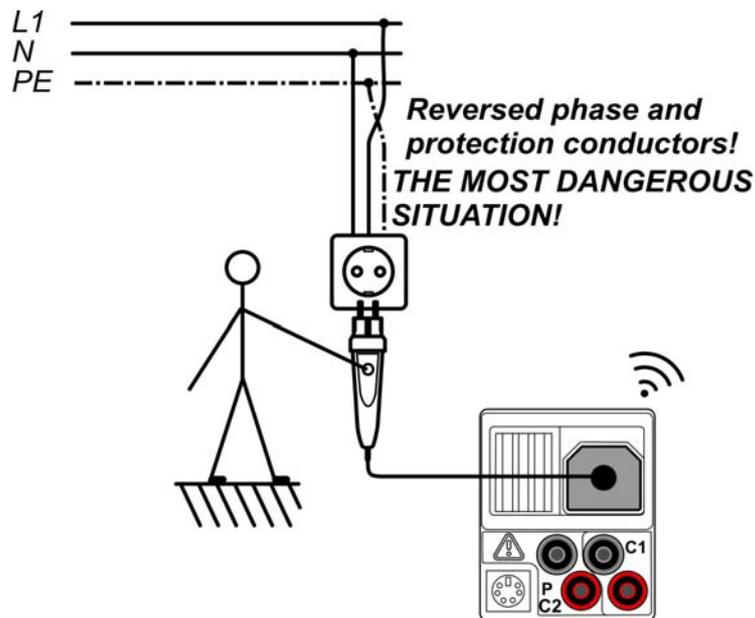


Bild 5.36: Vertauschte Leiter L und PE (Anwendung des Plug Commanders [Netzsteckeradapter])

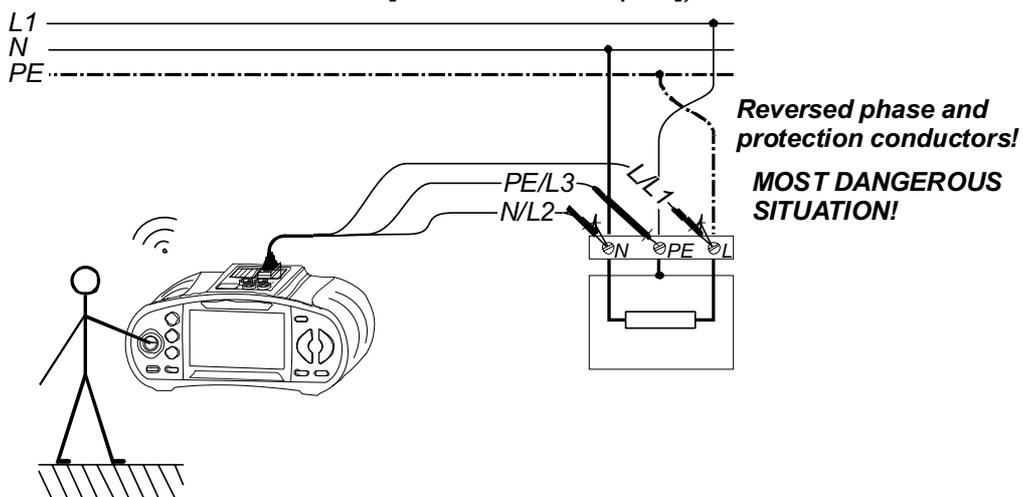


Bild 5.37: Vertauschte Leiter L und PE (Anwendung des Universalprüfkabels)

Prüfverfahren mit der PE-Klemme

- **Schließen** Sie das Prüfkabel am Instrument **an**.
- **Schließen** Sie die Prüfleitungen am Prüfling **an** (siehe *Bilder 5.36* und *5.37*).
- Berühren Sie mindestens eine Sekunde lang die PE-Prüfsonde (die Taste **TEST**).
- Wenn die PE-Klemme an Phasenspannung angeschlossen ist, wird die Warnmeldung angezeigt, der Summer des Instruments wird aktiviert, und weitere Messungen in den Funktionen Z-LOOP und RCD sind gesperrt.

Warnung:

- Wenn an der geprüften PE-Klemme eine gefährliche Spannung erkannt wird, brechen Sie sofort alle Messungen ab, und suchen und beseitigen Sie den Fehler!

Hinweise:

- Der PE-Prüfanschluss ist im Betriebsmodus der INSTALLATION aktiv (außer Funktionen SPANNUNG, Niederohm, Erdung, Isolation).
- Der PE-Prüfterminal funktioniert nicht, wenn der Bediener vom Boden oder den Wänden vollständig isoliert ist!
- Informationen zum Betrieb des PE-Prüfanschlusses mit Commandern 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:

- Isolierwiderstand von PV-Systemen
- PV-Wechselrichterprüfung
- PV-Modulprüfung
- Umgebungsparameter
- Prüfung auf Leerlaufspannung und Kurzschluss
- I-U Kennlinie Messung

6.1 Isolierwiderstand von PV-Systemen

Die Messung des Isolierwiderstands wird ausgeführt, um die Sicherheit vor elektrischen Schlägen an Leitungen zwischen den stromführenden und geerdeten Teilen in PV-Installationen durch die Isolierung hindurch zu gewährleisten.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion. Die Eingangsspannung wird angezeigt, damit vor der Prüfung ein korrekter Anschluss bestätigt werden kann.



Abbildung 6.1:
Isolierwiderstand

Prüfparameter für Isolierwiderstandsmessungen an PV-Systemen

Uiso	Prüfspannung [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	Mindestwert für den Isolierwiderstand [OFF, 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

Prüfstromkreise für Isolierwiderstände an PV-Systemen

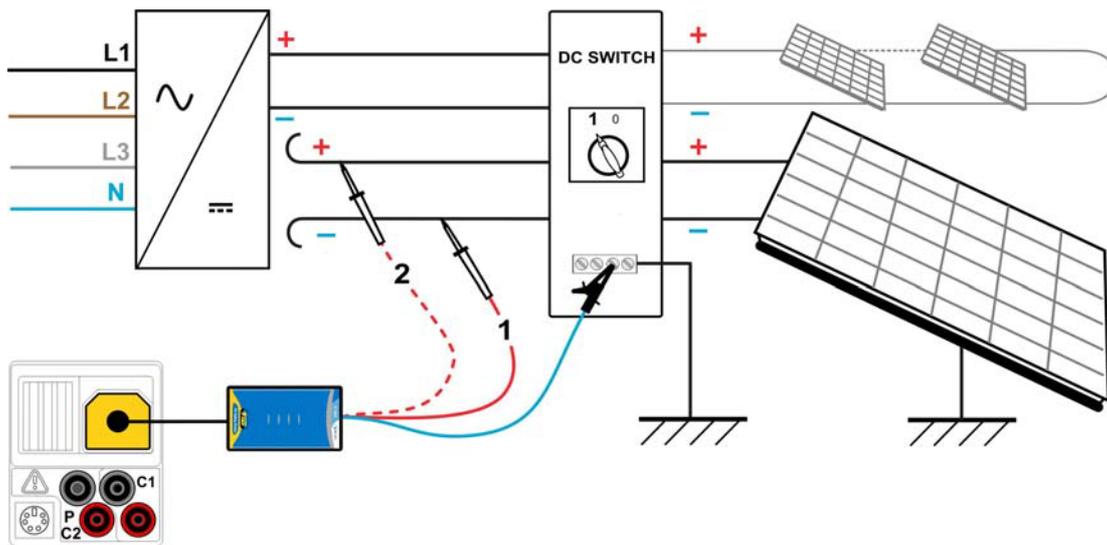


Abbildung 6.2: Anschlüsse zur Messung des Isolierwiderstands an PV-Systemen

Vorgehen für die Isolierwiderstandsmessung

- Wählen Sie die Unterfunktion **ISO PV** mit Hilfe der Funktionswahltafeln und \wedge/\vee -Tasten.
- Stellen Sie die erforderliche **Prüfspannung** ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen Sie** den PV-Sicherheitssensor an das Messgerät an (siehe Abbildung 6.2)
- **Schließen Sie** die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildung 6.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen (Doppelklick für fortlaufende Messung und klicken Sie ein weiteres Mal, wenn Sie die Messung stoppen wollen).
- Warten Sie nach Abschluss der Messung, bis das Prüfstück vollständig entladen ist.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).
- **Schließen Sie** die DC+-Leitung wieder an (siehe Abbildung 6.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen (Doppelklick für fortlaufende Messung und klicken Sie ein weiteres Mal, wenn Sie die Messung stoppen wollen).
- Warten Sie nach Abschluss der Messung, bis das Prüfstück vollständig entladen ist.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste MEM (optional).



Abbildung 6.3: Beispiel eines Messergebnisses einer Isolierwiderstandsmessung

Angezeigtes Ergebnis:

R.....Isolierwiderstand
Um.....Prüfspannung – Momentanwert.

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.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion. Die Eingangsspannungen werden angezeigt, damit vor der Prüfung ein korrekter Anschluss bestätigt werden kann.

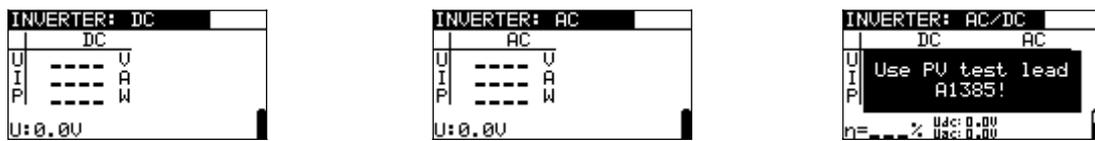


Abbildung 6.4: Beispiele einer Start-Bildschirmanzeige bei einer PV-Wechselrichterprüfung

Einstellungen und Parameters für PV-Wechselrichterprüfungen

Eingang	Mess-Eingänge/-Ausgänge [AC, DC, AC_DC]
---------	---

Anschlüsse für die PV-Wechselrichterprüfung

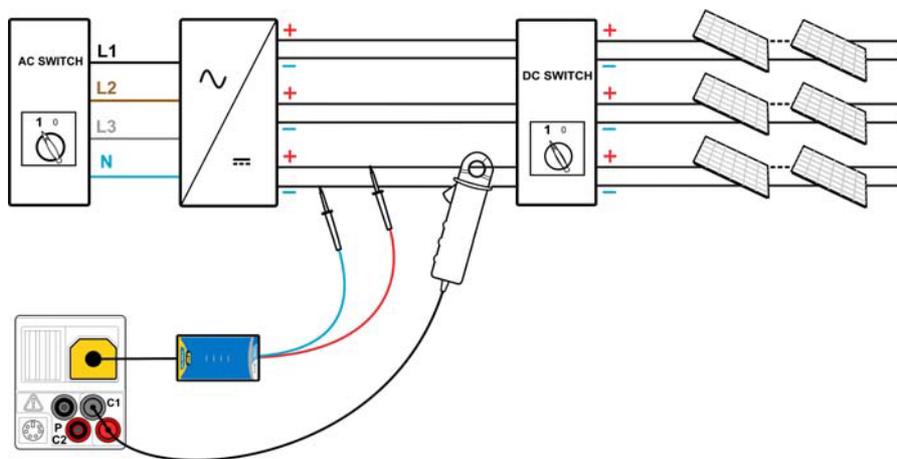


Abbildung 6.5: PV-Wechselrichterprüfung - DC-Seite

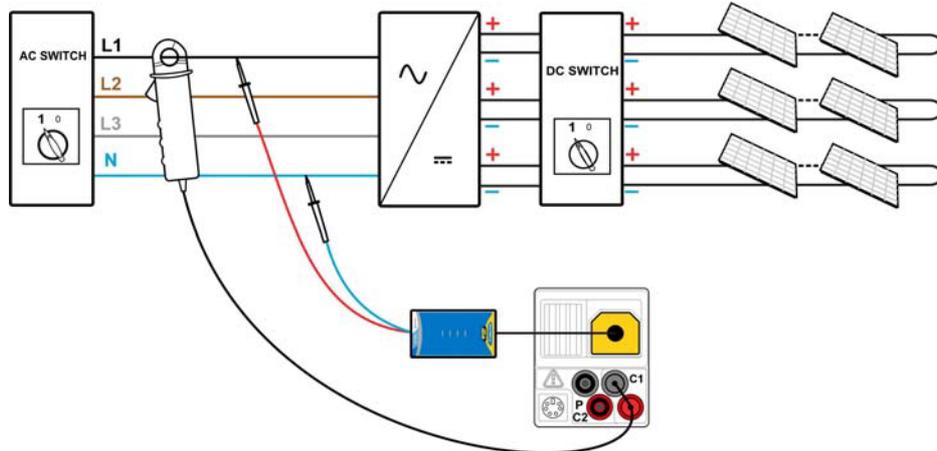


Abbildung 6.6: PV-Wechselrichterprüfung - AC-Seite

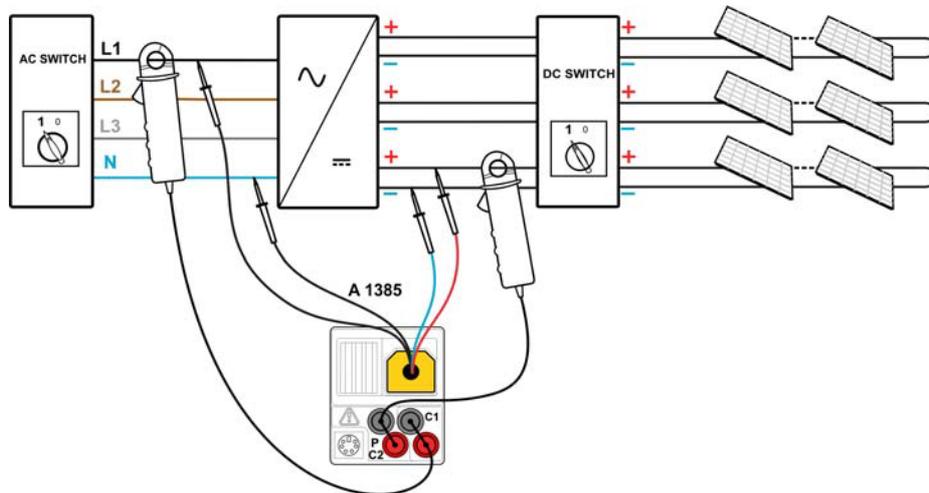


Abbildung 6.7: PV-Wechselrichterprüfung - Seiten AC und DC

PV-Wechselrichterprüfungs-Verfahren

- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **INVERTER** mit Hilfe der Funktionswahltasten und \wedge/\vee -Tasten.
- ❑ **Schließen Sie** den PV-Sicherheitssensor und die Stromzange an das Messgerät an (siehe Abbildungen 6.5 und 6.6) oder
- ❑ **Schließen Sie** die PV-Prüfleitung A 1385 und die Stromzangen an das Messgerät an (siehe Abbildung 6.7)
- ❑ **Schließen Sie** die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildungen 6.5 bis 6.7).
- ❑ Prüfen Sie die Eingangsspannungen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

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

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

INVERTER: AC/DC			
DC		AC	
U	85.2 V	104.1 V	
I	2.39 A	1.14 A	
P	203 W	119 W	
n=58.4% Udc: 97.7V Uac: 104V			

Abbildung 6.8: Beispiele einer Ergebnis-Bildschirmanzeige bei einer PV-Wechselrichterprüfung

Ergebnisse einer PV-Wechselrichterprüfung:

DC-Spalte:

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

I.....gemessene Stromstärke am Eingang des Wechselrichters

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

AC-Spalte:

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

I.....gemessene Stromstärke am Ausgang des Wechselrichters

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

ηberechneter Effizienzwert des Wechselrichters

Hinweis:

- Mit einer Stromzange kann die gesamte Prüfung in zwei Schritten durchgeführt werden. Der Eingang sollte getrennt auf **DC** und **AC** gestellt werden.
- Für die AC/DC-Wechselrichterprüfung muss die Prüflleitung A 1385 mit Sicherung verwendet werden!

6.3 PV-Modulprüfung

Die PV-Modulprüfung ist dafür gedacht, die korrekte Funktionstüchtigkeit des PV-Moduls zu prüfen. Folgende Funktionen werden unterstützt:

- Messung der Ausgangsspannung, des Ausgangsstroms und der Ausgangsleistung des PV-Moduls,
- Vergleich der gemessenen Ausgangswerte (MEAS-Werte) und der berechneten Nennwertdaten (STC-Werte)
- Vergleich der gemessenen PV-Ausgangsleistung (P_{meas}) und der theoretischen Ausgangsleistung (P_{theo})

Die Ergebnisse der PV-Modulprüfung werden auf drei Anzeigebildschirme aufgeteilt. Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion. Die Eingangsspannung wird angezeigt, damit vor der Prüfung ein korrekter Anschluss bestätigt werden kann.



Abbildung 6.9: Startbildschirme PV-Modulprüfung

Anschlüsse des PV-Moduls

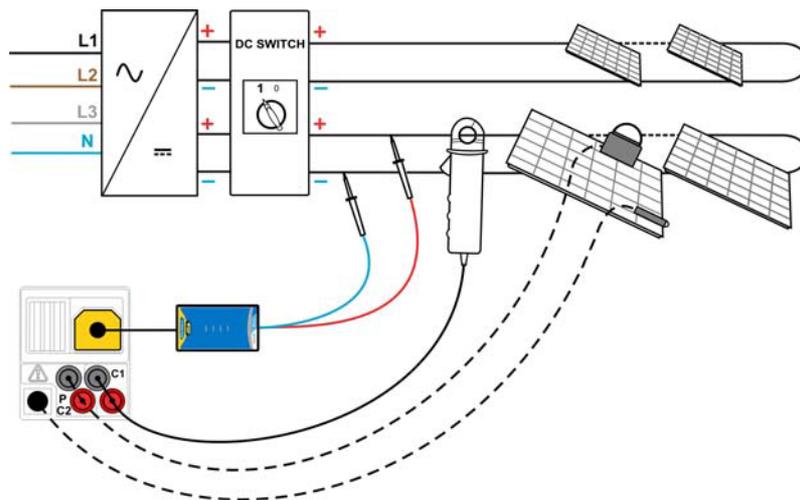


Abbildung 6.10: PV-Modulprüfung

PV-Modulprüfungs-Verfahren

- Wählen Sie die Unterfunktion **PANEL** mit Hilfe der Funktionswahltafeln.
- **Schließen Sie** den PV-Sicherheitssensor, die Stromzangen und die Sensoren an das Messgerät an.
- **Schließen Sie** das zu prüfende PV-System an (siehe Abbildung 6.10).
- Prüfen Sie die Eingangsspannung.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Prüfung durchzuführen.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

PANEL 1/3		STC		MEAS	
U	84.5 V	U	85.3 V	U	
I	2.94 A	I	2.44 A	I	
P	248 W	P	208 W	P	
U: 85.2V					

PANEL 2/3	
Module:	DE
Pstc =	248 W
Pmax =	240 W
η_1 =	100.0 %
U: 85.2V	

PANEL 3/3	
Module:	DE
Pmeas =	208 W
Ptheo =	209 W
η_2 =	99.4 %
U: 85.2V	

Abbildung 6.11: Beispiele für PV-Messergebnisse

Angezeigte Ergebnisse:

MEAS-Spalte

U.....gemessene Ausgangsspannung des Moduls

I.....gemessene Ausgangsstromstärke des Moduls

P.....gemessene Ausgangsleistung des Moduls

STC-Spalte

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

I.....berechnete Ausgangsstromstärke des Moduls unter STC

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

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

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

η_1 Effizienzwert des Moduls unter STC

- Pmeas... gemessene Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen
 Ptheo.....berechnete theoretische Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen
 η_2berechneter Effizienzwert des Moduls unter den aktuellen Bedingungen

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 Angaben für PV-Modultyp, PV-Prüfparameter, Uoc, Isc, Irr und T (Umgebung und Zelle) gemessen oder eingegeben werden, bevor Sie die Prüfung durchführen. Die Ergebnisse in den Menüs Umgebung und Uoc/Isc müssen berücksichtigt werden. Wenn im Uoc/Isc-Menü keine Ergebnisse vorhanden sind, werden die Ergebnisse im I-V-Menü herangezogen.
- Die Messung der Größen Uoc, Isc, Irr und T sollte unmittelbar vor der Modulprüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um bestmögliche Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

6.4 Messen der Umgebungsparameter

Die Temperatur und die Solar-Bestrahlungsstärke müssen für folgende Vorgänge bestimmt werden:

- 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 Messgerät oder an die PV-Remote-Einheit A 1378 angeschlossen werden.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.



Abbildung 6.12: Bildschirm Umgebungsparameter

Prüfparameter zur Messung / Einstellung der Umgebungsparameter

Eingang	Eingabe der Umgebungsdaten [MEAS, MANUAL]
---------	---

Anschlüsse zur Messung der Umgebungsparameter

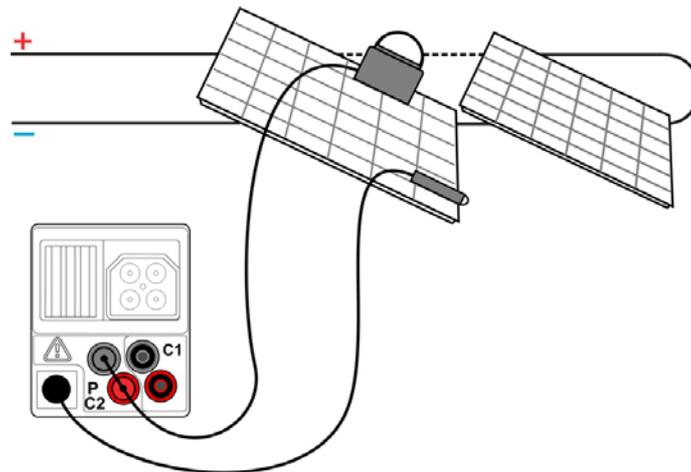


Abbildung 6.13: Messung der Umgebungsparameter

Verfahren zur Messung der Umgebungsparameter

- Wählen Sie die Funktion **ENV** und die Unterfunktion **MEAS** mit den Funktionswahltasten und Δ/∇ -Tasten aus.
- **Schließen Sie** die Umgebungssensoren an das Messgerät an (siehe Abbildung 6.13)
- Schließen Sie das Prüfstück an (siehe Abbildung 6.13).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

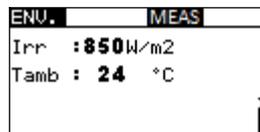


Abbildung 6.14: Beispiel für Messergebnisse

Angezeigte Umgebungsparameter-Ergebnisse:

Irr.....Solar-Bestrahlungsstärke

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

Hinweis:

- 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 die Funktion **ENV** und die Unterfunktion **MANUAL** mit den Funktionswahltasten und Aufwärts/Abwärts-Tasten aus.

Tasten:

TEST	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.
Funktionswahl	Verlässt das Menü und wählt PV-Messung.

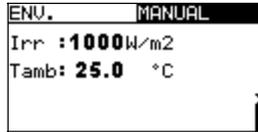


Abbildung 6.15: Beispiel für manuell eingegebene Ergebnisse

Angezeigte Umgebungsparameter-Ergebnisse:

Irr.....Solar-Bestrahlungsstärke

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

Hinweis:

- Die Umgebungsparameter werden gelöscht, wenn der Prüfmodus SOLAR verlassen wird.

6.2.1 Betrieb mit der PV-Remote-Einheit A1378

Siehe Handbuch PV-Remote-Einheit.

6.5 Uoc/Isc-Prüfung

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).

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

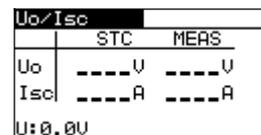


Abbildung 6.16: Uoc/Isc-Prüfung

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

Anschlüsse für die Uoc/Isc-Prüfung

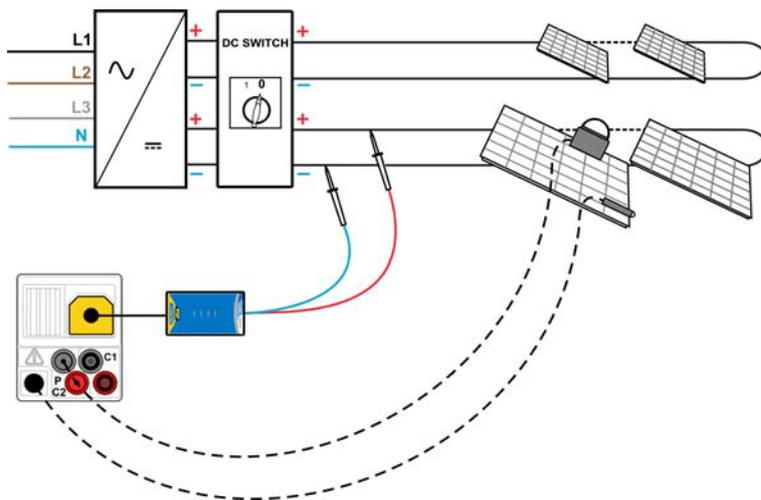


Abbildung 6.17: Uoc/Isc-Prüfung

Uoc/Isc-Prüfverfahren

- Wählen Sie die Unterfunktion **Uoc/Isc** mit Hilfe der Funktionswahl-tasten und \blacktriangle / \blacktriangledown -Tasten.
- Schließen Sie** den PV-Sicherheitssensor und die Sensoren (optional) an das Messgerät an.
- Schließen Sie** das Prüfstück an (siehe Abbildung 6.17).
- 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 6.18: Beispiele für Uoc/Isc-Messergebnisse

Ergebnisse einer PV-Modulprüfung:

MEAS-Spalte

Uoc.....gemessene offene Spannung des Moduls

Isc.....gemessener Kurzschlussstrom des Moduls

STC-Spalte

Uoc.....berechnete offene Spannung 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 Ergebnisse für I_{rr} und T aus ENV. werden berücksichtigt. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Die Messungen der Größen I_{rr} und T sollte unmittelbar vor der U_{oc}/I_{sc} -Prüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um bestmögliche Ergebnisse zu erhalten sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

6.6 I-U Kennlinie Messung

Die I-U Kennlinie Messung 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 6.19: I-U Kennlinien-Startbildschirme

Die zu messenden Daten werden auf drei Anzeigebildschirme aufgeteilt. Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

Einstellparameter für I-U Kennlinie Messung

1/3	Bildschirmzahl.
STC	Anzuzeigende Ergebnisse (STC, gemessen, beide).

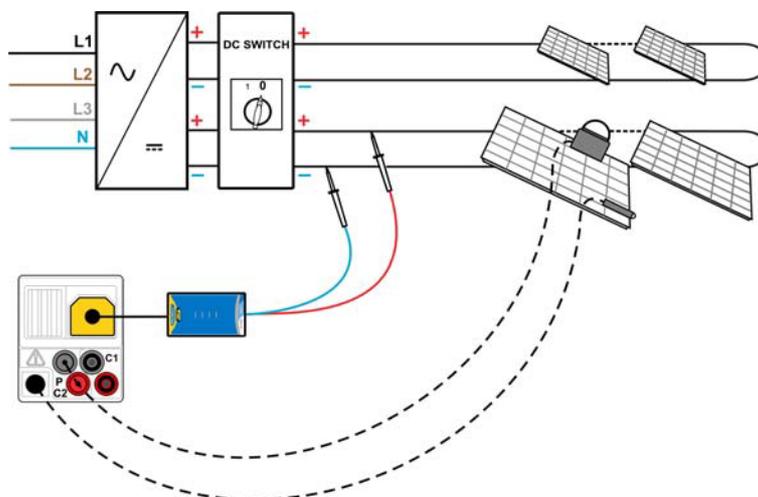
Anschluss für die I-U Kennlinie Messung

Abbildung 6.20: I-U Kennlinie Messung

I-U Kennlinie Messung-Vorgehen

- Wählen Sie die Unterfunktion **I-V** mit Hilfe der Funktionswahltasten und \wedge/\vee - Tasten.
- Prüfen Sie die PV-Moduleinstellungen und die PV-Prüfparameter sowie die Grenzwerte (optional).
- **Schließen Sie** den PV-Sicherheitssensor an das Messgerät.
- **Schließen Sie** die Umgebungssensoren an das Messgerät an (optional)
- **Schließen Sie** das Prüfstück an (siehe Abbildung 6.20).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).



Abbildung 6.21: Beispiel für I-U Kennlinien-Messergebnisse

Anzeigerggebnisse für die I-U Kennlinie Messung:

Uoc.....Mess-/STC-Leerlaufspannung des Moduls
 Isc.....Mess-/STC-Kurzschlussstrom des Moduls
 Umpp.....Mess-/STC-Spannung bei maximalem Leistungspunkt
 ImppMess-/STC-Stromstärke bei maximalem Leistungspunkt
 Pmpp.....maximale Mess-/STC-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 Ergebnisse für Irr und T aus ENV. werden berücksichtigt. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Die Messungen der Größen Irr und T sollten unmittelbar vor der I-U Kennlinie Messung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um bestmögliche Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

7 Messungen - Leistung und Energie

Mit dem Messgerät EurotestPV können Einphasen-Leistungsmessungen und -prüfungen vorgenommen werden. Folgende Möglichkeiten werden geboten:

- ❑ Messung der Standardleistungsparameter,
- ❑ Oberschwingungsanalyse für Spannung und Stromstärke,
- ❑ Anzeige der Wellenformen für Spannung und Stromstärke,
- ❑ Energiezählung.

7.1 Leistung

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

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.



Abbildung 7.1:
Menü Leistung

Einstellungen und Parameter für die Leistungsprüfung

In diesem Menü können keine Parameter eingestellt werden.

Anschluss für die Leistungsmessung

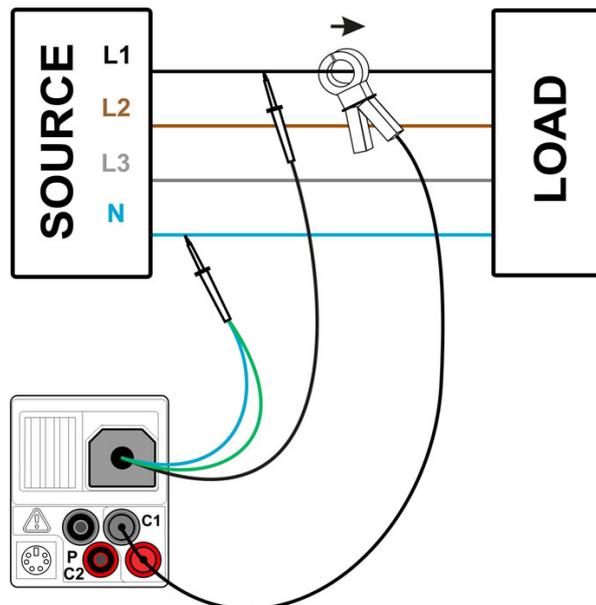


Abbildung 7.2: Leistungsmessung

Vorgehen bei der Leistungsprüfung

- Wählen Sie die Unterfunktion **POWER** mit Hilfe der Funktionswahltasten und \blacktriangle / \blacktriangledown -Tasten.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Messgerät an.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfstück an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die fortlaufende 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 7.3: Leistungsmessergebnisse

Anzeigeergebnisse für Leistungsmessungen:

P.....Aktivleistung
 S.....Scheinleistung
 QBlindleistung (kapazitiv oder induktiv)
 PF..... Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv)
 THDU.....Spannungsklirrfaktor

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

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

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.



Abbildung 7.4: Menü
Oberschwingungen

Einstellungen und Parameter der Funktion Oberschwingungen

Eingang	Angezeigte Parameter [Spannung U oder Strom I]
h:0 h:11	Ausgewählte Oberschwingung

Anschluss für die Messung von Oberschwingungen

(Siehe Abbildung 7.2)

Vorgehen bei der Messung von Oberschwingungen

- Wählen Sie die Unterfunktion **HARMONICS** mit Hilfe der Funktionswahltasten und \blacktriangle / \blacktriangledown -Tasten.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Messgerät an.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfstück an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die fortlaufende 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 7.5: Beispiele für Ergebnisse der Oberschwingungsmessung

Anzeigeergebnisse für Oberschwingungsmessungen:

Uh..... Effektivwert Spannung der ausgewählten Oberschwingung
 Ih Effektivwert Stromstärke der ausgewählten Oberschwingung
 THDU..... Spannungsklirrfaktor
 THDI..... Stromklirrfaktor

Hinweise:

- Die Parameter (Eingangswert und Oberschwingungszahl) 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.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.



Abbildung 7.6: Menü Oszilloskop

Einstellungen und Parameter der Funktion Oszilloskop

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

Anschluss für die Oszilloskop-Messung

(Siehe Abbildung 7.2)

Vorgehen bei der Oszilloskop-Messung

- Wählen Sie die Unterfunktion **SCOPE** mit Hilfe der Funktionswahltasten und Aufwärts/Abwärts-Tasten.
- Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Messgerät an.
- Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfstück an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die fortlaufende Messung durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

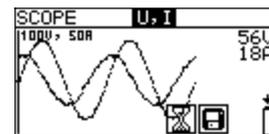
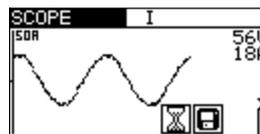
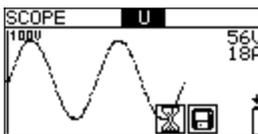


Abbildung 7.7: Beispiele für Ergebnisse der Oszilloskopmessung

Es werden die Effektivwerte für Spannung und Strom angezeigt.

Hinweise:

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

7.4 Strom

Diese Funktion ist dafür ausgelegt, die Messung von Last- und Ableitstrom mit Hilfe von Stromzangen zu messen. Zwei unabhängige Messeingaben sind verfügbar.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

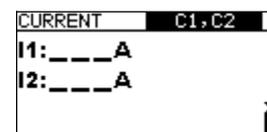


Abbildung 7.8:
Menü Strom

Einstellungen und Parameter für Strommessung

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

Anschluss für die Strommessung

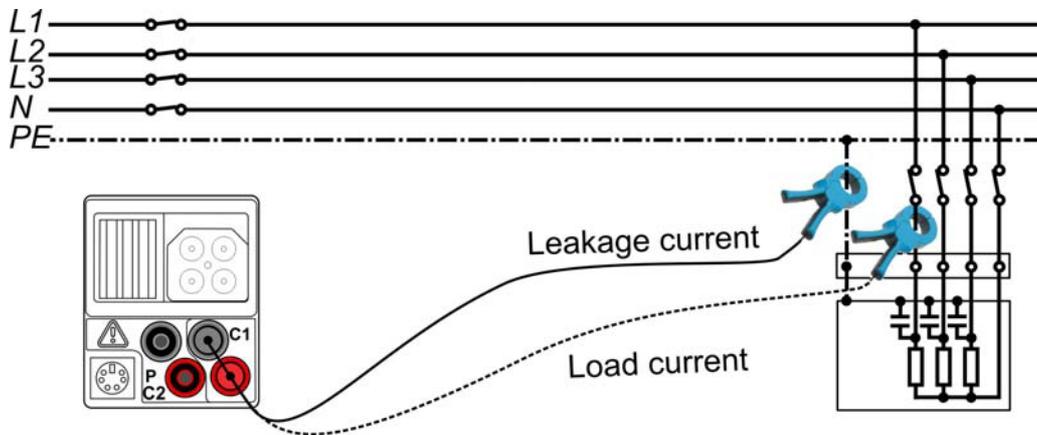


Abbildung 7.9: Ableitstrom- und Laststrommessungen

Vorgehen bei Strommessungen

- Wählen Sie die Unterfunktion **CURRENT** mit Hilfe der Funktionswahltasten.
- Wählen Sie den Eingabekanal (optional).
- Schließen Sie** die Stromzange(n) an das Messgerät an.
- Schließen Sie** die Stromzangen an die Prüfstücke (siehe Abbildung 7.9).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die fortlaufende Messung durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **TEST** noch einmal, um die Messung zu beenden.
- Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

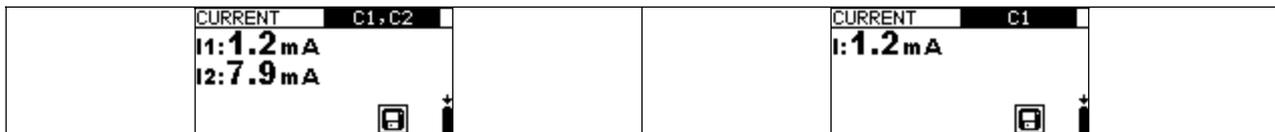


Abbildung 7.10: Beispiele für Ergebnisse der Strommessung

Angezeigte Ergebnisse der Strommessung:

I, I1, I2Strom

Hinweis:

- 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.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

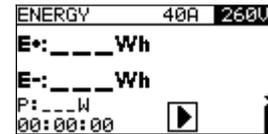


Abbildung 7.11:
Energiemenü

Einstellungen und Parameter für die Energiemessung

I_{MAX}	Maximal erwarteter tatsächlicher Effektivwert der Stromstärke während der Messung [$I_{Bereich}$, $I_{Bereich}/10$, $I_{Bereich}/100$]
U_{MAX}	Maximal erwarteter tatsächlicher Effektivwert der Spannung während der Messung [260 V, 500 V]

Anschluss für die Energiemessungen

(Siehe Abbildung 7.2)

Vorgehen bei der Energiemessung

- Wählen Sie die Unterfunktion **ENERGY** mit Hilfe der Funktionswahltasten und \blacktriangle / \blacktriangledown -Tasten.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Messgerät an.
- **Schließen Sie** die Spannungs-Prüfleitungen und die Stromzange an das Prüfstück an (siehe Abbildung 7.2).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu beginnen.
- 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

Anzeigeergebnisse für die Energiemessungen:

E+.....verbrauchte Energie (Last)
 E-.....erzeugte Energie (Quelle)
 P.....momentane Aktivleistung 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 Halten (Clamping) der Messsignale vermieden wird. Ein Halten (Clamping) führt zu falschen Energiemessergebnissen.
- Wenn die gemessenen Ströme und Spannungen unter 20 % der eingestellten Werte für I_{MAX} und U_{MAX} liegen, wird die Messgenauigkeit beeinträchtigt.

8 Datenverarbeitung

8.1 Speicherorganisation

Messergebnisse können zusammen mit allen relevanten Parametern im Speicher des Instruments gespeichert werden. Nachdem die Messung abgeschlossen ist, können die Ergebnisse zusammen mit Zwischenergebnissen und Funktionsparametern im Flash-Speicher des Instruments.

8.2 Datenstruktur

Der Speicherplatz des Instruments ist in 3 Ebenen aufgeteilt, die jeweils 199 Speicherstellen enthalten. Die Anzahl der Messungen, die innerhalb einer Stelle gespeichert werden können, ist nicht begrenzt.

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 von Datenstrukturelementen können von der PC-Software EurolinkPRO hochgeladen werden.
- Einfaches Blättern durch Strukturen und Ergebnisse.
- Prüfprotokolle können nach dem Herunterladen der Ergebnisse auf einen PC ohne oder mit nur kleinen Änderungen erstellt werden.

```
RECALL RESULTS
├ [OBJ]OBJECT 002
  [BLK]BLOCK 001
  > [FUS]FUSE 001
-----
> No.: 2/5
  Zline
```

Bild 8.1: Felder Datenstruktur und Messung

Datenstrukturfeld

DATEN ABFRAGEN	Menü für die Speicherbedienung
[OBJ]OBJEKT 001 [BLK]BLOCK 001 [FUS]SICHERUNG 001	Datenstrukturfeld
OBJEKT 001	<input type="checkbox"/> 1. Ebene: OBJECT: Standardname der Speicherstelle (Objekt und seine laufende Nummer).
BLOCK: 001	<input type="checkbox"/> 2. Ebene: BLOCK: Standardname der Speicherstelle (Block und seine laufende Nummer).
SICHERUNG 001	<input type="checkbox"/> 3. Ebene: FUSE: Standardname der Speicherstelle (Sicherung und ihre laufende Nummer). <input type="checkbox"/> 001: Nr. des gewählten Elements.
NR.: 20 [112]	Anzahl der Messungen an der gewählten Speicherstelle [Anzahl der Messungen an der gewählten Speicherstelle und ihren Unterstellen]

Feld Messung

Zline	Art der in der ausgewählten Speicherstelle abgelegten Messung.
NR.: 2/5	Nr. des gewählten Prüfergebnisses / Anzahl aller in der ausgewählten Speicherstelle abgelegten Prüfergebnisse.

8.3 Speichern von Prüfergebnissen

Nach Abschluss einer Prüfung stehen die Ergebnisse und Parameter zum Speichern bereit. (Das Symbol  wird im Informationsfeld angezeigt.) Der Benutzer kann die Ergebnisse durch Drücken der Taste **MEM** speichern.



Bild 8.2: Menü für das Speichern von Prüfungen

Memory free: 99.6% Zum Speichern von Ergebnissen verfügbarer Speicher.

Tasten im Menü zur Speicherung von Prüfungen – Datenstrukturfeld:

TAB	Wählt das Speicherstellenelement (Objekt / Block / Sicherung)
AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die Nummer des gewählten Speicherstellenelements (1 bis 199).
MEM	Speichert die Prüfergebnisse an der gewählten Speicherstelle und kehrt zum Messmenü zurück.
Funktionswahltasten / TEST	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

Hinweise:

- Das Instrument bietet standardmäßig das Speichern des Ergebnisses an der zuletzt gewählten Stelle an.
- 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 bereit steht, oder wählen Sie **MEMORY** im Menü **SETTINGS**.

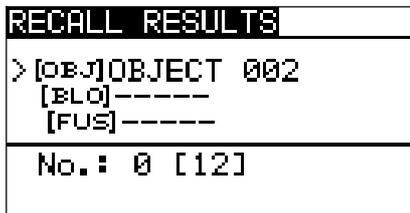


Bild 8.3: Abrufmenü - Installationsstrukturfeld gewählt

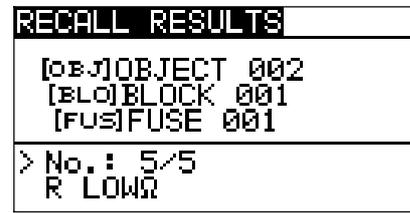


Bild 8.4: Abrufmenü - Messungsfeld gewählt

Tasten im Speicherabrufmenü (Installationsstrukturfeld gewählt):

TAB	
AUFWÄRTS / ABWÄRTS	
Funktionswahltasten / ESC	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
TEST	Eintritt in das Messungsfeld.

Tasten im Speicherabrufmenü (Messungsfeld gewählt):

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die gespeicherte Messung.
TAB / ESC	Keht zum Installationsstrukturfeld zurück.
Funktionswahltasten	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
TEST	Darstellen der ausgewählten Messergebnisse.

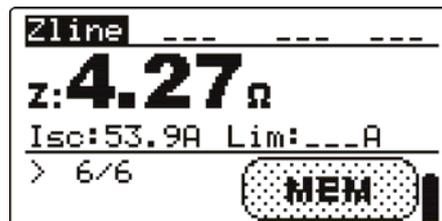


Bild 8.5: Beispiel für ein abgerufenes Messergebnis

Tasten im Speicherabrufmenü (Messergebnisse werden angezeigt):

AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Zeigt die an der ausgewählten Speicherstelle gespeicherten Messergebnisse an.
MEM / ESC	Rückkehr zum Messungsfeld.
Funktionswahltasten / TEST	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.

8.5 Löschen gespeicherter Daten

8.5.1 Löschen des gesamten Speicherinhalts

Wählen Sie **CLEAR ALL MEMORY** im Menü **MEMORY**. Eine Warnung wird angezeigt.

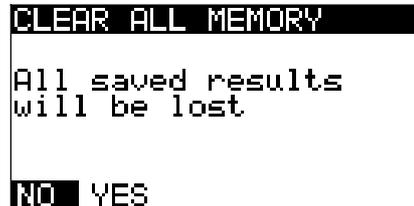


Bild 8.6: Löschen des gesamten Speichers

Tasten im Menü für das Löschen des gesamten Speichers:

TEST	Bestätigt das Löschen des gesamten Speicherinhalts.
Funktionswahltasten	Keht ohne Änderungen zum Hauptfunktionsmenü zurück.

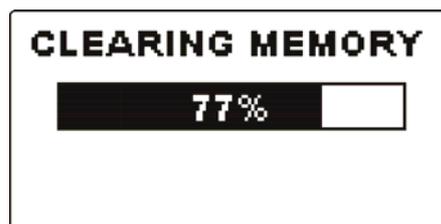


Bild 8.7: Löschen des Speichers läuft

8.5.2 Löschen von Messung(en) an der ausgewählten Speicherstelle

Wählen Sie **DELETE RESULTS** im Menü **MEMORY**.



Bild 8.8: Menü zum Löschen von Messungen (Datenstrukturfeld gewählt)

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

TAB	Wählt das Speicherstellenelement (Objekt / D.-Karte / Stromkreis).
AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199).
Funktionswahltasten	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
ESC	Keht zum Menü Speicher zurück.
TEST	Ruft das Dialogfenster zum Löschen aller Messungen an der ausgewählten Speicherstelle und seiner Subspeicherstellen auf.

Tasten im Dialog zum Bestätigen des Löschens von Ergebnissen an der ausgewählten Speicherstelle.

TEST	Löscht alle Ergebnisse an der gewählten Speicherstelle.
MEM / ESC	Keht ohne Änderungen zum Menü zum Löschen von Ergebnissen zurück.
Funktionswahltasten	Keht ohne Änderungen zum Hauptfunktionsmenü zurück.

8.5.3 Löschen einzelner Messungen

Wählen Sie **DELETE RESULTS** im Menü **MEMORY**.

DELETE RESULTS
[OBJ]OBJECT 002 [BLK]BLOCK 001 [FUS]FUSE 001
> No. : 5/5 R LOW

Bild 8.9: Menü zum Löschen einer einzelnen Messung (Installationsstrukturfeld gewählt)

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

TAB	Wählt das Speicherstellenelement (Objekt / D.-Karte / Stromkreis).
AUFWÄRTS/ABWÄRTS	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199).
Funktionswahltasten	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.
ESC	Keht zum Menü Speicher zurück.
MEM	Ruft das Messfeld zum Löschen einzelner Messungen auf.

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

AUFWÄRTS / ABWÄRTS	Wählt eine Messung.
TEST	Öffnet das Dialogfeld zum Bestätigen des Löschens der ausgewählten Messung.
TAB / ESC	Keht zum Installationsstrukturfeld zurück.
Funktionswähler	Keht ohne Änderungen zum Hauptfunktionsmenü zurück.

Tasten im Dialog zum Bestätigen des Löschens des/der ausgewählten Ergebnisse(s):

TEST	Löscht das/die ausgewählte(n) Messergebnis(se).
MEM / TAB / ESC	Keht ohne Änderungen zum Messungsfeld zurück.
Funktionswähler	Keht ohne Änderungen zum Hauptfunktionsmenü zurück.

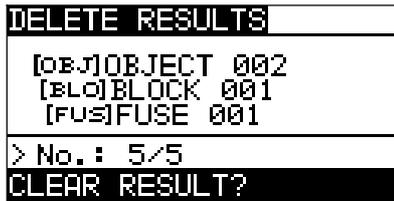


Bild 8.10: Dialog zur Bestätigung

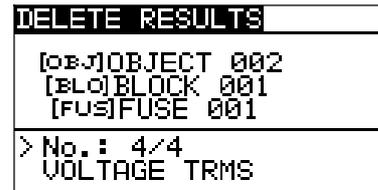


Bild 8.11: Anzeige, nachdem die Messung gelöscht wurde

8.5.4 Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente (Upload vom PC)

Standard-Infrastrukturelemente sind „Object“ (Objekt), „D.Board“ (D.-Karte) und „Circuit“ (Stromkreis). Im PC-Softwarepaket EurolinkPRO können Standardnamen in vom Kunden gewählte Namen geändert werden, die der geprüften Anlage entsprechen. Im Hilfemenü der PC-Software EurolinkPRO finden Sie Informationen darüber, wie Sie von Ihnen gewählte Namen in das Instrument laden können.



Bild 8.12: Beispiel eines Menüs mit vom Kunden gewählten Installationsstrukturnamen

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

Standardelemente der Installationsstruktur sind „Object“, „Block“ und „Fuse“. Wenn das Messgerät sich im Menü Ergebnisse speichern befindet, kann die Speicherstellen-ID von einem Barcodeschild mit Hilfe eines Barcode-Lesegeräts oder von einem RFID-Schild mit Hilfe eines RFID-Lesegeräts gescannt werden.

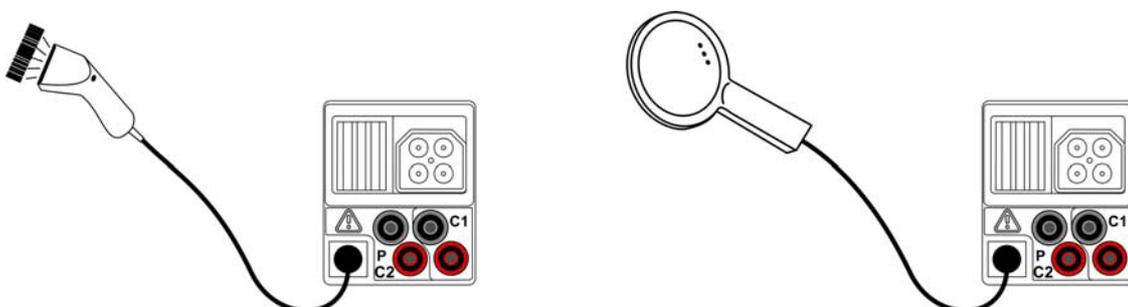


Abbildung 8.10: Anschluss des Barcode-Lesegeräts und des RFID-Lese-/Schreibgeräts

Umbenennen der Speicherstelle

- ❑ Schließen Sie das Barcode-Lesegerät oder das RFID-Lesegerät an das Messgerät an.
- ❑ Wählen Sie im Menü Speichern die Speicherstelle, die umbenannt werden soll.
- ❑ Der neue Name der Speicherstelle (Barcode- oder RFID-Schild) wird vom Messgerät übernommen. Ein erfolgreiches Empfangen des Schilderinhalt über Barcode/RFID wird durch zwei kurze Bestätigungs-Pieptöne angezeigt.

Hinweis:

- ❑ Verwenden Sie ausschließlich Barcode- und RFID-Lesegeräte von Metrel oder autorisierten Partnern.

8.6 Kommunikation

Gespeicherte Ergebnisse können auf einen PC übertragen werden. Ein spezielles Kommunikationsprogramm auf dem PC erkennt das Instrument automatisch und gibt die Datenübertragung zwischen dem Instrument und dem PC frei.

Am Instrument stehen zwei Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung: USB oder RS 232.

Das Instrument wählt abhängig von der erkannten Schnittstelle automatisch den geeigneten Kommunikationsmodus aus. Die USB-Schnittstelle hat Vorrang.

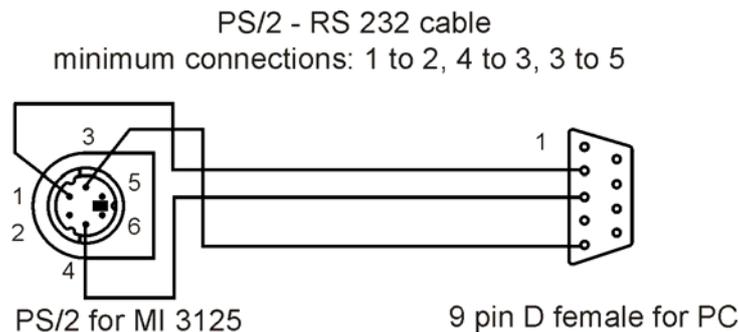


Bild 8.11: Schnittstellenverbindung zur Datenübertragung über den COM-Anschluss des PCs.

Übertragen von gespeicherten Daten:

- ❑ Verbindung über RS 232: Verbinden Sie einen COM-Anschluss des PCs über das serielle Kommunikationskabel PS/2 - RS232 mit der PS/2-Buchse des Instruments.
- ❑ Verbindung über USB gewählt: Verbinden Sie einen USB-Anschluss des PCs über das USB-Schnittstellenkabel mit dem USB-Anschluss des Instruments.
- ❑ Schalten Sie den PC und das Instrument **ein**.
- ❑ **Starten** Sie das Programm ***Eurolink***.
- ❑ Der PC und das Instrument erkennen einander automatisch.
- ❑ Das Instrument ist vorbereitet, Daten auf den PC herunterzuladen.

Das Programm *EurolinkPRO* ist eine PC-Software für Windows XP, Windows Vista und Windows 7. Lesen Sie die Datei README_EuroLink.txt auf der CD. Sie finden dort Anweisungen zur Installation und zur Verwendung des Programms.

Hinweis:

- ❑ Vor der Verwendung der USB-Schnittstelle sollten USB-Treiber installiert sein. Weitere Informationen über die USB-Installation finden Sie auf der Installations-CD.

9 Aktualisieren des Instruments

Das Instrument kann von einem PC über die RS232-Schnittstelle aktualisiert werden. Dies ermöglicht das Instrument auf dem neuesten Stand zu halten, auch wenn die Normen oder Vorschriften sich ändern. Das Software-Update kann mit dem im Standardumfang enthaltenen RS 232- Schnittstelle-Kabel durchgeführt werden, wie in Abbildung 8.14 gezeigt wird. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Händler.

10 Wartung

Unbefugten ist es nicht erlaubt, das Instrument Eurotest Combo zu öffnen. Im Inneren des Instruments gibt es keine vom Benutzer zu ersetzenden Teile, außer der Batterie unter der rückseitigen Abdeckung.

10.1 Austausch der Sicherung

Unter der hinteren Abdeckung befindet sich eine Sicherung für das Messgerät EurotestPV.

- F1
FF 315 mA / 1000 V DC, 32×6 mm (Ausschaltvermögen: 50 kA)

Diese Sicherung ist zum Schutz der internen Schaltkreise für Durchgangsmessungen, falls Prüfspitzen während der Messung versehentlich an die Netzspannung angeschlossen werden.

Die Position der Sicherung ist in der *Abbildung 3.4* im Kapitel *3.3 Rückwand* dargestellt.

Das optionale Zubehörteil PV-Prüfleitung A 1385 verfügt über austauschbare Sicherungen in jeder Prüfleitung.

- FF 315 mA / 1000 V DC, 32×6 mm (Ausschaltvermögen: 50 kA)

Warnungen:

-  **Trennen Sie vor dem Öffnen des Batterie-/Sicherungsfachdeckels alles Messzubehör ab und schalten Sie das Instrument aus. Im Inneren befinden sich gefährliche Spannungen!**
- Ersetzen Sie die durchgebrannte Sicherung nur durch den ursprünglichen Typ, sonst kann das Instrument beschädigt und/oder die Sicherheit des Bedieners gefährdet werden!

10.2 Reinigung

Für das Gehäuse ist keine besondere Wartung erforderlich. Zum Reinigen der Oberfläche des Instruments verwenden Sie einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol angefeuchtet ist. Das Gerät muss vor der Benutzung vollständig abgetrocknet sein.

Warnungen:

- Keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!
- Keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät schütten!

10.3 Regelmäßige Kalibrierung

Es ist sehr wichtig, dass das Prüfgerät regelmäßig kalibriert wird, damit die in dieser Anleitung aufgeführten technischen Daten garantiert sind. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Nur zugelassenes technisches Personal darf die Kalibrierung durchführen. Zu weiteren Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

10.4 Kundendienst

Für Garantie- und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

11 Technische Daten

11.1 Isolationswiderstand, Isolierwiderstand von PV-Systemen

Isolationswiderstand (Nennspannungen 50 V_{DC}, 100 V_{DC} und 250 V_{DC})

Der Messbereich nach EN61557 beträgt 0,25 MΩ ÷ 199,9 MΩ.

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

Isolationswiderstand (Nennspannungen 500 V_{DC}, 1000 V_{DC})

Der Messbereich nach EN61557 beträgt 0,15 MΩ ÷ 1 GΩ.

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

Spannung

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

Nennspannungen50 V_{DC}, 100 V_{DC}, 250 V_{DC}, 500 V_{DC}, 1000 V_{DC}

Leerlaufspannung-0 % / +20 % der Nennspannung

Messstrommin. 1 mA bei R_N=U_N×1 kΩ/V

Kurzschlussstrom max. 3 mA

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

Automatisches Entladen nach der Prüfung.

Die angegebene Genauigkeit gilt, wenn das Universal-Prüfkabel benutzt wird; bei Benutzung der Commander Prüfspitze gilt sie dagegen bis 100 MΩ.

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

Falls das Instrument feucht wird, kann das Ergebnis beeinträchtigt werden. In solchen Fällen wird empfohlen, das Instrument und sein Zubehör mindestens 24 Stunden lang zu trocknen.

Der Fehler bei Betriebsbedingungen kann allenfalls der Fehler bei Referenzbedingungen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) ±5 % des Messwerts sein.

11.2 Durchgang

11.2.1 Niederohm-Widerstand R LOW Ω

Der Messbereich nach EN61557 beträgt 0,16 Ω ÷ 1999 Ω .

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

Leerlaufspannung6,5 VDC ÷ 9 VDC

Messstrommin. 200 mA in den Lastwiderstand von 2 Ω

Kompensation der Prüflleitungen.....bis zu 5 Ω

Anzahl der möglichen Prüfungen> 2000 bei voll geladener Batterie

Automatische Polaritätsumkehr der Prüfspannung.

11.2.2 Durchgangswiderstand

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

Leerlaufspannung6,5 VDC ÷ 9 VDC

Kurzschlussstrommax. 8,5 mA

Kompensation der Prüflleitungen.....bis zu 5 Ω

11.3 RCD-Prüfung

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 / NZ gewählt: $\pm 5\%$

Form des PrüfstromsSinuswelle (AC), gepulst (A), glatter Gleichstrom (B)

Gleichstrom-Offset beim gepulsten Prüfstrom 6 mA (typisch)

RCD-Typ.....G (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 Δ N (mA)	I Δ N × 1/2			I Δ N × 1			I Δ N × 2			I Δ N × 5			RCD I Δ		
	AC	A	B	AC	A	B	AC	A	B	AC	A	B	AC	A	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	n.a.	1500	n.a.	n.a.	✓	✓	✓
500	250	175	250	500	707	1000	1000	1410	n.a.	2500	n.a.	n.a.	✓	✓	✓
1000	500	350	500	1000	1410	n.a.	2000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	✓	✓	n.a.

n.a.....nicht anwendbar

Typ AC.....sinusförmiger Prüfstrom

Typ A.....gepulster Strom

Typ B.....glatter Gleichstrom

11.3.2 Berührungsspannung RCD-Uc

Der Messbereich nach EN61557 beträgt 20,0 V ÷ 31,0V für die Grenz-Berührungsspannung 25 V.

Der Messbereich nach EN61557 beträgt 20,0 V ÷ 62,0 V für die Grenz-Berührungsspannung 50 V.

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

Die Genauigkeit gilt, wenn die Netzspannung während der Messung stabil und die PE-Klemme frei von Störspannungen ist.

Prüfstrom..... max. 0,5×I Δ N

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

Die angegebene Genauigkeit gilt für den vollen Betriebsbereich.

11.3.3 Auslösezeit

Der vollständige 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 ÷ 40,0	0,1	±1 ms
0,0 ÷ max. Zeit *	0,1	±3 ms

* Zur maximalen Zeit siehe Normbezüge in 4.4.4 – diese Spezifikation bezieht sich auf eine max. Zeit >40 ms.

Prüfstrom..... 1/2×I Δ N, I Δ N, 2×I Δ N, 5×I Δ N

5×I Δ N ist nicht verfügbar für I Δ N=1000 mA (RCD-Typ AC) oder I Δ N ≥ 300 mA (RCD-Typ A, B).

2×I Δ N ist nicht verfügbar für I Δ N=1000 mA (RCD-Typ A) oder I Δ N ≥ 300 mA (RCD-Typ B).

1×I Δ N ist nicht verfügbar für I Δ N=1000 mA (RCD-Typ B).

Die angegebene Genauigkeit gilt für den vollen Betriebsbereich.

11.3.4 Auslösestrom

Auslösestrom

Der vollständige Messbereich entspricht den Anforderungen von EN 61557.

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

Auslösezeit

Messbereich (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0 ÷ 300	1	± 3 ms

Berührungsspannung

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

Die Genauigkeit gilt, wenn die Netzspannung während der Messung stabil und die PE-Klemme frei von Störspannungen ist.

Die Auslösemessung ist nicht verfügbar für $I_{\Delta N} = 1000$ mA (RCD-Typ B).

Die angegebene Genauigkeit gilt für den vollen Betriebsbereich.

11.4 Fehlerschleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom

11.4.1 Keine Trenneinrichtung oder Sicherung ausgewählt

Fehlerschleifenimpedanz

Der Messbereich nach EN61557 beträgt $0,25 \Omega \div 9,99$ k Ω .

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

Unbeeinflusster Fehlerstrom (errechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Messung des Fehlerschleifenwiderstands
10,0 ÷ 99,9	0,1	
100 ÷ 999	1	
1,00 k ÷ 9,99 k	10	
10,0 k ÷ 23,0 k	100	

Die Genauigkeit gilt, 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 gewählt

Fehlerschleifenimpedanz

Der Messbereich nach EN61557 beträgt $0,46 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$.

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

Die Genauigkeit kann bei starken Störungen der Netzspannung beeinträchtigt sein.

Unbeeinflusster Fehlerstrom (errechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 \div 9,99	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Messung des Fehlerschleifen- widerstands
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.

Die Werte für R, XL sind Anhaltswerte.

**11.5 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/
Spannungsfall**

Leitungsimpedanz

Der Messbereich nach EN61557 beträgt $0,25 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$.

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

Unbeeinflusster Kurzschlussstrom (errechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0,00 \div 0,99	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Messung des Fehlerschleifen- widerstands
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)

Die Werte für R, XL sind Anhaltswerte.

Spannungsfall (errechneter Wert)

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

Z_{REF} Messbereich..... 0.00 Ω ÷ 20.0 Ω

*Weitere Informationen zur Berechnung des Spannungsfallergebnisses finden Sie in Kapitel 5.6.2 *Spannungsfall*.

11.6 Erdungswiderstand

Der Messbereich nach EN61557-5 beträgt 2,00 Ω ÷ 1999 Ω.

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

Max. Widerstand der Hilfs-Erdelektrode R_C..... 100×R_E oder 50 kΩ (was niedriger ist)Max. Sondenwiderstand R_P..... 100×R_E oder 50 kΩ (was niedriger ist)Zusätzlicher Sondenwiderstandsfehler bei R_{Cmax} oder R_{Pmax}.

.....±(10 % des Ablesewerts + 10 Digits)

Zusätzlicher Fehler bei 3 V Störspannung (50 Hz)

.....±(5 % des Ablesewerts + 10 Digits)

Leerlaufspannung..... < 15 VAC

Kurzschlussspannung..... < 30 mA

Frequenz der Prüfspannung..... 125 Hz

Form der Prüfspannung:..... Rechteck

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

Automatische Messung des Widerstands der Hilfselektrode und der Sonde.

Automatische Messung der Störspannung.

11.7 Spannung, Frequenz und Phasendrehung

11.7.1 Phasendrehung

Nennspannungsbereich des Netzes.... 100 V_{AC} ÷ 550 V_{AC}

Nenn-Frequenzbereich..... 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	±(2 % des Ablesewerts + 2 Digits)

Art des Ergebnisses..... Echter Effektivwert (trms)

Nenn-Frequenzbereich 0 Hz, 14 Hz ÷ 500 Hz

11.7.3 Frequenz

Messbereich (Hz)	Auflösung (Hz)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	±(0,2 % des Ablesewerts +1 Digit)
10,0 ÷ 499,9	0,1	

Nennspannungsbereich..... 10 V ÷ 550 V

11.7.4 Ständige Klemmenspannungsüberwachung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
10 ÷ 550	1	±(2 % des Ablesewerts + 2 Digits)

11.8 Stromzangen – Tatsächlicher Effektivwert**Messgerät**

Höchstspannung an den Messeingängen C1 und P/C2...3 V

Frequenznennwert..... 0 Hz, 40 Hz ÷ 500 Hz

AC-Stromzange A1018

Bereich = 20 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,0 m ÷ 99,9 m	0,1 m	± (5 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)
100 m ÷ 999 m	1 m	±(3 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
1.00 ÷ 19.99	0.01	±(3 % des Ablesewerts)

Bereich = 200 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,00 ÷ 0,09	0,01	indikativ
0,10 ÷ 19,99	0,01	±(3 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
20,0 ÷ 199,9	0,1	±(3 % des Ablesewerts)

AC-Stromzange A1019

Bereich = 20 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,0 m ÷ 99,9 m	0,1 m	indikativ
100 m ÷ 999 m	1 m	±(5 % des Ablesewerts)
1,00 ÷ 19,99	0,01	±(3 % des Ablesewerts)

Bereich = 200 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0,00 ÷ 0,09	0,01	indikativ
0,10 ÷ 1,99	0,01	±(5 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
2 ÷ 19,99	0,01	±(3 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
20 ÷ 199,9	0,1	±(3 % des Ablesewerts)

AC/DC-Stromzange A1391

Bereich = 40 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0 ÷ 1,99	0,01	(3 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
2 ÷ 19,99	0,01	(3 % des Ablesewerts)
20 ÷ 39,9	0,1	±(3 % des Ablesewerts)

Bereich = 300 A

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit*
0 ÷ 19,99	0,01	indikativ
20 ÷ 39,9	0,1	
40 ÷ 299,9	0,1	± (3 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)

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

11.9 Leistungsprüfungen**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_{Nom}	1,5	5 % ÷ 100 % I_{Nom}
U	1,5	110 V ÷ 500 V
U_{h_n}	2,5	0 % ÷ 20 % U_{Nom}

THD _u	2,5	0 % ÷ 20 % U _{Nom}
I _{h_n}	2,5	0 % ÷ 100 % I _{Nom}
THD _i	2,5	0 % ÷ 100 % I _{Nom}

⁽¹⁾ – I_{Nom} ist abhängig vom eingestellten Stromsensortyp und dem eingestellten Strombereich:

- A 1018, A1019 (20 A oder 200 A),
- A 1391 (40 A oder 300 A)

Hinweis:

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

Leistung (P, S, Q)

Messbereich von 0 W (VA, Var) bis 99,9 kW (kVA, kVar)

Leistungsfaktor

Messbereich von -1 bis 1

Spannungsoberschwingungen

Messbereich von 0,1 V bis 500 V

Spannungs-Gesamtklirrfaktor

Messbereich von 0,1 % bis 99,9 %

Stromüberschwingungen und Strom-Gesamtklirrfaktor

Messbereich von 0 A bis 199,9 A

Energie

Messbereich von 0 Wh bis 1999 kWh

Die Messung wird durchgehend vorgenommen.

Hinweis:

- In dieser Spezifikation wurden Fehler externer Spannungs- und Stromwandler nicht berücksichtigt.
- Die Genauigkeitswerte für die Energie gelten, wenn gilt $I > 0,2 I_{MAX}$. I_{MAX} wird im Menü Energiemessung eingestellt.

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 Parameters für das PV-Modul. Siehe *Anhang E: PV-Messungen – Berechnungswerte*, sollten Sie weitere Informationen zur Berechnung der STC-Werte benötigen.

11.10.2 Modul, Wechselrichter

DC-Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 199,9	0,1	± (1,5 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)
200 ÷ 999	1	±1,5 % des Ablesewerts

DC-Strom

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0 ÷ 19,99	10	± (1,5 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)
20 ÷ 299,9	100	±1,5 % des Ablesewerts

DC-Leistung

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
0 – 1999	1	± (2,5 % des Ablesewerts + 6 Ziffern)
2 k ÷ 19,99 k	10	±2,5 % des Ablesewerts
20 k ÷ 199,9 k	100	±2,5 % des Ablesewerts

AC-Spannung

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

AC-Strom

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0 ÷ 9,99	10	± (1,5 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
10 ÷ 19,99	10	±1,5 % des Ablesewerts
20 ÷ 299,9	100	±1,5 % des Ablesewerts

AC-Leistung

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
0 – 1999	1	± (2,5 % des Ablesewerts + 6 Ziffern)
2 k ÷ 19,99 k	10	±2,5 % des Ablesewerts
20 k ÷ 199,9 k	100	±2,5 % des Ablesewerts

Hinweis:

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

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

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 15,0	0,1	indikativ
15,1 ÷ 199,9	0,1	± (2 % des Ablesewerts + 2 Ziffern)
200 ÷ 999	1	±2 % des Ablesewerts

DC-Strom

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

DC-Leistung

Messbereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
0 – 1999	1	± (3 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)
2 k ÷ 14,99 k	10	±3 % des Ablesewerts

Maximale Leistung des PV-Strings: 15 kW

11.10.4 U_{oc} - I_{sc}**DC-Spannung**

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 15,0	0,1	indikativ
15,1 ÷ 199,9	0,1	± (2 % des Ablesewerts + 2 Ziffern)
200 ÷ 999	1	±2 % des Ablesewerts

DC-Strom

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

Maximale Leistung des PV-Strings: 15 kW

11.10.5 Umgebungsparameter**Solare Bestrahlungsstärke****Sensor A 1399**

Messbereich (W/m ²)	Auflösung (W/m ²)	Genauigkeit
300 ÷ 999	1	± (5 % des Ablesewerts + 5 Ziffern)
1000 ÷ 1999	1	±5 % des Ablesewerts

Messprinzip: Pyranometer

Betriebsbedingungen

Betriebstemperaturbereich -40 °C ÷ 55 °C

Für dauernde Verwendung im Freien.

Temperatur (Zelle und Umgebung)**Sensor A 1400**

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

Für dauernde Verwendung im Freien.

Hinweis:

- Der angegebene Genauigkeitswert gilt bei stabiler Bestrahlungsstärke und Temperatur während der Prüfung.

11.10.6 Isolierwiderstand von PV-Systemen

Siehe Kapitel 11.1. Isolierwiderstand, Isolierwiderstand von PV-Systemen.

11.11 Allgemeine Daten

Versorgungsspannung.....	9 V _{DC} (6×1,5 V Batterie oder Akku, Größe AA)
Betriebszeit.....	typisch 20 Std.
Eingangsspannung Ladegerätbuchse .	12 V ± 10 %
Eingangsstrom Ladegerätbuchse	max. 400 mA
Batterieladestrom.....	250 mA (intern geregelt)
Überspannungskategorie.....	1000 V DC CAT II 600 V CAT III 300 V CAT IV
Schutzklasse	Schutzisolierung
Verschmutzungsgrad.....	2
Schutzart	IP 40
Display.....	Punktmatrixdisplay mit Hintergrundbeleuchtung 128 x 64 Pixel
Maße (B × H × T).....	14 cm × 8 cm × 23 cm
Gewicht	1.3 kg, ohne Batteriezellen
Referenzbedingungen	
Referenztemperaturbereich	10 °C ÷ 30 °C
Referenzfeuchtigkeitsbereich	40 % r. F. ÷ 70 % r. F.
Betriebsbedingungen	
Betriebstemperaturbereich	0 °C ÷ 40 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit.....	95 % RH (0°C bis +40 °C), ohne Kondensatbildung
Lagerungsbedingungen	
Temperaturbereich	-10 °C ÷ +70 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit.....	90 % r. F. (-10 °C ÷ +40 °C) 80 % r. F. (40 °C ÷ 60 °C)
Kommunikations-Übertragungsgeschwindigkeit	
RS 232	115200 Baud
USB	256000 Baud
Speichergröße:	
I-U Kennlinie, Leistung (Oszilloskop):	ca. 500 Messungen
Weitere Messungen:	ca. 1800 Messungen

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]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
2	32,5	22,3	18,7	15,9	9,1
4	65,6	46,4	38,8	31,9	18,7
6	102,8	70	56,5	46,4	26,7
10	165,8	115,3	96,5	80,7	46,4
16	206,9	150,8	126,1	107,4	66,3
20	276,8	204,2	170,8	145,5	86,7
25	361,3	257,5	215,4	180,2	109,3
35	618,1	453,2	374	308,7	169,5
50	919,2	640	545	464,2	266,9
63	1217,2	821,7	663,3	545	319,1
80	1567,2	1133,1	964,9	836,5	447,9
100	2075,3	1429	1195,4	1018	585,4
125	2826,3	2006	1708,3	1454,8	765,1
160	3538,2	2485,1	2042,1	1678,1	947,9
200	4555,5	3488,5	2970,8	2529,9	1354,5
250	6032,4	4399,6	3615,3	2918,2	1590,6
315	7766,8	6066,6	4985,1	4096,4	2272,9
400	10577,7	7929,1	6632,9	5450,5	2766,1
500	13619	10933,5	8825,4	7515,7	3952,7
630	19619,3	14037,4	11534,9	9310,9	4985,1
710	19712,3	17766,9	14341,3	11996,9	6423,2
800	25260,3	20059,8	16192,1	13545,1	7252,1
1000	34402,1	23555,5	19356,3	16192,1	9146,2
1250	45555,1	36152,6	29182,1	24411,6	13070,1

Sicherungstyp gG

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
2	32,5	22,3	18,7	15,9	9,1
4	65,6	46,4	38,8	31,9	18,7
6	102,8	70	56,5	46,4	26,7
10	165,8	115,3	96,5	80,7	46,4
13	193,1	144,8	117,9	100	56,2
16	206,9	150,8	126,1	107,4	66,3
20	276,8	204,2	170,8	145,5	86,7
25	361,3	257,5	215,4	180,2	109,3
32	539,1	361,5	307,9	271,7	159,1
35	618,1	453,2	374	308,7	169,5
40	694,2	464,2	381,4	319,1	190,1

50	919,2	640	545	464,2	266,9
63	1217,2	821,7	663,3	545	319,1
80	1567,2	1133,1	964,9	836,5	447,9
100	2075,3	1429	1195,4	1018	585,4

Sicherungstyp B

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
	Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)				
6	30	30	30	30	30
10	50	50	50	50	50
13	65	65	65	65	65
16	80	80	80	80	80
20	100	100	100	100	100
25	125	125	125	125	125
32	160	160	160	160	160
40	200	200	200	200	200
50	250	250	250	250	250
63	315	315	315	315	315

Sicherungstyp C

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
	Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)				
0,5	5	5	5	5	2,7
1	10	10	10	10	5,4
1,6	16	16	16	16	8,6
2	20	20	20	20	10,8
4	40	40	40	40	21,6
6	60	60	60	60	32,4
10	100	100	100	100	54
13	130	130	130	130	70,2
16	160	160	160	160	86,4
20	200	200	200	200	108
25	250	250	250	250	135
32	320	320	320	320	172,8
40	400	400	400	400	216
50	500	500	500	500	270
63	630	630	630	630	340,2

Sicherungstyp K

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	
	Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)				
0,5	7.5	7.5	7.5	7.5	
1	15	15	15	15	
1.6	24	24	24	24	
2	30	30	30	30	

4	60	60	60	60	
6	90	90	90	90	
10	150	150	150	150	
13	195	195	195	195	
16	240	240	240	240	
20	300	300	300	300	
25	375	375	375	375	
32	480	480	480	480	

Sicherungstyp D

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
	Min. unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)				
0,5	10	10	10	10	2,7
1	20	20	20	20	5,4
1,6	32	32	32	32	8,6
2	40	40	40	40	10,8
4	80	80	80	80	21,6
6	120	120	120	120	32,4
10	200	200	200	200	54
13	260	260	260	260	70,2
16	320	320	320	320	86,4
20	400	400	400	400	108
25	500	500	500	500	135
32	640	640	640	640	172,8

A.2 Sicherungstabelle – Impedanzen (GB)**Sicherungstyp B****Sicherungstyp C**

Nennstrom (A)	Trennzeit [s]		Nennstrom (A)	Trennzeit [s]			
		0,4		5		0,4	5
	Max. Schleifenimpedanz (Ω)			Max. Schleifenimpedanz (Ω)			
3		12,264	12,264				
6		6,136	6,136	6	3,064	3,064	
10		3,68	3,68	10	1,84	1,84	
16		2,296	2,296	16	1,152	1,152	
20		1,84	1,84	20	0,92	0,92	
25		1,472	1,472	25	0,736	0,736	
32		1,152	1,152	32	0,576	0,576	
40		0,92	0,92	40	0,456	0,456	
50		0,736	0,736	50	0,368	0,368	
63		0,584	0,584	63	0,288	0,288	
80		0,456	0,456	80	0,232	0,232	
100		0,368	0,368	100	0,184	0,184	
125		0,296	0,296	125	0,144	0,144	

Sicherungstyp D

Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]		Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]	
	0,4	5		0,4	5
	Max. Schleifenimpedanz (Ω)			Max. Schleifenimpedanz (Ω)	
6	1,536	1,536	5	8,36	13,12
10	0,92	0,92	15	2,624	4
16	0,576	0,576	20	1,36	2,24
20	0,456	0,456	30	0,92	1,472
25	0,368	0,368	45		0,768
32	0,288	0,288	60		0,56
40	0,232	0,232	80		0,4
50	0,184	0,184	100		0,288
63	0,144	0,144			
80	0,112	0,112			
100	0,088	0,088			
125	0,072	0,072			

Sicherungstyp BS 1361**Sicherungstyp BS 88**

Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]		Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]	
	0,4	5		0,4	5
	Max. Schleifenimpedanz (Ω)			Max. Schleifenimpedanz (Ω)	
6	6,816	10,8	3	13,12	18,56
10	4,088	5,936	13	1,936	3,064
16	2,16	3,344	Sicherungstyp BS 3036		
20	1,416	2,328			
25	1,152	1,84	Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]	
32	0,832	1,472		0,4	5
40		1,08	Max. Schleifenimpedanz (Ω)		
50		0,832	5	7,664	14,16
63		0,656	15	2,04	4,28
80		0,456	20	1,416	3,064
100		0,336	30	0,872	2,112
125		0,264	45		1,272
160		0,2	60		0,896
200		0,152	100		0,424

Sicherungstyp BS 1362

Alle Impedanzen sind mit dem Faktor 0,8 skaliert.

Anhang B - Zubehör für bestimmte Messungen

Die nachstehende Tabelle enthält standardmäßiges und optionales Zubehör, das für bestimmte Messungen erforderlich ist. Das als optional gekennzeichnete Zubehör kann in einigen Gerätesätzen auch zum Standard gehören. 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.

Funktion	Geeignetes Zubehör (optionales Zubehör mit Bestellcode A....)
Isolationswiderstand	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfspitze (A 1401)
R LOW Ω niederohmige Widerstandsmessung	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfspitze (A 1401) <input type="checkbox"/> Prüfspitzenleitung 4 m (A 1012)
Leitungsimpedanz Spannungsfall Fehlerschleifenimpedanz	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfspitze (A 1401) <input type="checkbox"/> Drehstromadapter (A 1111)
RCD-Prüfung	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Drehstromadapter (A 1111)
Erdungswiderstand RE	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Erdungsprüfsatz 20 m, 4-Draht (S 2026) <input type="checkbox"/> Erdungsprüfsatz 50 m, 4-Draht (S 2027)
Drehfeld	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Drehstromkabel (A 1110) <input type="checkbox"/> Drehstromadapter (A 1111)
Spannung, Frequenz	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfstecker (A 1314) <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfspitze (A 1401)
Leistung Energie Oberschwingungen Oszilloskop	<input type="checkbox"/> Universalprüfkabel <input type="checkbox"/> Netzmesskabel <input type="checkbox"/> Commander Prüfspitze (A 1401) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1018) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1019) <input type="checkbox"/> AC/DC-Stromzange (A 1391)
STROM	<input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1018) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1019) <input type="checkbox"/> AC/DC-Stromzange (A 1391)
Modul Isc / Uoc I-U Kennlinie	<input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssensor <input type="checkbox"/> PV MC 4 Adapter <input type="checkbox"/> PV MC 3 Adapter <input type="checkbox"/> AC/DC-Stromzange (A 1391) <input type="checkbox"/> PV-Remote-Einheit (A 1378)
WECHSELRICHTER	<input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssensor

	<ul style="list-style-type: none">❑ PV MC 4-Adapter❑ PV MC 3-Adapter❑ PV-Remote-Einheit (A 1378)❑ PV-Prüfleitung mit Sicherung (A 1385)❑ AC/DC-Stromzange (A 1391)❑ AC-Stromzange (A 1018)❑ AC-Stromzange (A 1019)
Isolierwiderstand PV	<ul style="list-style-type: none">❑ PV-Sicherheitssensor
Umgebung	<ul style="list-style-type: none">❑ Temperaturfühler A 1400❑ Pyranometer A 1399❑ PV-Fernsteuereinheit (A 1378)

Das Instrument ist zum Prüfen von allgemeinen (unverzögerten) , G (General) und selektiven, (zeitverzögerten) S RCDs vorgesehen, die geeignet sind für:

- Wechsel-Fehlerstrom (AC-Typ, markiert mit dem Symbol \curvearrowright).
- Pulsierenden Fehlerstrom (A-Typ, markiert mit dem Symbol \sim).
- DC-Fehlerstrom (B-Typ, markiert mit dem Symbol \equiv).

Zeitverzögerte RCDs zeigen ein verzögertes Ansprechverhalten. Sie enthalten einen Integrationsmechanismus für den Fehlerstrom zum Erzeugen verzögerten Auslösens. Jedoch beeinflusst die Berührungsspannungs-Vorprüfung auch den RCD, und er benötigt eine Zeitspanne, um sich in den Ruhezustand zu erholen. Es wird eine Zeitverzögerung von 30 s eingeschaltet, bevor die Auslöseprüfung durchgeführt wird, damit sich der RCD des Typs S nach Vorprüfungen erholt, und eine Zeitverzögerung von 5 s wird für denselben Zweck beim RCD des Typs G eingeschaltet.

Änderung des Abschnitts 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	<input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> G	$1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	<input type="checkbox"/> 30 mA
A	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
A	<input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> G	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	< 30 mA
A	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	
B	<input type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	beliebig
B	<input type="checkbox"/> S	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$	

Tabelle 0.1: Beziehung zwischen U_c und $I_{\Delta N}$

Die Technischen Daten bleiben dieselben.

Anhang D – Commander

D.1 ⚠ Warnhinweise zum sicheren Umgang

Messkategorien der Commander:

Commander Prüfstecker A 1314 300 V CAT II

Commander-Prüfspitze A1401

(ohne Kappe, 18 mm Spitze) 1000 V CAT II / 600 V CAT II / 300 V CAT II

(mit Kappe, 4 mm Spitze) 1000 V CAT II / 600 V CAT III / 300 V CAT IV

- ❑ Die Messkategorien der Commander können geringer sein als die Schutzkategorie des Messgeräts.
- ❑ Wenn gefährliche Spannungen am PE-Prüfanschluss erfasst werden, sind sofort alle Messungen zu stoppen und die Fehlerursache ausfindig zu machen und zu beheben!
- ❑ Wenn Sie die Batteriezellen austauschen oder wenn Sie die Batteriefachabdeckung öffnen, trennen Sie das Messzubehör vom Messgerät und der Installation.
- ❑ Service-Arbeiten, Reparaturen oder Feineinstellungen des Messgeräts und der Zubehörteile dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal ausgeführt werden!

D.2 Batterien

Der Commander verwendet

zwei Alkalibatterien oder zwei Ni-MH-Akkus der Größe AAA.

Die nominelle Betriebszeit beträgt mindestens 40 Stunden und gilt für eine Kapazität von 850 mAh.

Hinweis:

- ❑ Wenn das Messgerät über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird, sind alle Batterien/Akkus aus dem Batteriefach zu entfernen.
- ❑ Es können Alkalibatterien oder wiederaufladbare Ni-MH-Akkus (Größe AA) verwendet werden. Metrel empfiehlt die Verwendung von ausschließlich wiederaufladbaren Akkus mit einer Mindestkapazität von 800 mAh.
- ❑ Stellen Sie sicher, dass die Batterien/Akkus korrekt eingelegt wurden, da das Messgerät anderenfalls nicht funktioniert und die Batterien/Akkus entladen werden können.

D.3 Beschreibung der Commander

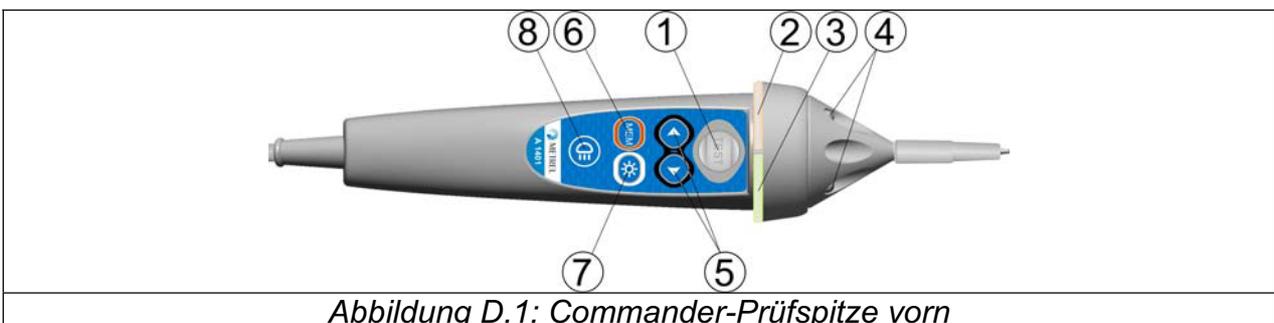


Abbildung D.1: Commander-Prüfspitze vorn

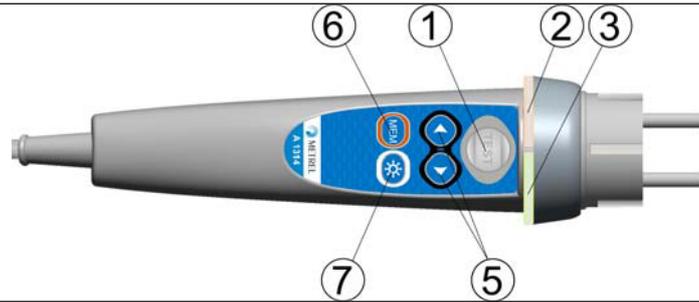


Abbildung D.2: Commander Prüfstecker vorn

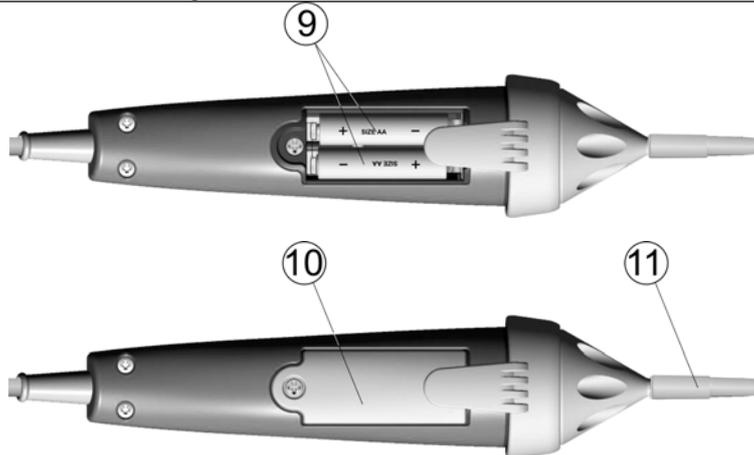


Abbildung D.3: Rückseite

Legende:

1	TEST	TEST	Beginnt Messungen. Dient auch als PE-Berührungselektrode.
2	LED	Linker Status RGB LED	
3	LED	Rechter Status RGB LED	
4	LEDs	LED-Leuchten (Commander-Prüfspitze)	
5	Funktionswahl	Zur Auswahl der Prüffunktion.	
6	MEM	Speichern / Aufrufen / Löschen der Prüfungen im Messgerätspeicher.	
7	BL	Ein-/Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung des Messgeräts.	
8	Leuchtentaste	Schaltet Leuchte ein/aus (Commander-Prüfspitze)	
9	Batteriezellen	Größe AAA, Alkali / wiederaufladbar NiMH	
10	Batteriefachabdeckung	Batteriefachabdeckung	
11	Kappe	Abnehmbare Kappe CAT IV (Commander-Prüfspitze)	

D.4 Betrieb der Commander

Beide LEDs gelb	Warnung! Gefährliche Spannung am PE-Anschluss des Commanders!
Rechte LED rot	Fehleranzeige

Rechte LED grün	Bedingungen erfüllt
Linke LED blinkt blau	Commander überwacht die Eingangsspannung
Linke LED orange	Spannung zwischen Prüfanschlüssen ist höher als 50 V
Beide LEDs blinken rot	Batterieladestand gering
Beide LEDs rot und schalten ab	Batteriespannung zu gering, um den Commander betreiben zu können

PE-Anschluss-Prüfverfahren

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

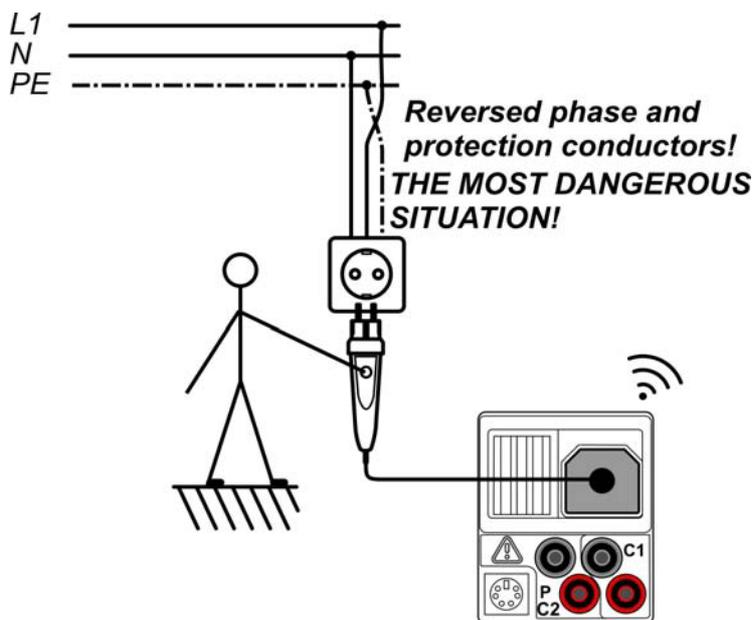


Abbildung D.4: Vertauschte L- und PE-Leiter (Anwendung des Commander Prüfstekkers)

Anhang E – PV-Messungen - Berechnungswerte

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

Modul (DC):

$$P_{DC} = \sum_{i=1}^3 U_{meas,i} I_{meas,i} ,$$

U und I werden an den Modulsteckern gemessen, i gilt für Multiphasensysteme (i = 1 ÷ 3).

Wechselrichter (AC):

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

U, I und Phase werden an den Wechselrichtersteckern gemessen, i gilt für Multiphasensysteme (i = 1 ÷ 3).

Konversionseffizienz:

1. Modul:

$$\eta_2 = \frac{P_{DC}}{P_{theo}} , \quad P_{theo} = M \cdot N \cdot P_{nom} \frac{I_{rr}}{I_{rr, STC}} ,$$

mit P_{nom} als Nennleistung des Moduls bei STC, I_{rr, stc} als Nenn-Bestrahlungsstärke bei STC (I_{rr, stc} = 1000 W/m²), I_{rr} als gemessene Bestrahlungsstärke, M als Anzahl der in Serie (Reihe) geschalteten Einzelmodule und N als Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule.

η₂	Effizienz des Moduls
P_{theo}	Theoretische Leistung des Strings bei gemessener Bestrahlungsstärke
P_{nom}	Nennleistung des Moduls bei STC
I_{rr, stc}	Nennwert der Bestrahlungsstärke bei STC (I_{rr, stc} = 1000 W/m²)
I_{rr}	gemessene Bestrahlungsstärke
M	Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule
N	Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule

"Erfüllt" je nach Temperatur:

- Bei $T_{amb} < 25 \text{ °C}$ oder $T_{cell} < 40 \text{ °C} \Rightarrow \eta_2 > 0,85$
- Bei $T_{amb} > 25 \text{ °C}$ oder $T_{cell} > 40 \text{ °C} \Rightarrow \eta_2 > (1 - P_{tpv} - 0,08)$,

mit P_{tpv} anhand der gemessenen Temperatur berechnet wird als

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

oder

$$P_{tpv} = (T_{cell} - 25) \cdot \gamma,$$

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

NOCT	Nennwert der Betriebstemperatur der Zelle (Daten vom Modulhersteller)
γ	Temperaturkoeffizient aus Leistungseigenschaften des PV-Moduls (Eingabewert zwischen 0,01 bis 0,99)

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 , α , β , I_{sc} , M, N)

Modul:

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

$$I_{STC} = I_1 + I_{sc} \cdot \left(\frac{Irr_{STC}}{Irr} - 1 \right) + N \cdot \alpha \cdot (T_{STC} - T_1)$$

$$U_{STC} = U_1 - \frac{M}{N} \cdot R_s \cdot (I_{STC} - I_1) + M \cdot \beta \cdot (T_{STC} - T_1)$$

mit I_1 und U_1 als gemessene Gleichstromwerte und Modulspannung, I_{sc} als gemessenen Kurzschlussstroms des Moduls, Irr_{stc} als Bestrahlungsstärkewert bei STC, Irr als gemessene Bestrahlungsstärke, α und β als Strom- und Spannungs-Temperaturkoeffizienten des Moduls, T_{stc} als Temperatur bei STC, T_1 als gemessene Temperatur, R_s als Serienwiderstand des Moduls, M als Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule und N als Anzahl der parallel geschalteten Module.

I_{stc}, U_{stc}	Berechnungswerte für Strom und Spannung bei Standardprüfbedingungen (STC)
I_1, U_1	Gemessene Werte für Gleichstrom und Gleichspannung des Moduls
I_{sc}	Gemessener Kurzschlussstrom des Moduls
$I_{rr_{stc}}$	Bestrahlungsstärke unter STC
I_{rr}	Gemessene Bestrahlungsstärke
α, β	Strom- und Spannungs-Temperaturkoeffizienten des Moduls
T_{stc}	Temperatur bei STC
T_1	Gemessene Temperatur
R_s	Serienwiderstand des Moduls
M	Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule
N	Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule

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

Konversionseffizienz:

1. Modul:

$$\eta_1 = \frac{P_{STC}}{M \cdot N \cdot P_{nom}}$$

2. Wechselrichter:

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

Legende:

Seite 43	
mains voltage switched off	Netzspannung AUS
closed	Geschlossene
switches	Schalter
loads disconnected	Lasten getrennt
Seite 45	
extension lead	Verlängerungsleitung
Seite 65	
Reversed phase and protection conductors!	Phasen- und Schutzleiter vertauscht!
The most dangerous situation!	Äußerst gefährliche Situation!
Seite 93	
PS/2 – RS 232 cable	PS/2 – RS 232-Kabel
Minimum connections 1 to 2, 4 to 3, 3 to 5	Mindestanschluss 1 an 2, 4 an 3, 3 an 5
PS/2 for MI 3125	PS/2 für MI 3125
9 pin D female for PC	9-poliger D-Stecker für PC