



**EurotestPV Lite**  
**MI 3109**  
**Bedienungsanleitung**  
*Version 1.3.2, Code Nr. 20 752 053*

Vertriebspartner:

Hersteller:

METREL d.d.  
Ljubljanska cesta 77  
1354 Horjul  
Slowenien  
Website: <http://www.metrel.de>  
E-Mail: [metrel@metrel.si](mailto:metrel@metrel.si)



Die Marke auf Ihrem Gerät stellt sicher, dass das Gerät die Anforderungen der EU (Europäische Union) hinsichtlich der Sicherheit und elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten erfüllt

© 2012 METREL

*Die Handelsnamen Metrel, Smartec, Eurotest, Autosequence sind in Europa und anderen Ländern als Marken eingetragen oder angemeldet.*

Dieses Dokument darf ohne die ausdrückliche schriftliche Zustimmung von METREL in keiner Weise reproduziert oder verwendet werden.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Hinweise zur Sicherheit und zum Betrieb</b> .....	<b>6</b>
2.1	Warnungen und Hinweise .....	6
2.2	Akkus und Ladegerät .....	9
2.3	Verwendete Normen .....	11
<b>3</b>	<b>Beschreibung des Geräts</b> .....	<b>12</b>
3.1	<i>Bedienoberfläche</i> .....	12
3.2	Anschlussplatte .....	13
3.3	Rückseite.....	14
3.4	Lieferumfang und Zubehör .....	15
3.4.1	<i>Standard-Lieferumfang MI 3109</i> .....	15
3.4.2	<i>Optionale Zubehörteile</i> .....	16
<b>4</b>	<b>Betrieb des Geräts</b> .....	<b>17</b>
4.1	Display und Ton .....	17
4.1.1	<i>Warnungen</i> .....	17
4.1.2	<i>Batterieanzeige</i> .....	17
4.1.3	<i>Meldungen</i> .....	17
4.1.4	<i>Messergebnisse</i> .....	18
4.1.5	<i>Warntöne</i> .....	18
4.1.6	<i>Hilfebildschirme</i> .....	18
4.1.7	<i>Hintergrundbeleuchtung und Kontrast einstellen</i> .....	18
4.2	Funktionsauswahl.....	19
4.3	Hauptmenü des Messgeräts.....	20
4.4	Einstellungen.....	20
4.4.1	<i>Speicher</i> .....	20
4.4.2	<i>Sprachen</i> .....	21
4.4.3	<i>Datum und Uhrzeit</i> .....	21
4.4.4	<i>Werkseinstellungen</i> .....	21
4.4.5	<i>Einstellungen der Stromzangen</i> .....	22
4.4.6	<i>Synchronisierung (A 1378 - PV-Remote-Einheit)</i> .....	23
4.4.7	<i>Solareinstellungen</i> .....	24
4.4.8	<i>Zubehör</i> .....	27
<b>5</b>	<b>Messungen</b> .....	<b>29</b>
5.1	Isolationswiderstand.....	29
5.2	Widerstand des Erdungsanschlusses und Potentialausgleichs.....	32
5.2.1	<i>R LOW<math>\Omega</math>, 200 mA Widerstandsmessung</i> .....	32
5.2.2	<i>Messung des Durchgangswiderstands bei geringem Strom</i> .....	33
5.2.3	<i>Kompensation des Prüflitungswiderstands</i> .....	34
5.3	PV-Wechselrichterprüfung.....	35
5.4	PV-Modulprüfung .....	38
5.5	Messen der Umgebungsparameter .....	41
5.5.1	<i>Betrieb mit PV-Remote-Einheit A 1378</i> .....	43
5.6	Uoc/Isc-Messung.....	43
5.7	I-V-Kennlinienmessung .....	45
5.8	Vorgang der automatischen Messung gemäß IEC/EN 62446 (Auto) .....	47
<b>6</b>	<b>Datenmanagement</b> .....	<b>50</b>

6.1	Speicherorganisation.....	50
6.2	Datenstruktur.....	50
6.3	Speichern von Prüfergebnissen .....	52
6.4	Abrufen von Prüfergebnissen .....	53
6.5	Löschen der gespeicherten Daten.....	54
6.5.1	Löschen des gesamten Speicherinhalts .....	54
6.5.2	Löschen von Messergebnissen an ausgewählten Speicherplätzen .....	54
6.5.3	Einzelne Messungen löschen .....	55
6.5.4	Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente (Upload vom PC) .....	56
6.5.5	Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente mit Barcode-/ RFID-Lesegerät ...	56
6.6	Communication (Kommunikation) .....	57
<b>7</b>	<b>Aktualisieren des Messgeräts .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Wartung.....</b>	<b>59</b>
8.1	Ersetzen der Sicherungen .....	59
8.2	Reinigung .....	59
8.3	Periodische Kalibrierung.....	59
8.4	Service .....	59
<b>9</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>60</b>
9.1	Isolationswiderstand (von PV-Systemen) RISO - und RISO + .....	60
9.2	Durchgang.....	61
9.2.1	Widerstand $R_{LOW}$ .....	61
9.2.2	Widerstand <i>CONTINUITY</i> .....	61
9.3	PV-Prüfungen.....	61
9.3.1	Genauigkeit der STC-Daten .....	61
9.3.2	Modul, Wechselrichter .....	61
9.3.3	I-V-Kennlinie.....	62
9.3.4	$U_{oc}$ - $I_{sc}$ .....	63
9.3.5	Umgebungsparameter.....	63
9.4	Allgemeine Daten .....	64
<b>Anhang B – Zubehörteile für Spezialmessungen .....</b>		<b>65</b>
<b>Anhang E – PV-Messungen - Berechnungswerte .....</b>		<b>66</b>

# 1 Vorwort

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb des Messgeräts EurotestPV Lite mit Zubehörteilen von METREL. Das Messgerät wurde auf Grundlage der langjährigen Erfahrungen entwickelt, die wir auf dem Gebiet der Messgeräte für elektrische Anlagen sammeln konnten.

Das Messgerät EurotestPV Lite ist ein professionelles, multifunktionales Handgerät zum Durchführen aller Messungen an Photovoltaik-Systemen.

Messungen und Prüfungen für PV-Systeme (für AC- und DC-Bauteile):

- Durchgangsprüfungen,
- Isolationswiderstand von PV-Systemen,
- Spannung, Strom und Leistung an PV-Systemen (Wechselrichter und PV-Module),
- Berechnungen der Wirkungsgrade und STC-Werte an PV-Systemen,
- Uoc-/Isc-Messungen,
- Umgebungsparameter (Temperatur und Einstrahlung),
- I-V-Kennlinienprüfung,
- Automatischer Prüfablauf gemäß IEC/ EN 62446.

Das grafische Display mit Hintergrundbeleuchtung ermöglicht ein einfaches Ablesen der Ergebnisse, Anzeigen, Messparameter und Meldungen. Zwei Pass/Fail-LED-Anzeigen befinden sich seitlich des LCD-Displays.

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

Das Messgerät wird mit allen Zubehörteilen geliefert, die für ein bequemes Durchführen der Messungen erforderlich sind.

## 2 Hinweise zur Sicherheit und zum Betrieb

### 2.1 Warnungen und Hinweise

Um ein Höchstmaß an Bediener-sicherheit der Anlage während der Prüfungen und Messungen zu garantieren, empfiehlt Metrel das Messgerät EurotestPV Lite nur in gutem und unbeschädigtem Zustand zu verwenden. Bei der Verwendung des Geräts sind die folgenden allgemeinen Warnhinweise zu beachten:



#### Allgemeine Warnhinweise:

- Das Symbol  am Messgerät bedeutet: »Lesen Sie die Bedienungsanleitung aufmerksam durch, um eine sichere Bedienung zu garantieren«. Das Symbol erfordert eine Handlung!
- Wird das Testgerät nicht wie in diesem Handbuch beschrieben eingesetzt, so kann die durch das Arbeitsgerät gewährte Sicherheit eingeschränkt sein!
- Lesen Sie dieses Benutzerhandbuch aufmerksam durch, da die Benutzung des Geräts anderenfalls Gefahren für Bediener, Messgerät oder Prüfanlagen darstellen könnte!
- Das Messgerät bzw. das zugehörige Zubehör niemals verwenden, wenn es eine sichtbare Beschädigung aufweist!
- Beachten Sie alle allgemeinen Sicherheitsvorschriften, um das Risiko eines elektrischen Schlages beim Umgang mit lebensgefährlichen Spannungen zu vermeiden!
- Wenn die Sicherung auslöst, müssen die Anweisungen dieser Anleitung befolgt werden, um sie zu ersetzen! Verwenden Sie ausschließlich Sicherungen, die den Spezifikationen entsprechen!
- Verwenden Sie das Messgerät nicht in AC-Versorgungssystemen mit Nennspannungen von über 550 V AC.
- Verwenden Sie das Messgerät nicht in PV-Systemen mit Spannungen über 1000 V DC und/oder Stromstärken über 15 A DC! Das Messgerät kann sonst beschädigt werden.
- Service-Arbeiten, Reparaturen oder Feineinstellungen des Messgeräts und der Zubehörteile dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal ausgeführt werden!
- Das Messgerät wird mit wiederaufladbaren Ni-MH-Akkus geliefert. Die Akkus müssen wie auf dem Schild am Batteriefachs oder wie in diesem Handbuch angegeben nur durch Akkus desselben Typs ausgetauscht werden. Verwenden Sie keine Standard-Alkali-Batterien, während der Stromversorgungsadapter angeschlossen ist, da diese sonst explodieren können!
- Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Trennen Sie alle Prüflleitungen, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Messgerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs öffnen.

- 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 üblichen Sicherheitsbestimmungen müssen beachtet werden, um einen elektrischen Schlag bei Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- PV-Stromquellen können sehr hohe Stromstärken und Spannungen 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.
- Sollte ein Fehler im Messsystem (z.B. an Drähten, Anlagen, Anschlüssen, Messgeräten, Zubehörteilen...) oder entzündliche Gase, sehr hohe Feuchtigkeit oder starker Staub vorliegen, kann ein Lichtbogen auftreten, der sich nicht selbst löschen kann. Lichtbögen können zu Bränden und erheblichen Schäden führen. Die Benutzer müssen für diesen Fall ausreichend geschult sein, um das PV-System sicher vom Netz zu trennen.
- Nur geeignetes Messzubehör zum Prüfen von PV-Anlagen verwenden. Die Zubehörteile für PV-Messungen von Metrel haben gelbe Markierungen an den Steckern.
- Die PV-Sicherheitssonde A 1384 bietet zusätzliche Sicherheit für Arbeiten an PV-Anlagen. Sie verfügt über eine eingebaute Schutzschaltung, durch die das Messgerät im Falle eines Fehlers am Messgerät sicher von der PV-Anlage getrennt wird (weitere Informationen siehe Kapitel 4.4.8 Zubehör).
- Die PV-Prüfleitung A1385 verfügt über integrierte Sicherungen, die das Messgerät sicher von der PV-Anlage trennen, sollte im Messgerät eine Störung vorliegen.
- Wenn an einem Messeingang eine Spannung von über 1000 V DC erfasst wird, werden alle weiteren Messungen ausgesetzt und die Warnmeldung  wird angezeigt.



**Warnhinweise zur Sicherheit bei Messungen:**

#### Isolationswiderstand von PV-Systemen

- Berühren Sie den Prüfling keinesfalls während der Messung, bevor er nicht vollständig entladen ist! Gefahr vor elektrischen Schlägen!
- Wenn an kapazitiven Betriebsmitteln eine Isolationswiderstandsmessung durchgeführt wird, kann die Entladung unter Umständen nicht sofort erfolgen! Die Warnmeldung  und die aktuelle Spannung werden während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 10 V fällt.

#### Durchgangsmessung

- Durchgangsmessungen dürfen nur an unbestromten Betriebsmitteln durchgeführt werden!

## Hinweise zu den Messungen:

### Allgemeines

- Die PASS / FAIL-Anzeige wird aktiviert, wenn die Grenzwerte eingestellt wurden. Zur Bewertung der Messergebnisse sind geeignete Grenzwerte zu wählen.
- Die PV-Sicherheitssonde A 1384 bietet zusätzliche Sicherheit und kann optional für MODUL-, UOC/ISC-, I/V, RISO und WECHSELRICHTER-Messungen (AC, DC) verwendet werden.
- Für die AC/DC-Wechselrichterprüfung muss die Prüfleitung A 1385 mit Sicherung verwendet werden.
- Für Durchgangsprüfungen sind die PV-Durchgangs-Prüfleitungen zu verwenden.

### Isolationswiderstand von PV-Systemen

- Das Messgerät entlädt Prüflinge automatisch nach Abschluss der Messung.
- Durch Doppelklick auf die Taste TEST wird eine Durchgangsmessung durchgeführt.
- Die Isolationsmessung wird entsprechend der Prüfmethode gemäß IEC / EN 62446 (Prüfung zwischen Modul / String / negative Elektrode und Erdung mit anschließender Prüfung zwischen Modul / String / positiver Elektrode und Erdung) durchgeführt.

### Durchgangsmessung

- Wenn eine Spannung von über 10 V (AC oder DC) zwischen den Prüfanschlüssen erfasst wird, kann die Durchgangsmessung nicht durchgeführt werden.
- Bevor eine Durchgangsmessung durchgeführt wird, ist wo notwendig der Prüfleitungswiderstand zu kompensieren.
- Parallelschleifen können das Prüfergebnis beeinflussen.

### Modul, Wechselrichter, Uoc/Isc, I-V

- 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 Uoc/Isc, Einstrahlung, 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.

### Auto

- Es sind alle Hinweise für Einzelprüfungen zu berücksichtigen.
- Die automatische Prüfung kann mit der PV-Sicherheitssonde A 1384 nicht durchgeführt werden.
- Die Ergebnisse des Isolationswiderstands können im Vergleich zu Messungen im Einzelprüfungsmodus aufgrund des Dreileiter-Anschlusses und des inneren Widerstands im Messgerät leicht abweichen.

## 2.2 Akkus und Ladegerät

Das Gerät wird mit sechs Alkali-Batterien (Typ AA) oder wiederaufladbaren Ni MH-Akkus betrieben. Die angegebene Betriebszeit bezieht sich auf Akkus mit einer Nennleistung von 2100 mAh. Der Ladezustand der Batterien wird permanent im unteren rechten Teil angezeigt. Wenn die Batterie-/Akkuladung zu schwach wird, zeigt das Gerät dies an, wie in Abb. 2.1 dargestellt. Die Anzeige erscheint einige Sekunden lang, danach schaltet sich das Gerät ab.

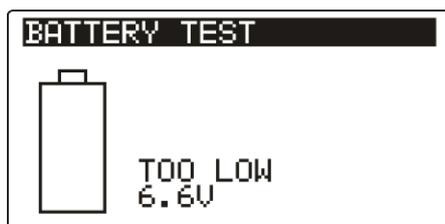


Abb. 2.1: Anzeige „Batterie/Akku leer“

Die Akkus werden immer geladen, wenn das Netzteil am Gerät angeschlossen ist. Die Polarität der Netzteilbuchse ist in Bild 2.2 gezeigt. Eine interne Schaltung steuert den Ladevorgang und sorgt für eine maximale Lebensdauer der Akkus.



Abb. 2.2: Polarität der Netzteilbuchse

Symbole:



Abb. 2.3: Anzeige des Ladevorgangs



### Allgemeine Warnhinweise:

- ❑ Wenn das Gerät an eine Anlage angeschlossen ist, kann im Batteriefach eine lebensgefährliche Spannung anliegen! Beim Austauschen der Akkus bzw. bevor die Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs geöffnet wird, sind alle Messzubehöerteile vom Messgerät zu trennen und das Messgerät auszuschalten.
- ❑ Es ist sicherzustellen, dass die Akkus korrekt eingesetzt werden, da das Messgerät sonst nicht betrieben werden kann und sich die Akkus entladen.
- ❑ Keinesfalls Alkali-Batterien aufladen!
- ❑ Verwenden Sie ausschließlich Stromversorgungsadapter vom Hersteller oder Vertriebspartner der Prüfanlage!

**Hinweise:**

- Das Ladegerät im Messgerät ist ein Blockladegerät. Das bedeutet, die Akkus werden beim Laden in Reihe geschaltet. Die Akkus müssen daher äquivalent sein (gleiche Ladung, gleicher Zustand, gleicher Typ und gleiches Alter).
- Falls das Messgerät über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird, sind alle Akkus aus dem Batteriefach zu entnehmen.
- Es dürfen nur Alkali-Batterien bzw. wiederaufladbare Ni-MH-Batterien der Größe AA verwendet werden. Metrel empfiehlt die Verwendung von Akkus mit einer Leistung von mindestens 2100 mAh.
- Während des Ladevorgangs von Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wurden (länger als 6 Monate), können unvorhergesehene chemische Vorgänge auftreten. Metrel empfiehlt für diesen Fall einen zwei- bis vierfachen Lade-/Entladezyklus.
- Falls nach mehrmaligem Laden/Entladen keine Verbesserung aufgetreten ist, sollte jeder Akku einzeln geprüft werden (Vergleich der Akkuspannungen, Prüfung in einem Ladegerät etc.). Höchstwahrscheinlich haben nur einige der Akkus an Leistung eingebüßt. Wenn ein Akku sich von den anderen unterscheidet, kann dies zu fehlerhafter Funktion des gesamten Akkublocks führen!
- Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Reduktion der Batteriekapazität über die Zeit verwechselt werden. Jede wiederaufladbare Batterie verliert durch wiederholte Lade-/Entladezyklen an Batteriekapazität. Diese Informationen werden in den Technischen Daten des Batterieherstellers bereitgestellt.

## 2.3 Verwendete Normen

Die EurotestPV Lite-Messgeräte werden unter Beachtung folgender Bestimmungen hergestellt und geprüft:

---

### *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*

EN 61326 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte  
– EMV-Anforderungen  
Klasse B (Handgeräte in kontrollierten EM-Umgebungen)

---

### *Sicherheit (LVD)*

EN 61010-1 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Bestimmungen

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 elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 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 Prüfungen und Messungen

---

### *Funktionalität*

EN 61557 Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis 1000 V<sub>AC</sub> und 1500 V<sub>DC</sub> – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen

- Teil 1 Allgemeine Anforderungen
- Teil 2 Isolationswiderstand
- Teil 4 Widerstand von Erdungsleitern, Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern
- Teil 10 Kombinierte Messgeräte

---

### *Referenznorm für Photovoltaik-Systeme*

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

---

### Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

- Der Text dieses Handbuchs enthält Referenzen zu europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den jeweiligen IEC-Normen mit derselben Nummer (z. B. IEC 61010); sie unterscheiden sich lediglich in den aufgrund der europäischen Harmonisierungsverfahren modifizierten Teilen.

## 3 Beschreibung des Geräts

### 3.1 Bedienoberfläche



Abbildung 3.1: Bedienoberfläche

Legende:

1	LCD	Matrix-Display mit 128 x 64 Bildpunkten und Hintergrundbeleuchtung
2	▲	Ausgewählten Parameter ändern.
3	▼	
4	TEST	Beginnt Messungen.
5	ESC	Geht eine Ebene zurück.
6	TAB	Wählt Parameter in der ausgewählten Funktion aus.
7	Hintergrundbeleuchtung, Kontrast	Ändert Hintergrundbeleuchtung und Kontrast.
8	ON/OFF	Gerät ein- oder ausschalten. <i>Das Messgerät schaltet sich nach 15 Minuten automatisch ab, wenn keine Taste gedrückt wurde</i>
9	HELP/CAL	Öffnet Hilfemenüs. Zur Kalibrierung der Prüflösungen in Durchgangsmessfunktionen.
10	Funktionsauswahl - NEXT	Zur Auswahl der Prüffunktion.
11	Funktionsauswahl - BACK	
12	MEM	Speichert / ruft Speicher des Messgeräts ab. Speichert Zangen- und Solareinstellungen.
13	Grüne LED Rote LED	PASS/FAIL-Anzeige für das Messergebnis.

### 3.2 Anschlussplatte

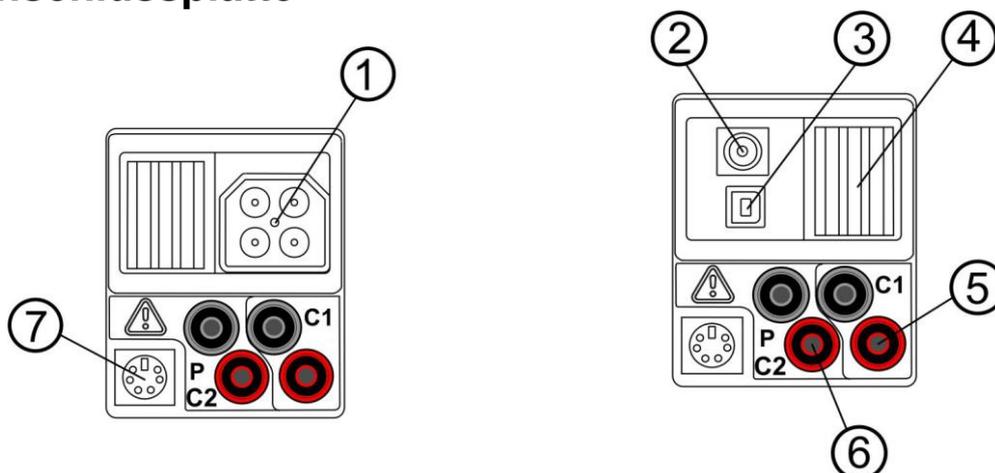


Abbildung 3.2: Anschlussplatte

Legende:

1	Prüfstecker	Messeingänge/-ausgänge
2	Ladebuchse	
3	USB-Anschluss	Kommunikation durch PC-USB-Port (1.1).
4	Schutzabdeckung	
5	C1	Stromzangen-Messeingang Nr. 1
6	P/C2	Stromzangen-Messeingang Nr. 2 Messeingang für externe Sensoren
7	PS/2-Stecker	Kommunikation mit serielltem PC-Anschluss Anschluss an optionale Messadapter Anschluss an Barcode-/RFID-Lesegerät

#### Warnungen!

- ❑ Die höchste zulässige Spannung zwischen allen Prüfklemmen und der Erdung beträgt 550 V AC bzw. 1000 V DC!
- ❑ Die höchste zulässige Spannung zwischen Prüfklemmen am Prüfstecker beträgt 600 V AC bzw. 1000 V DC!
- ❑ Die höchste zulässige Spannung zwischen den Prüfklemmen P/C2, C1 beträgt 3 V!
- ❑ Die maximal kurzzeitig zulässige Spannung des externen Netzteils beträgt 14 V!

### 3.3 Rückseite

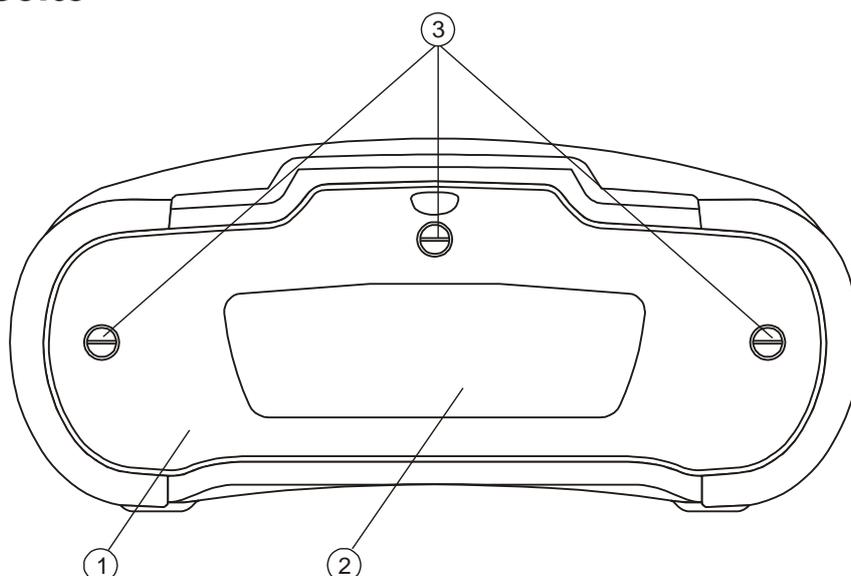


Abbildung 3.3: Rückseite

Legende:

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

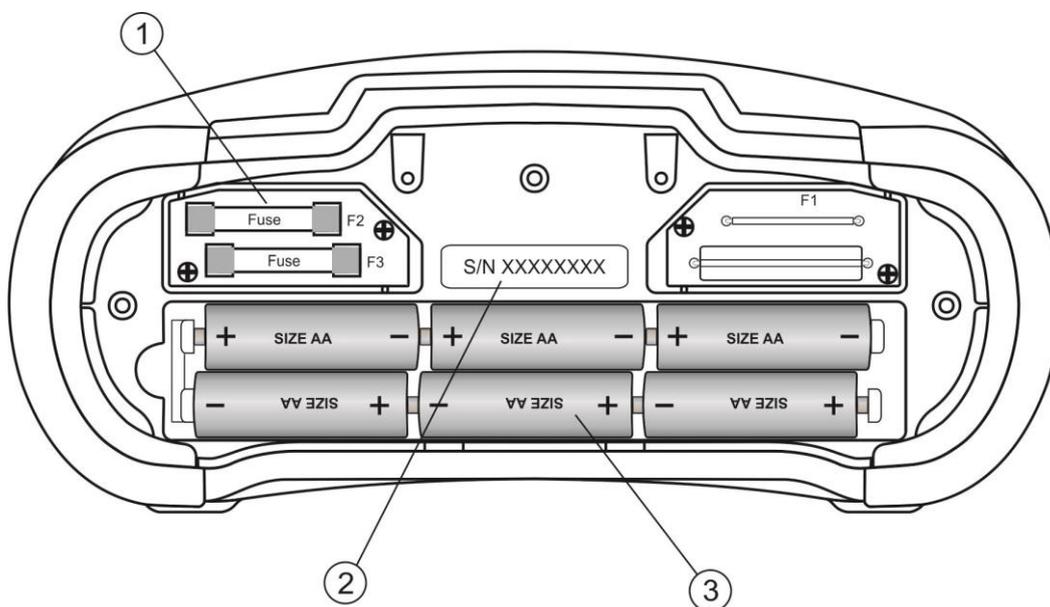


Abbildung 3.4: Akku-/Sicherungsfach

Legende:

- |   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| 1 | Sicherung F2, F3            | FF 315 mA / 1000 V DC<br>(Ausschaltvermögen: 50 kA) |
| 2 | Schild mit der Seriennummer |   |
| 3 | Akkus/Batterien             | Größe AA, Alkali / wiederaufladbar NiMH             |

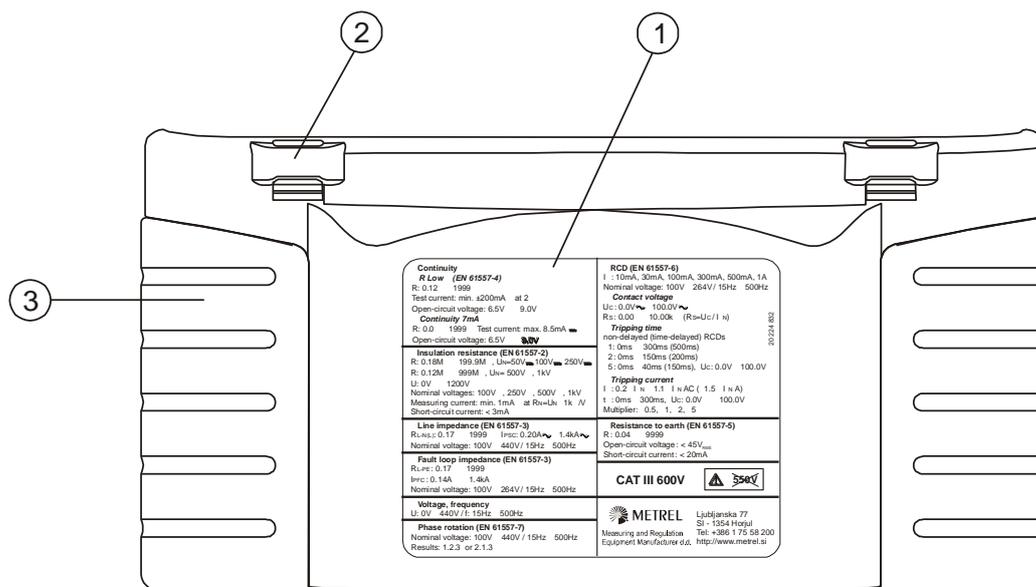


Abbildung 3.5: Ansicht von unten

Legende:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | Infoschild unten     |
| 2 | Tragegurthalterungen |
| 3 | Seitenabdeckungen    |

## 3.4 Lieferumfang und Zubehör

### 3.4.1 Standard-Lieferumfang MI 3109

- Messgerät
- Gepolsterte Tragetasche
- AC/DC-Stromzange
- Universal-PV-Prüfleitung, 3 x 1,5 m
- PV-Durchgangsprüfleitung, 2 x 1,5 m
- Prüfspitze, 3-tlg.
- Krokodilclip, 3-tlg.
- PV MC 4 Adapterstecker
- PV MC 4 Adapterbuchse
- PV MC 3 Adapterstecker
- PV MC 3 Adapterbuchse
- NiMH-Akkus
- Stromversorgungsadapter
- Satz Trageriemen
- RS232-PS/2-Kabel
- USB-Kabel
- CD mit Bedienungsanleitung
- Kurzform der Bedienungsanleitung
- Kalibrierzertifikat

### **3.4.2 Optionale Zubehörteile**

Auf dem Blatt im Anhang befindet sich eine Liste mit optionalen Zubehörteilen, die vom Vertriebspartner bezogen werden können.

## 4 Betrieb des Geräts

### 4.1 Display und Ton

#### 4.1.1 Warnungen

	Für die gewählte Prüfung ist die PV-Sicherheitssonde A 1384 zu verwenden. Im Kapitel 4.4.8 Zubehör sind weitere Informationen zur Verwendung der A 1384 aufgeführt.
	Die Bedingungen an den Messeingängen verhindern die Fortsetzung der Prüfung. Überprüfen Sie die Messbedingungen.
	Die Spannung an den Messeingängen verhindert die Fortsetzung der Prüfung. Überprüfen Sie die Messbedingungen.
	Eine externe DC-Spannung von über 50 V liegt am Messgerät an. Messungen können nicht vorgenommen werden.
	Die gewählte Prüfung kann mit der PV-Sicherheitssonde A 1384 nicht durchgeführt werden.
	Die Prüfleitung A 1385 mit Sicherung ist für diese Prüfung zu verwenden.

#### 4.1.2 Batterieanzeige

Die Batterieanzeige zeigt den Ladezustand des Akkus und den Anschluss zum externen Ladegerät an.

	Batteriekapazitätsanzeige.
	Ladezustand gering. Der Akkuladezustand ist zu gering, um korrekte Messergebnisse zu garantieren. Ersetzen Sie die Batterien oder laden Sie die Akkus auf.
	Wird geladen (bei angeschlossenem Stromversorgungsadapter).

#### 4.1.3 Meldungen

Im Meldungsfeld werden Warnungen und Meldungen angezeigt.

	Die Messung läuft; beachten Sie angezeigte Warnungen.
	Das Messgerät ist überhitzt. Messungen werden so lange ausgesetzt, bis die Temperatur unter den zulässigen Grenzwert gesunken ist.
	Ergebnisse können gespeichert werden.
	<b>Warnung!</b> An den Prüfanschlüssen liegt eine hohe Spannung an.
	Der Widerstand der Prüfleitungen für die Durchgangsmessung wurde nicht kompensiert.
	Der Widerstand der Prüfleitungen für die Durchgangsmessung wurde kompensiert.



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.



Es wurde externe Gleichspannung erfasst. Messungen können dann nicht vorgenommen werden.



Die Sicherung ist defekt.

#### 4.1.4 Messergebnisse



Messergebnis innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (PASS).



Messergebnis außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (FAIL).

#### 4.1.5 Warntöne

Durchgehender Ton **Warnung!** Gefährliche Spannung am PE-Anschluss festgestellt.

#### 4.1.6 Hilfebildschirme

**HELP**

Hilfe-Bildschirm öffnen.

Für alle Funktionen sind Hilfemenüs verfügbar. Das Hilfemenü umfasst schematische Abbildungen zur Illustration des korrekten Anschlusses des Messgeräts an elektrische Anlagen oder PV-Systeme. Nach Auswahl der gewünschten Messfunktion kann über die HELP-Taste das entsprechende Hilfemenü aufgerufen werden.

Tasten im Hilfemenü:

▲ / ▼	Wählt den nächsten / vorherigen Hilfebildschirm.
<b>ESC/ HELP /Funktionsauswahl</b>	Hilfemenü verlassen.

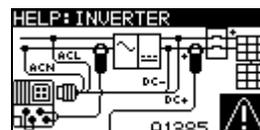
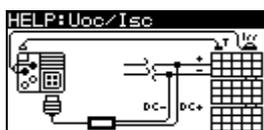


Abb. 4.1: Beispiele für Hilfebildschirme

#### 4.1.7 Hintergrundbeleuchtung und Kontrast einstellen

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

**Klicken**

Stufen der Hintergrundbeleuchtung umschalten.

**1 s** lang gedrückt halten

Arretiert die hohe Helligkeitsstufe der Hintergrundbeleuchtung, bis das Gerät ausgeschaltet oder die Taste erneut gedrückt wird.

**2 s** lang gedrückt halten

Es wird eine Balkenanzeige zur Einstellung des LCD-Kontrasts angezeigt.



Abb. 4.2: Menü zur Kontrasteinstellung

Tasten zur Kontrasteinstellung:

▲	Kontrast erhöhen.
▼	Kontrast verringern.
TEST	Neuen Kontrast übernehmen.
ESC	Funktion ohne Änderungen beenden.

## 4.2 Funktionsauswahl

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

Tasten:

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

Tasten im Feld **Prüfparameter**:

▲ / ▼	Ändert den ausgewählten Parameter.
<b>TAB</b>	Wählt den nächsten Messparameter.
<b>Funktionsauswahl</b>	Schaltet zwischen den Hauptfunktionen um.
<b>MEM</b>	Speichert Messergebnisse/ruft Messergebnisse auf.

Allgemeine Regel zur Aktivierung von **Parametern** zur Bewertung von Mess-/Prüfergebnissen:

Parameter	<b>OFF</b>	Keine Grenzwerte, Anzeige: _ _ _.
	<b>ON</b>	<b>Wert(e)</b> – Ergebnisse werden entsprechend des eingestellten Grenzwerts als PASS oder FAIL gekennzeichnet.

Im *Kapitel 5* sind weitere Informationen zum Betrieb der Prüffunktionen des Messgeräts aufgeführt.

## 4.3 Hauptmenü des Messgeräts

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

- **<SINGLE TEST>** Einzelprüfungen
- **<AUTOTEST>** Prüfung gemäß IEC/ EN 62446
- **<SETTINGS>** Einstellungen des Messgeräts

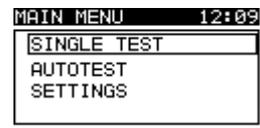


Abbildung 4.3: Hauptmenü

Tasten:

▲ / ▼	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ruft ausgewählte Option auf.

## 4.4 Einstellungen

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

Folgende Optionen sind vorhanden:

- Aufrufen und Löschen der gespeicherten Ergebnisse
- Sprachauswahl
- Einstellung von Datum und Uhrzeit
- Rücksetzung des Messgeräts auf Ausgangswerte
- Einstellungen für die Stromzangen
- Menü zur Synchronisierung mit der PV-Remote-Einheit
- Einstellungen für PV-Messungen
- Einstellung der Zubehörteile



Abbildung 4.4: Menü Einstellungen

Tasten:

▲ / ▼	Wählt die entsprechende Option aus.
TEST	Ruft ausgewählte Option auf.
ESC / Funktionsauswahl	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

### 4.4.1 Speicher

In diesem Menü können gespeicherte Daten aufgerufen oder gelöscht werden. Im Kapitel 8 *Datenmanagement* sind weitere Informationen aufgeführt.

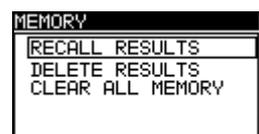


Abbildung 4.5: Speicheroptionen

Tasten:

▲ / ▼	Wählt Option aus.
TEST	Ruft ausgewählte Option auf.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionsauswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.2 Sprachen

In diesem Menü kann die Sprache eingestellt werden.



Abb. 4.6: Sprachauswahl

Tasten:

▲ / ▼	Sprache auswählen.
TEST	Bestätigt die ausgewählte Sprache und kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionsauswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### 4.4.3 Datum und Uhrzeit

In diesem Menü können Datum und Uhrzeit eingestellt werden.

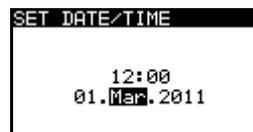


Abbildung 4.7: Einstellung von Datum und Uhrzeit

Tasten:

TAB	Wählt das zu ändernde Feld.
▲ / ▼	Ändert den ausgewählten Parameter.
TEST	Bestätigt das neue Datum und die neue Uhrzeit und schließt das Menü.
ESC	Kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionsauswahl	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Warnung:

- Wenn die Batterien länger als 1 Minute entfernt werden, gehen die Einstellungen für Datum und Uhrzeit verloren.

#### 4.4.4 Werkseinstellungen

In diesem Menü können die Einstellungen des Messgeräts, die Messparameter und die Grenzwerte auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden.

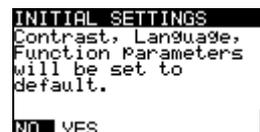


Abbildung 4.8: Dialogfenster Werkseinstellungen

Tasten:

▲ / ▼	Wählt Option [YES, NO].
TEST	Stellt Standardeinstellungen wieder her (bei Auswahl YES).
ESC	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
Funktionsauswahl	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

### Warnung:

- Wenn diese Option verwendet wird, gehen alle vorgenommenen Einstellungen verloren!
- Wenn die Batterien länger als 1 Minute entfernt werden, gehen alle vorgenommenen Einstellungen verloren.

Die Standardeinstellungen sind unten aufgeführt:

Einstellungen des Messgeräts	Standardwert
Sprache	Deutsch
Kontrast	Wie bei der Anpassung definiert und gespeichert
Einstellungen der Stromzangen	
ZANGE 1	A 1391, 40A
ZANGE 2	A 1391, 40A
Zubehör	Prüfkabel
Solareinstellungen	Siehe Kapitel 4.4.10 Solareinstellungen

Funktion Unterfunktion	Parameter / Grenzwert
ISO RISO+, RISO-	Ohne Grenzwert Utest = 500 V
ENV.	Gemessen
I/V	Gemessen
WECHSELRICHTER	AC/DC
AUTO	Ohne Grenzwert Utest = 500 V

### Hinweis:

- Die Werkseinstellungen (Zurücksetzen) können auch durch Drücken der TAB-Taste während des Einschaltens aufgerufen werden.

## 4.4.5 Einstellungen der Stromzangen

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



Abbildung 4.9: Konfigurierung der Stromzangen-Messeingänge

Einstellparameter:

<b>Modell</b>	Modell der Stromzange [A 1018, A 1019, A 1391].
<b>Bereich</b>	Messbereich der Stromzange [20 A, 200 A], [40 A, 300 A].

### Auswahl der Messparameter

Tasten

<b>▲ / ▼</b>	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ermöglicht Änderung der ausgewählten Parameter.
<b>MEM</b>	Speichert Einstellungen.
<b>ESC</b>	Keht zum Menü Einstellungen der Stromzangen zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

### Änderung der ausgewählten Parameter

Tasten

<b>▲ / ▼</b>	Stellt Parameter ein.
<b>TEST</b>	Bestätigt eingestellte Daten.
<b>ESC</b>	Deaktiviert Änderung der ausgewählten Parameter.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### Hinweis:

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

## 4.4.6 Synchronisierung (A 1378 - PV-Remote-Einheit)

Der Hauptzweck der Synchronisierung besteht darin, korrekte Werte der Temperatur und der Einstrahlung 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.

Durch Synchronisierung (der Zeitmarken) können später gemessene PV-Werte mit den Umgebungsdaten, die gleichzeitig mit der PV-Remote-Einheit A 1378 ermittelt wurden, aktualisiert werden. Die gespeicherten STC-Werte werden entsprechend korrigiert.

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

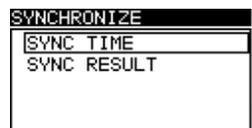


Abbildung 4.10: Menü Synchronisieren

Zu synchronisierende Daten:

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

Tasten:

▲ / ▼	Wählt die zu synchronisierenden Daten aus.
<b>TEST</b>	Synchronisiert Daten. Die Anweisungen auf der LCD befolgen. Wenn die Synchronisierung erfolgreich abgeschlossen wurde, werden die Meldungen <b>"connecting..."</b> und <b>"synchronizing..."</b> angezeigt.
<b>ESC</b>	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht zum Hauptmenü zurück.

### Anschluss zur Synchronisierung

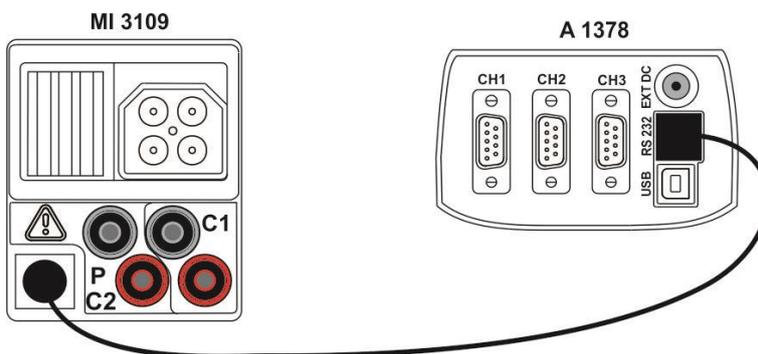


Abbildung 4.11: Anschluss der Messgeräte während der Synchronisierung

### Hinweis:

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

### 4.4.7 Solareinstellungen

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

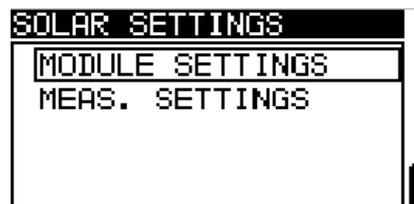


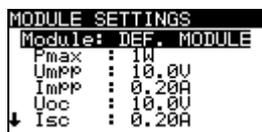
Abbildung 4.12: Solareinstellungen

Tasten:

▲ / ▼	Wählt Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft Menü zur Änderung des Parameters auf.
<b>ESC</b>	Keht zum Menü Einstellungen zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht 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.



MODULE SETTINGS	
Module:	DEF. MODULE
Pmax:	1W
Umpp:	10.0V
Impp:	0.20A
Uoc:	10.0V
Isc:	0.20A

Abbildung 4.13: Menü PV-Modul-Einstellungen

Parameter des PV-Moduls:

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

### Auswahl des PV-Modultyps und der Parameter

Tasten:

▲ / ▼	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ruft Menü zur Änderung des Typs oder Parameters auf.
<b>ESC, Funktionswahl</b>	Verlässt Menü.
<b>MEM</b>	Ruft Speichermenü für PV-Modultyp auf.

### Ändert den PV-Modultyp/-parameter

Tasten:

▲ / ▼	Stellt den Wert / Parameter / PV-Modultyp ein.
<b>TEST</b>	Bestätigt eingestellte Werte / Daten.
<b>ESC, Funktionswahl</b>	Verlässt Menü.

### Speichermenü PV-Modultyp

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

Tasten:

▲ / ▼	Wählt Option aus.
TEST	Ruft ausgewähltes Menü auf.
Funktionsauswahl	Keht zum Hauptfunktionsmenü zurück.

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



Abbildung 4.14: Einstellung des PV-Modultyps

Tasten:

▲ / ▼	Wählt ein Zeichen aus.
TEST	Wählt das nächste Zeichen aus.
MEM	Bestätigt den Name und speichert ihn ab. Kehrt dann in das <b>Menü Moduleinstellungen</b> 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 4.15: Löschoptionen

Tasten:

TEST	Bestätigt das Löschen. Zum Löschen müssen alle Optionen mit ja (YES) beantwortet werden.
ESC	Keht ohne Änderungen zurück zum PV-Modulspeicher.
Funktionsauswahl	Keht ohne Änderungen zum Funktionsmenü zurück.

## Einstellungen PV-Messungen

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

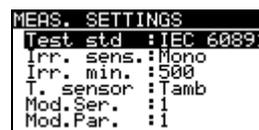


Abbildung 4.16: Auswahl der PV-Messungs-Einstellungen

Parameter für die PV-Messungen:

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

### Auswahl der PV-Prüfparameter

Tasten:

▲ / ▼	Wählt die entsprechende Option aus.
<b>TEST</b>	Ermöglicht Änderung der ausgewählten Parameter.
<b>MEM</b>	Speichert Einstellungen.
<b>ESC / Funktionswahl</b>	Verlässt Menü.

### Änderung der ausgewählten Parameter

Tasten:

▲ / ▼	Stellt Parameter ein.
<b>TEST</b>	Bestätigt eingestellte Daten.
<b>ESC / Funktionswahl</b>	Verlässt Menü.

### 4.4.8 Zubehör

Im Menü Zubehör können Optionen für erforderliche Zubehörteile eingestellt werden.

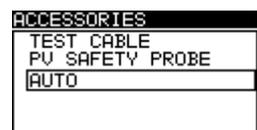


Abbildung 4.17: Menü Zubehör

Folgende Optionen sind vorhanden:

<b>TEST CABLE</b>	Die Messungen müssen mit der Universal-PV-Prüfleitung durchgeführt werden. Wenn die PV-Sicherheitssonde an das Messgerät angeschlossen wird, werden falsche Messergebnisse ausgegeben.
<b>PV SAFETY PROBE</b>	Die Messungen können nur mit der PV-Sicherheitssonde durchgeführt werden.
<b>AUTO</b>	Die Messungen können nur mit der Universal-PV-Prüfleitung oder der PV-Sicherheitssonde durchgeführt werden. Wenn die PV-Sicherheitssonde erfasst wird, hat sie Priorität.

Tasten:

▲ / ▼	Wählt Option aus.
<b>TEST</b>	Bestätigt die ausgewählte Option und kehrt zum Menü Einstellungen zurück.
<b>ESC</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Menü Einstellungen zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

#### Hinweis

- Die PV-Sicherheitssonde A 1384 bietet zusätzliche Sicherheit und kann optional für MODUL-, UOC/ISC-, I/V, RISO und WECHSELRICHTER-Messungen (AC, DC) verwendet werden. Sie ist nicht für die Prüfungen RLOW, CONTINUITY (Durchgang) und AUTO geeignet.

# 5 Messungen

## 5.1 Isolationswiderstand

Die Isolationswiderstandsmessung wird durchgeführt, um die Sicherheit vor elektrischen Schlägen durch die Isolierung zwischen stromführenden Teilen an den PV-Anlagen und der Erdung zu garantieren.

Diese Messung wird entsprechend der Prüfmethode gemäß IEC / EN 62446 (Prüfung zwischen Modul / String / negative Elektrode und Erdung mit anschließender Prüfung zwischen Modul / String / positiver Elektrode und Erdung) durchgeführt.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion. Die Eingangsspannung wird angezeigt.

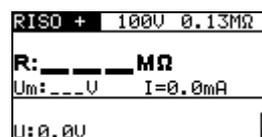


Abbildung 5.1: Isolationswiderstand

### Prüfparameter für die Isolationswiderstandsmessung

TEST	<b>RISO - , RISO +</b>
Uiso	<b>Prüfspannung</b> [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	<b>Mindestwert für den Isolationswiderstand</b> [OFF, 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

### Anschluss zur Durchführung der Isolationswiderstandsmessung

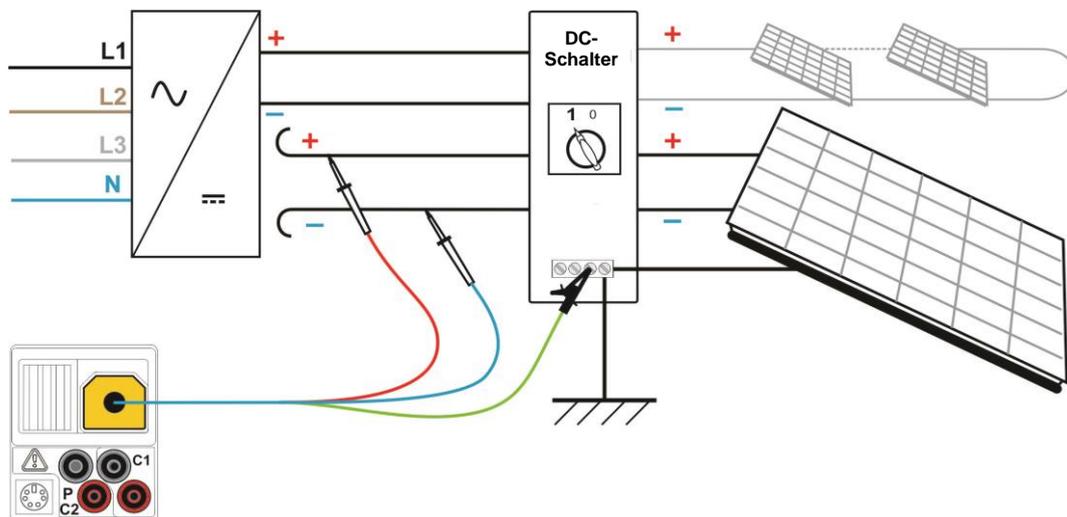


Abbildung 5.2: Anschluss zur Durchführung der Isolationsmessung mit Universal-PV-Prüfleitung

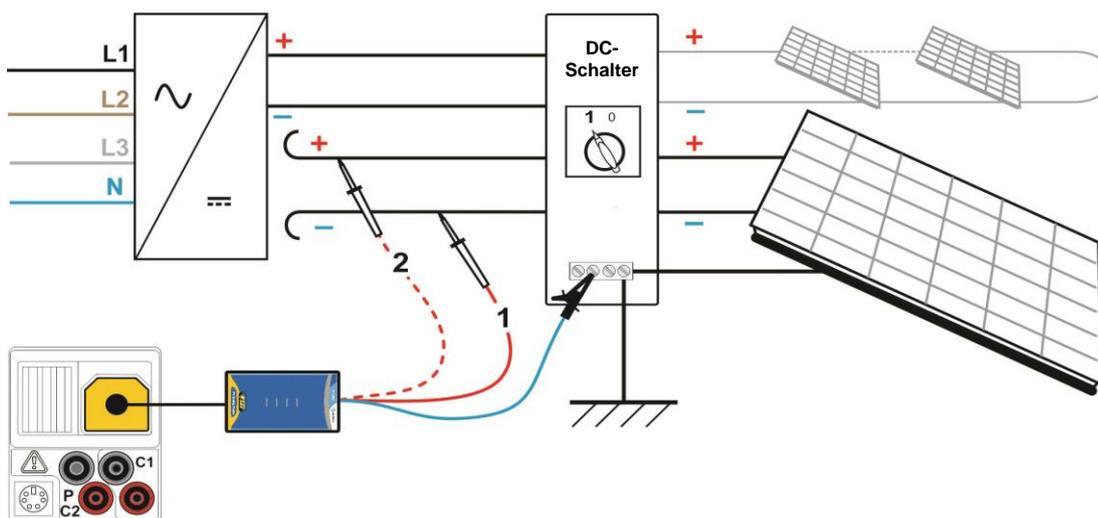


Abbildung 5.3: Anschluss zur Durchführung der Isolationsmessung mit PV-Sicherheitssonde

### Vorgang bei der Isolationswiderstandsmessung

- Wählen Sie die Unterfunktion **RISO** mithilfe der Funktionswahl-tasten und  $\blacktriangle/\blacktriangledown$ -Tasten.
- Stellen Sie die erforderliche **Prüfspannung** ein.
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung oder die PV-Sicherheitssonde (A 1384) an das Messgerät (siehe Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3) an.
- **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung oder die PV-Sicherheitssonde (A 1384) an das PV-System (siehe Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3 Schritt 1) an.
- 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).
- Wählen Sie die Unterfunktion **RISO +** mithilfe der Tasten  $\blacktriangle/\blacktriangledown$ .
- **Schließen Sie** die DC+-Leitung an die PV-Sicherheitssonde A 1384 an (siehe Abbildung 5.3, - Schritt 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 5.4: Beispiele für Ergebnisse der Isolationswiderstandsmessung

**Anzeigeergebnisse:**

R.....Isolationswiderstand  
Um.....Ausgangsspannung

U:..... vorhandene Spannung an Prüfeingängen

## 5.2 Widerstand des Erdungsanschlusses und Potentialausgleichs

Die Widerstandsmessung wird durchgeführt, um die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag an Erdungsverbindungen und Potentialausgleich zu prüfen. Zwei Unterfunktionen sind verfügbar:

- R LOWΩ - Schutzleitermessung gemäß EN 61557-4 (200 mA),
- CONTINUITY - Durchgangsmessung des Widerstands bei 7 mA.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

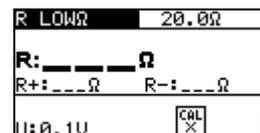


Abbildung 5.5: 200 mA RLOW Ω

### Prüfparameter für die Widerstandsmessung

TEST	Unterfunktion Widerstandsmessung [R LOWΩ, CONTINUITY]
Grenzwert	<b>Maximaler Widerstand</b> [OFF, 0,1 Ω ÷ 20,0 Ω]

### Zusätzliche Prüfparameter für Unterfunktion Durchgangsprüfung

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

#### 5.2.1 R LOWΩ, 200 mA Widerstandsmessung

Die Widerstandsmessung wird mit automatischer Polaritätsumkehrung der Prüfspannung durchgeführt.

#### Anschluss für die Messung R LOWΩ

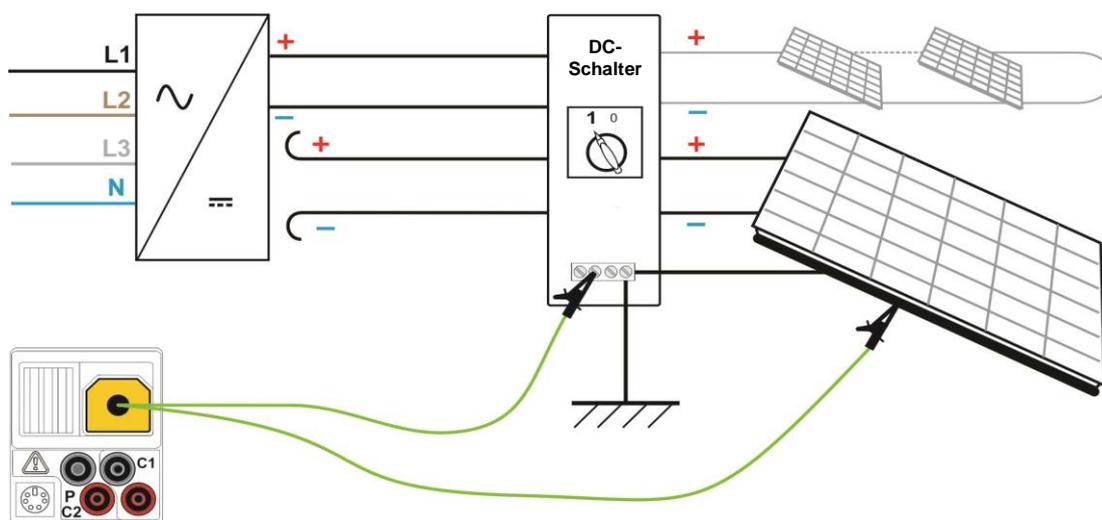


Abbildung 5.6: Anschluss für die RLOW Ω-Prüfung

## R LOW $\Omega$ -Messvorgang

- Wählen Sie die Durchgangsfunktion mithilfe der Funktionswahltafeln.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **R LOW $\Omega$**  mithilfe der Tasten  $\blacktriangle$  /  $\blacktriangledown$ .
- Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- **Schließen Sie die** PV-Durchgangs-Prüfleitung an das Messgerät an.
- **Kompensieren Sie** den Prüfleitungswiderstand (wenn nötig, siehe *Abschnitt 5.2.3*).
- **Schließen Sie** die Prüfleitungen an die entsprechenden PE-Anschlüsse (siehe Abbildung 5.6).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- Nach Abschluss der Messungen, können Sie die Ergebnisse durch Drücken der Taste **MEM speichern** (optional).



Abbildung 5.7: Beispiel eines Ergebnisses einer RLOW  $\Omega$ -Messung

Angezeigtes Ergebnis:

R.....R LOW $\Omega$ -Widerstand

R+.....Ergebnis bei positiver Polarität

R-.....Ergebnis bei negativer Prüfpolarität

U:..... vorhandene Spannung an Prüfeingängen

### 5.2.2 Messung des Durchgangswiderstands bei geringem Strom

Diese Funktion dient im Allgemeinen als standardmäßiger  $\Omega$ -Messgerät für geringen Prüfstrom. Die Messung wird fortwährend ohne Polaritätsumkehrung ausgeführt. Die Funktion kann ebenso für Durchgangsprüfungen von induktiven Komponenten verwendet werden.

#### Anschluss zur Durchführung der Messung des Durchgangs

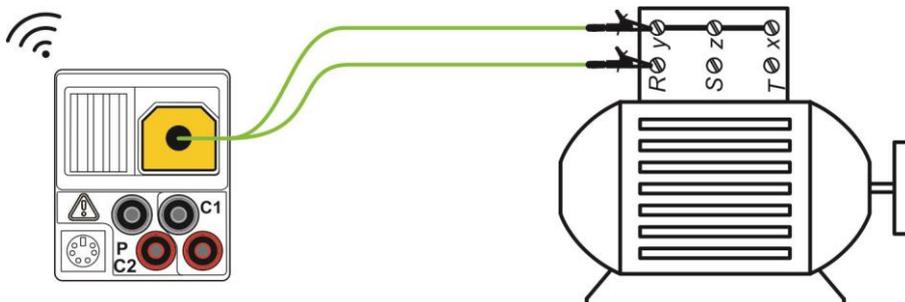


Abbildung 5.8: Beispiel einer Durchgangsprüfung

### Vorgang bei der Messung des Durchgangs

- ❑ Wählen Sie die Durchgangsfunktion mithilfe der Funktionswahltaasten.
- ❑ Stellen Sie die Unterfunktion auf **CONTINUITY** mithilfe der Tasten  $\blacktriangle$  /  $\blacktriangledown$  ein.
- ❑ Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- ❑ **Schließen Sie die** PV-Durchgangs-Prüfleitung an das Messgerät an.
- ❑ **Kompensieren Sie** den Prüfleitungswiderstand (wenn nötig, siehe *Abschnitt 5.2.3*).
- ❑ **Trennen Sie** den Prüfling von der Netzspannung und entladen Sie ihn.
- ❑ **Schließen Sie** die Prüfleitungen an den Prüfling (siehe Abbildung 5.8) an.
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um mit der Durchgangsprüfung zu beginnen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu beenden.
- ❑ **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).



Abbildung 5.9: Beispiel für die Messung des Durchgangs

Angezeigtes Ergebnis:

R:.....Widerstand

U:.....vorhandene Spannung an Prüfeingängen

### 5.2.3 Kompensation des Prüfleitungswiderstands

Dieses Kapitel beschreibt, wie der Widerstand der Prüfleitungen in beiden Durchgangsmessfunktionen, R LOW $\Omega$  und CONTINUITY, ausgeglichen werden kann. Die Kompensation ist notwendig, da der Widerstand in den Prüfleitungen und der innere Widerstand des Messgeräts den gemessenen Widerstand beeinflussen können. Die Kompensation der Leitung ist daher sehr wichtig, um korrekte Ergebnisse zu erhalten.

Das Symbol  wird angezeigt, wenn der Ausgleich erfolgreich war.

### Stromkreise zur Kompensation des Prüfleitungswiderstands



Abbildung 5.10: Kurzgeschlossene Prüfleitungen

### Vorgang bei der Kompensation des Prüfleitungswiderstands

- ❑ Wählen Sie die Funktionen **R LOW $\Omega$**  bzw. **CONTINUITY** aus.
- ❑ **Schließen Sie** die PV-Prüfleitung für Durchgangsmessungen an das Messgerät und schließen Sie die Prüfleitungen kurz (siehe Abbildung 5.10).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Widerstandsmessung durchzuführen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **CAL**, um den Leitungswiderstand zu kompensieren.

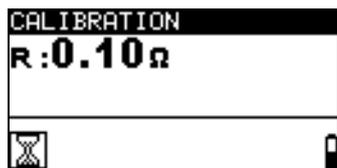


Abbildung 5.11: Ergebnisse mit alten Kalibrierwerten



Abbildung 5.12: Ergebnisse mit neuen Kalibrierwerten

**Hinweis:**

- Der höchste Wert für die Leitungskompensation ist 5 Ω. Sollte der Widerstand höher sein, wird der Kompensationswert auf Standard zurückgesetzt.



wird angezeigt, wenn keine Kalibrierung vorgenommen wird.

**5.3 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.



Abbildung 5.13: Beispiele für die Startanzeigen bei der PV-Wechselrichterprüfung

**Einstellungen und Parameters für PV-Wechselrichterprüfungen**

Eingang	Messung der Eingänge/Ausgänge [ AC, DC, AC/DC]
---------	--

**Anschluss für die PV-Wechselrichtermessung**

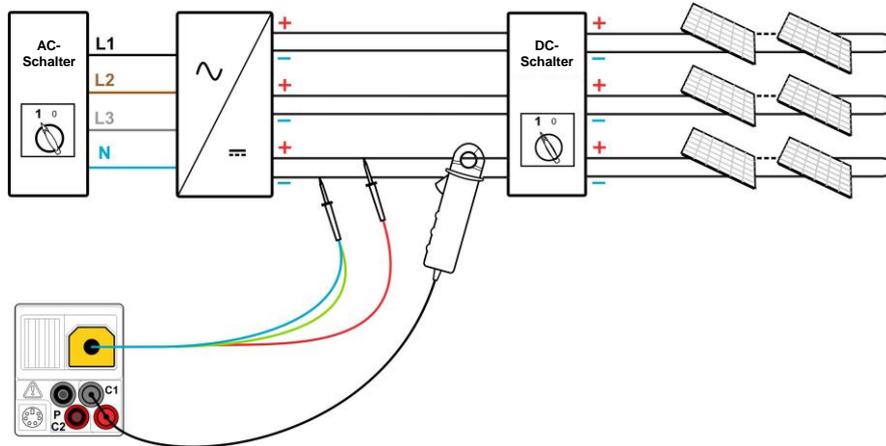


Abbildung 5.14: Anschluss an die Universal-PV-Prüfleitung – DC-seitig

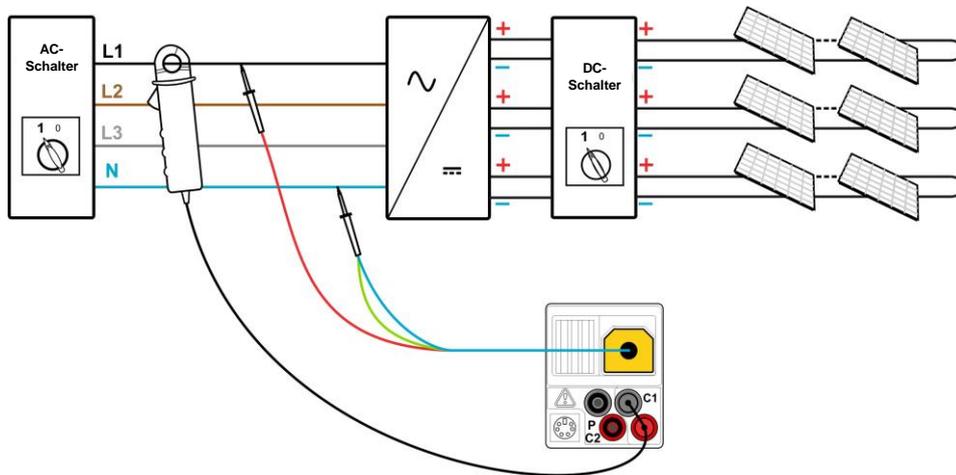


Abbildung 5.15: Anschluss an die Universal-PV-Prüfleitung – AC-seitig

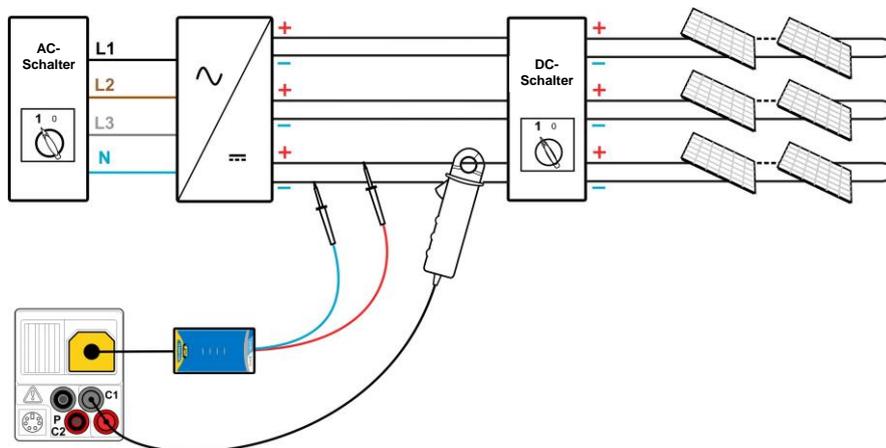


Abbildung 5.16: Anschluss an die PV-Sicherheitssonde - DC-seitig

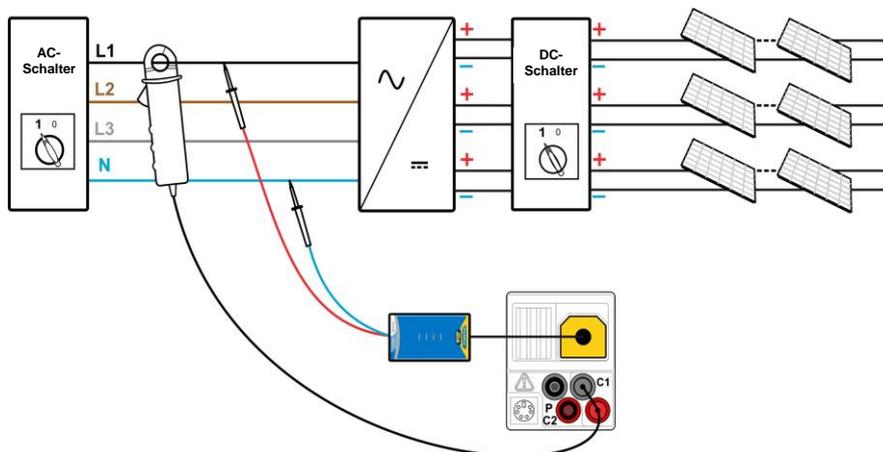


Abbildung 5.17: Anschluss an die PV-Sicherheitssonde - AC-seitig

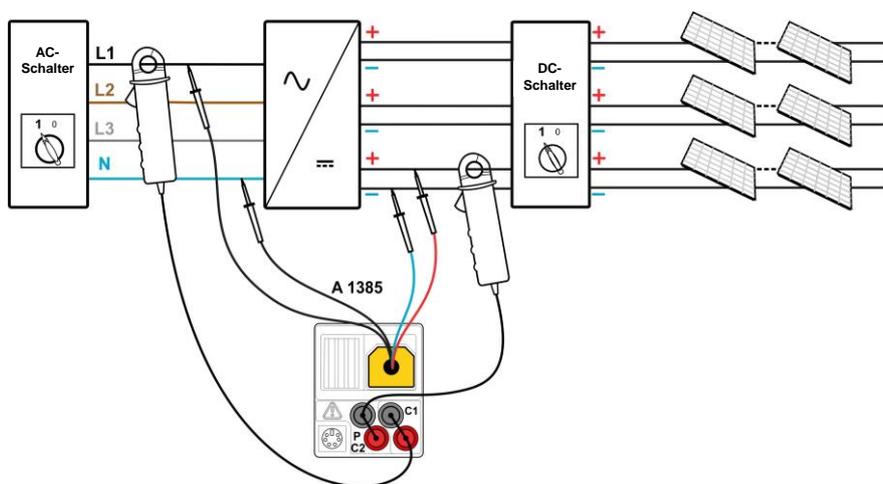


Abbildung 5.18: Anschluss der A 1385 - AC- und DC-seitig

**Vorgang bei der PV-Wechselrichterprüfung**

- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **INVERTER** mithilfe der Funktionswahltasten und  $\wedge/\vee$  -Tasten.
- ❑ **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung/PV-Sicherheitssonde und Stromzange an das Messgerät (siehe Abbildung 5.14, Abbildung 5.15, Abbildung 5.16 und Abbildung 5.17) an oder
- ❑ **Schließen Sie** PV-Prüfleitung A 1385 und die Stromzangen an das Messgerät (siehe Abbildung 5.18).
- ❑ **Schließen Sie** die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildung 5.14 bis Abbildung 5.18).
- ❑ 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	
U	85.2 V
I	2.39 A
P	203 W
U: 85.2V	

INVERTER: 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	
η=58.4%		Udc: 97.7V	
		Uac: 104V	

Abbildung 5.19: Beispiele für die Ergebnisanzeigen bei der 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

$\eta$ .....berechneter Effizienzwert des Wechselrichters

U:.....vorhandene Spannung an Prüfeingängen

**Hinweise:**

- 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!

**5.4 PV-Modulprüfung**

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

- Messung der Ausgangsspannung, des Ausgangstroms und der Ausgangsleistung des PV-Moduls,
- Vergleich der gemessenen Ausgangswerte (MEAS-Werte) und der berechneten Nennwertdaten (STC-Werte)
- Vergleich der gemessenen PV-Ausgangsleistung (Pmeas) und der theoretischen Ausgangsleistung (Ptheo)

Die Ergebnisse der PV-Modulprüfung werden auf drei Anzeigebildschirme aufgeteilt. Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.



Abbildung 5.20: Anzeigen zu Beginn der PV-Modulprüfung

## Anschluss bei der PV-Modulprüfung

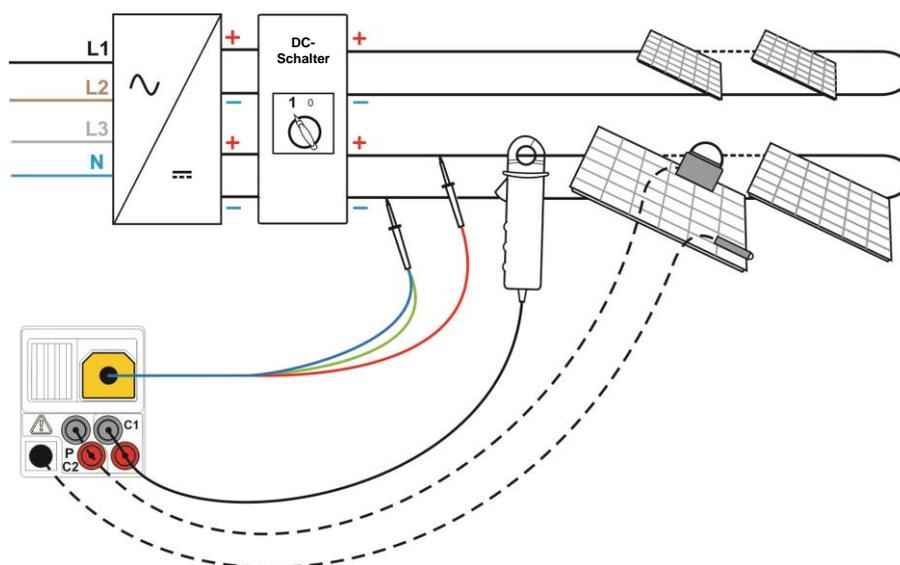


Abbildung 5.21: Anschluss an die Universal-PV-Prüfleitung

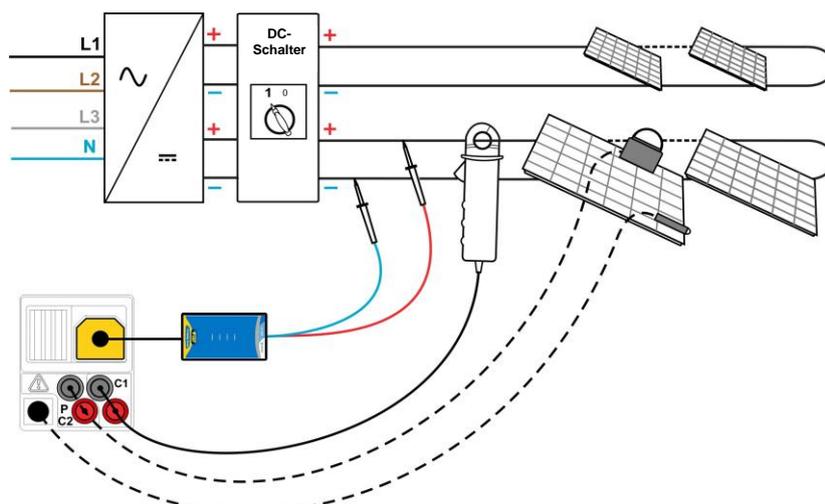


Abbildung 5.22: Anschluss an die PV-Sicherheitssonde

## Vorgang bei der PV-Modulprüfung

- Wählen Sie die Unterfunktion **PANEL** mithilfe der Funktionswahltasten.
- **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung/PV-Sicherheitssonde und Stromzange(n) sowie Sensoren an das Messgerät (siehe Abbildung 5.21 und Abbildung 5.22) an.
- **Schließen Sie** die Zubehörteile an das zu prüfende PV-System an (siehe Abbildung 5.21 und Abbildung 5.22).
- 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		PANEL 2/3		PANEL 3/3	
STC		MEAS		Module: DE	
U	84.5 V	U	85.3 V	Pstc	248 W
I	2.94 A	I	2.44 A	Pmax	240 W
P	248 W	P	208 W	$\eta 1$	100.0 %
U: 85.2V		U: 85.2V		U: 85.2V	

Abbildung 5.23: 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
- $\eta 1$ ..... Effizienzwert des Moduls unter STC

- Pmeas....gemessene Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen
- Ptheo.....berechnete theoretische Ausgangsleistung des Moduls unter den aktuellen Bedingungen
- $\eta 2$ .....berechneter Effizienzwert des Moduls unter den aktuellen Bedingungen

- U:.....vorhandene Spannung an Prüfeingängen

#### 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 sowie die Werte für  $U_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $I_{rr}$  und T (Umgebung und Zelle) gemessen oder eingegeben werden, bevor Sie die Prüfung durchführen. Die Ergebnisse in den Menüs Umgebung und  $U_{oc}/I_{sc}$  werden berücksichtigt. Wenn im  $U_{oc}/I_{sc}$ -Menü keine Ergebnisse vorhanden sind, werden die Ergebnisse im I-V-Menü herangezogen.
- Die Messung der Größen  $U_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $I_{rr}$  und T sollte unmittelbar vor der Modulprüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um genaueste Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

## 5.5 Messen der Umgebungsparameter

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

- Berechnung der Nennwerte bei Standardprüfbedingungen (STC),
- Prüfen Sie, 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 5.24: Anzeige der Umgebungsparameter

### Prüfparameter zur Messung / Einstellung der Umgebungsparameter

INPUT	Eingabe der Umgebungsdaten [MEAS, MANUAL]
OTHER	Shortcut für das Menü Solareinstellungen

### Anschluss zum Messen der Umgebungsparameter

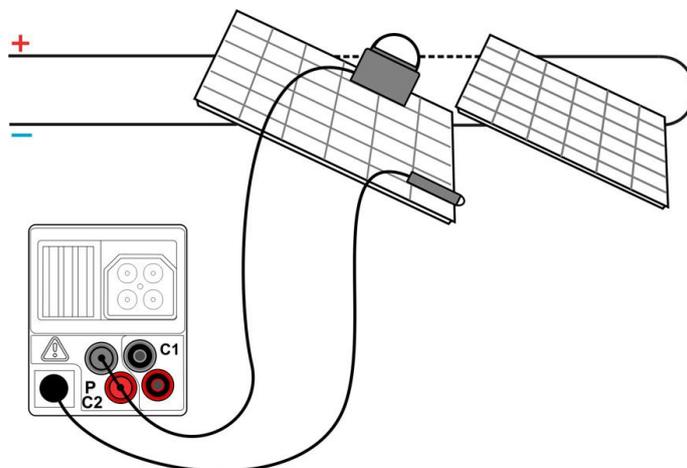


Abbildung 5.25: Messung der Umgebungsparameter

### Vorgang beim Messen der Umgebungsparameter

- Wählen Sie die Funktion **ENV.** (Umgebung) und die Unterfunktion **MEAS** mit den Funktionswahl-tasten und  $\blacktriangle/\blacktriangledown$ -Tasten aus.
- **Schließen Sie** die Umgebungssensoren an das Messgerät an (siehe Abbildung 5.25).
- **Schließen Sie** die Sensoren an die Prüflinge an (siehe Abbildung 5.25).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

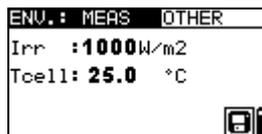


Abbildung 5.26: Beispiel für Messergebnisse

Angezeigte Ergebnisse für Umgebungsparameter:

Irr.....Sonneneinstrahlung

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

**Hinweis:**

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

**Vorgang 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:

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

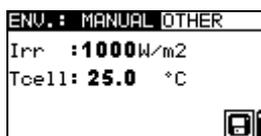


Abbildung 5.27: Beispiel für manuell eingegebene Ergebnisse

Angezeigte Ergebnisse (Irr, Tamb oder Tcell) sind gleichlautend wie gemessen.

**Hinweis:**

- Die Umgebungsparameter werden gelöscht, wenn das Messgerät ausgeschaltet wird.
- Das Menü Umgebungsparameter ist in den Betriebsmodi Einzeltest und Autotest verfügbar.

### 5.5.1 Betrieb mit PV-Remote-Einheit A 1378

Siehe Handbuch PV-Remote-Einheit.

## 5.6 Uoc/Isc-Messung

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

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion.

Uo/Isc	
	STC MEAS
Uo	-----U -----U
Isc	-----A -----A
U: 0.00V	

Abbildung 5.28: Uoc/Isc-Prüfung

### Anschluss für die Uoc/Isc-Messung

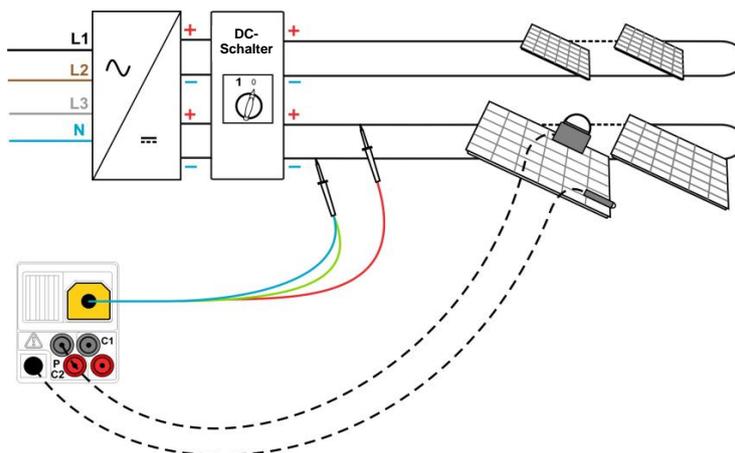


Abbildung 5.29: Anschluss an die Universal-PV-Prüfleitung

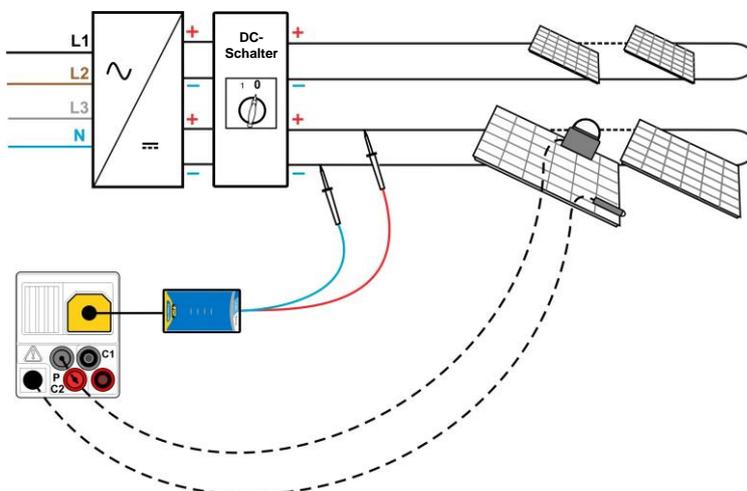


Abbildung 5.30: Anschluss an die PV-Sicherheitssonde

### Vorgang bei der Uoc/Isc-Messung

- Wählen Sie die Unterfunktion **Uoc/Isc** mithilfe der Funktionswahltasten und  $\wedge/\vee$ -Tasten.
- **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung/PV-Sicherheitssonde sowie Sensoren (optional) an das Messgerät (siehe Abbildung 5.29 und Abbildung 5.30) an.
- **Schließen Sie** die Zubehörteile an den Prüfling an (siehe Abbildung 5.29 und Abbildung 5.30).
- Prüfen Sie die Werte und die Polarität der Eingangsspannung.
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

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

Abbildung 5.31: Beispiel für Ergebnisse der Uoc/Isc-Messung

Angezeigte Ergebnisse der Uoc/Isc-Messung:

MEAS-Spalte

Uoc.....gemessene Leerlaufspannung des Moduls

Isc.....gemessener Kurzschlussstrom des Moduls

STC-Spalte

Uoc.....berechnete Leerlaufspannung unter STC

Isc.....berechneter Kurzschlussstrom unter STC

U:.....vorhandene Spannung an Prüfeingängen

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 werden im Menü Umgebung berücksichtigt. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Die Messungen der Größen Irr und T sollte unmittelbar vor der Uoc/Isc-Prüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um genaueste Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

### 5.7 I-V-Kennlinienmessung

Die **I-V-Kennlinienmessung** 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 5.32: Anzeigen bei Beginn der I-V-Kennlinienmessung

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

#### Einstellparameter für I-V-Kennlinienmessung

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

#### Anschluss für I-V-Kennlinienmessung

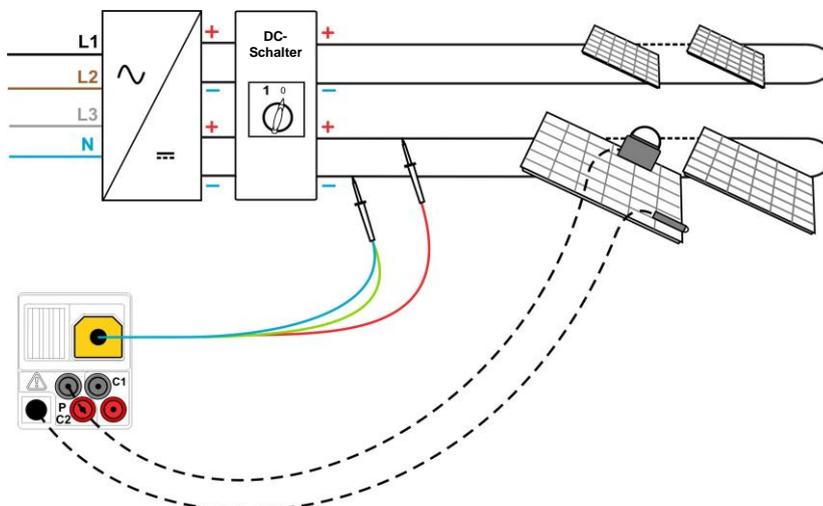


Abbildung 5.33: Anschluss an die Universal-PV-Prüfleitung

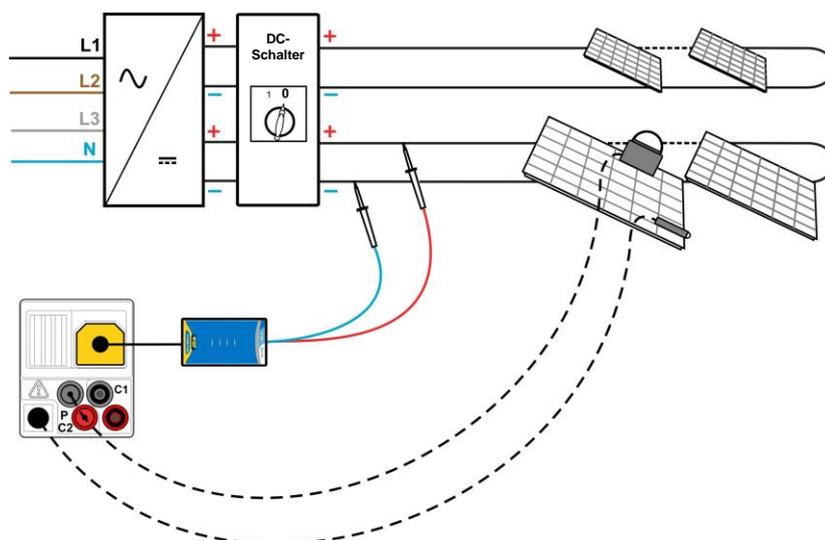


Abbildung 5.34: Anschluss an die PV-Sicherheitssonde

**Vorgang bei der I-V-Kennlinienmessung**

- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **I/V** mithilfe der Funktionswahltafeln und  $\wedge/\vee$ -Tasten.
- ❑ Prüfen Sie die PV-Moduleinstellungen und die PV-Prüfparameter sowie die Grenzwerte (optional).
- ❑ **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung/PV-Sicherheitssonde an das Messgerät an.
- ❑ **Schließen Sie** die Umgebungssensoren an das Messgerät an (optional)
- ❑ **Schließen Sie** die Zubehörteile an den Prüfling an (siehe Abbildung 5.33 und Abbildung 5.34).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

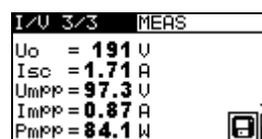
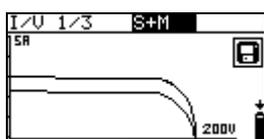


Abbildung 5.35: Beispiele für Ergebnisse der I-V-Kennlinienmessung

Anzeigegergebnisse für die I-V-Kennlinienprüfung:

- Uoc..... Mess-/STC-Leerlaufspannung des Moduls
- Isc..... Mess-/STC-Kurzschlussstrom des Moduls
- Umpp..... Mess-/STC-Spannung bei maximalem Leistungspunkt
- Impp ..... Mess-/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 werden im Menü Umgebung berücksichtigt. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Die Messungen der Größen Irr und T sollten unmittelbar vor der I-V-Kennlinienprüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um genaueste Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

## 5.8 Vorgang der automatischen Messung gemäß IEC/EN 62446 (Auto)

Die Auto-Funktion wurde eingerichtet, um eine komplette Prüfung des PV-Moduls, des Strings und des Arrays durchzuführen:

- Isolationswiderstand zwischen positiver Elektrode und Erdung
- Isolationswiderstand zwischen negativer Elektrode und Erdung
- Leerlaufspannung
- Kurzschlussstrom

Die Prüfung verläuft als ein Satz an automatischen Prüfungen, die vom Messgerät ausgeführt werden.

Im Kapitel 4.2 Funktionswahl finden Sie Hinweise zur Tastenfunktion. Die Eingangsspannung wird angezeigt.

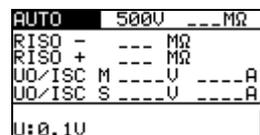


Abbildung 5.36: Anzeige bei Start der automatischen Messung

### Prüfparameter für die automatische Messung

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

### Prüfstromkreise für die automatische Messung

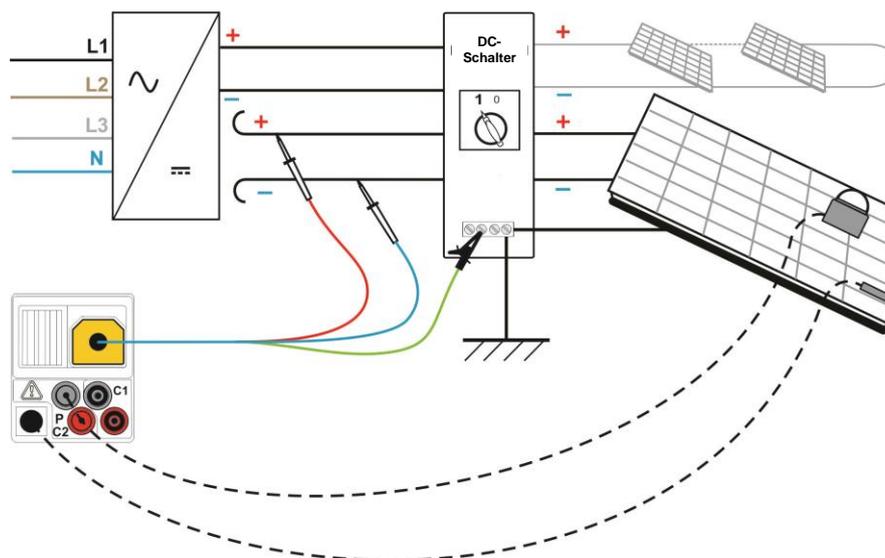


Abbildung 5.37: Anschluss zur Durchführung der automatischen Messung mit Universal-PV-Prüfleitung

### Vorgang der automatischen Messung

- ❑ Wählen Sie im Hauptmenü den Modus AUTOTEST.
- ❑ Nehmen Sie die Einstellungen für die Umgebungsparameter, des Moduls und der Messungen vor (optional).
- ❑ Wählen Sie die Unterfunktion **AUTO** mithilfe der Funktionswahltasten.
- ❑ Stellen Sie die erforderliche **Isolierprüfspannung** ein.
- ❑ Aktivieren Sie den **Grenzwert** und stellen Sie ihn ein (optional).
- ❑ **Schließen Sie** die Universal-PV-Prüfleitung an das Messgerät an (siehe Abbildung 5.37).
- ❑ **Schließen Sie** die Umgebungssensoren an das Messgerät an (optional)
- ❑ **Schließen Sie** die Zubehörteile an das PV-System an (siehe Abbildung 5.37).
- ❑ Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung durchzuführen.
- ❑ Warten Sie nach Abschluss der Messung, bis das Prüfstück vollständig entladen ist.
- ❑ **Speichern Sie** das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional).

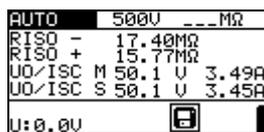


Abbildung 5.38: Beispielergebnis für die automatische Messung

### Anzeigeergebnisse:

RISO -.....Isolationswiderstand zwischen negativer Elektrode des Arrays und Erdung

RISO +.....Isolationswiderstand zwischen positiver Elektrode des Arrays und Erdung

Uoc (M).....gemessene Leerlaufspannung am Modul

Isc (M).....gemessener Kurzschlussstrom am Modul

Uoc (S).....berechnete Leerlaufspannung bei STC

Isc (S).....berechneter Kurzschlussstrom bei STC

U: ..... vorhandene Spannung an Prüfeingängen

### 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 werden im Menü Umgebung berücksichtigt. Weitere Informationen, siehe Anhang E.
- Die Messungen der Größen Irr und T sollte unmittelbar vor der Uoc/Isc-Prüfung durchgeführt werden. Die Umgebungsbedingungen sollten während der Prüfung stabil sein.
- Um genaueste Ergebnisse zu erhalten, sollte die PV-Remote-Einheit A 1378 verwendet werden.

## 6 Datenmanagement

### 6.1 Speicherorganisation

Die Messergebnisse können zusammen mit allen wichtigen Parametern im Messgerät gespeichert werden. Nach Abschluss der Messung können die Ergebnisse im Flashspeicher des Messgeräts zusammen mit allen Nebenergebnissen und Funktionsparametern gespeichert werden.

### 6.2 Datenstruktur

Der Speicher des Messgeräts ist in drei Ebenen gegliedert, die jede über 199 Speicherplätze verfügen. Die Anzahl der Messung, die auf einem Speicherplatz abgelegt werden können ist nicht beschränkt.

Das **Datenstrukturfeld** beschreibt den Speicherplatz der Messung (Prüfling, Wechselrichter, String) und wie er erreicht werden kann.

Im **Messfeld** liegt eine Information über den Typ und die Anzahl der Messungen vor, die zum ausgewählten Strukturelement (Prüfling und Wechselrichter und String) gehören.

Die Hauptvorteile dieses Systems sind:

- Prüfergebnisse können entsprechend einem typischen PV-System strukturiert und gruppiert werden.
- Benutzerdefinierte Namen der Datenstrukturelemente können von EurolinkPRO PCSW aus geladen werden.
- Einfaches Browsen durch Struktur und Messergebnisse.
- Prüfberichte können nach Download auf den PC ohne oder nach geringen Änderungen erstellt werden.

RECALL RESULTS
[OBJ]OBJECT 001
[INV]INVERTER 001
> [STR]STRING 003
No. : 3

Abbildung 6.1: Datenstruktur und Messfelder

#### Datenstrukturfeld

RECALL RESULTS	Menü Speicher
[OBJ]OBJECT 001 [INV]INVERTER 001 [STR]STRING 003	Datenstrukturfeld
[OBJ]OBJECT 001	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>1. Ebene:</b> <b>OBJECT:</b> Standardname des Speicherplatzes (Prüfling und dazugehörige fortlaufende Nummer).</li> </ul>
[INV]INVERTER 001	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>2. Ebene:</b> <b>INVERTER:</b> Standardname des Speicherplatzes (Wechselrichter und dazugehörige fortlaufende Nummer).</li> </ul>
[STR]STRING 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>3. Ebene:</b> <b>STRING:</b> Standardname des Speicherplatzes (String und dazugehörige fortlaufende Nummer).</li> </ul>

---

No.:	20 [112]	Anzahl der Messungen auf dem ausgewählten Speicherplatz [Anzahl der Messungen auf dem ausgewählten Speicherplatz und seinen Nebenspeicherplätzen]
------	----------	--

---

**Messfeld**

R	LOW $\Omega$	Typ der gespeicherten Messung auf dem ausgewählten Speicherplatz.
---	--------------	---

---

No.:	2/5	Anzahl der ausgewählten Prüfergebnisse / Anzahl aller gespeicherten Prüfergebnisse auf dem Speicherplatz.
------	-----	---

---

## 6.3 Speichern von Prüfergebnissen

Nach Abschluss einer Prüfung können die Ergebnisse und Parameter gespeichert werden (Anzeige des Icons  im Infofeld). Durch Drücken der Taste **MEM** kann der Benutzer die Ergebnisse speichern.

```
Save results
[OBJ]OBJECT 003
[INV]INVERTER 001
> [STR]STRING 002
FREE:98.4%
MEM : SAVE
```

Abbildung 6.2: Menü Prüfung speichern

Memory free: 99.6% Speicher zur Ablage von Ergebnissen bereit.

Tasten in Menü Prüfung speichern - Datenstrukturfeld:

<b>TAB</b>	Auswahl des Speicherplatzelements (Prüfling/Wechselrichter/String)
<b>▲ / ▼</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199)
<b>MEM</b>	Speichert Prüfergebnisse im ausgewählten Speicherplatz und kehrt zur Messfunktionsanzeige zurück.
<b>ESC / TEST / Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Speichern zur Messfunktionsanzeige zurück.

### Hinweise:

- Das Messgerät schlägt standardmäßig vor, das Ergebnis am zuletzt ausgewählten Speicherplatz abzulegen.
- Falls das Messergebnis am selben Speicherplatz, wie das vorherige abzulegen ist, drücken Sie die Taste **MEM** zweimal.

## 6.4 Abrufen von Prüfergebnissen

Drücken Sie die Taste **MEM** im Hauptfunktionsmenü, wenn noch kein Ergebnis zum Speichern vorliegt oder wählen Sie **MEMORY** im Menü Einstellungen.

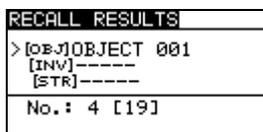


Abbildung 6.3: Menü Abrufen - Anlagenstrukturfeld ausgewählt

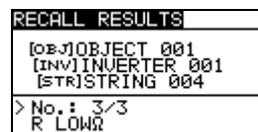


Abbildung 6.4: Menü Abrufen - Messfeld ausgewählt

Tasten im Menü Speicher abrufen (Anlagenstrukturfeld ausgewählt):

<b>TAB</b>	Auswahl des Speicherplatzelements (Prüfling/Wechselrichter/String)
<b>▲ / ▼</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199)
<b>Funktionsauswahl/ESC</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.
<b>TEST</b>	Geht zum Messfeld.

Tasten im Menü Speicher abrufen (Messfeld):

<b>▲ / ▼</b>	Wählt die gespeicherte Messung aus.
<b>TAB/ESC</b>	Kehrt zum Anlagenstrukturfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.
<b>TEST</b>	Zeigt die ausgewählten Messergebnisse an.



Abbildung 6.5: Beispiel eines abgerufenen Messergebnis

Tasten im Menü Speicher abrufen (Messergebnisse werden angezeigt)

<b>▲ / ▼</b>	Zeigt Messergebnisse an, die sich am ausgewählten Speicherplatz befinden.
<b>MEM/ESC</b>	Kehrt zum Messfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl/TEST</b>	Kehrt zum Hauptfunktionsmenü zurück.

## 6.5 Löschen der gespeicherten Daten

### 6.5.1 Löschen des gesamten Speicherinhalts

Wählen Sie **CLEAR ALL MEMORY** im Menü **MEMORY**. Es erscheint ein Warnhinweis.

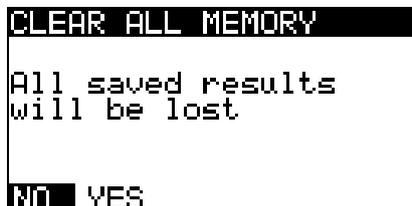


Abbildung 6.6: Gesamten Speicher löschen

Tasten im Menü Gesamten Speicher löschen

<b>TEST</b>	Bestätigt, dass der gesamte Speicherinhalt gelöscht werden soll (mit den Tasten <b>▲</b> / <b>▼</b> YES wählen).
<b>ESC /</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Speichermenü zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

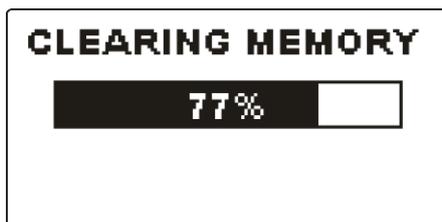


Abbildung 6.7: Löschen des Speichers

### 6.5.2 Löschen von Messergebnissen an ausgewählten Speicherplätzen

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

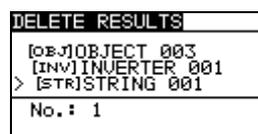
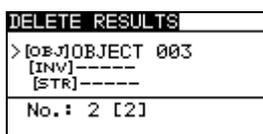


Abbildung 6.8: Menü Messergebnisse löschen (Datenstrukturfeld ausgewählt)

Tasten im Menü Messergebnisse löschen (Anlagenstrukturfeld ausgewählt):

<b>TAB</b>	Auswahl des Speicherplatzelements (Prüfling/Wechselrichter/String)
<b>▲ / ▼</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199)
<b>Funktionsauswahl</b>	Kehrt zum Hauptmenü zurück.
<b>ESC</b>	Kehrt zum Menü Speicher zurück.
<b>TEST</b>	Ruft das Dialogfenster zum Löschen aller Messungen an der ausgewählten Speicherstelle und seiner Subspeicherstellen auf.

Tasten im Dialogfenster zur Bestätigung, dass die Messergebnisse am ausgewählten Speicherplatz gelöscht werden sollen:

<b>TEST</b>	Löscht alle Ergebnisse am ausgewählten Speicherplatz.
<b>MEM/ESC</b>	Keht ohne Änderungen zurück zum Menü Messergebnisse löschen (Anlagenstrukturfeld ausgewählt).
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

### 6.5.3 Einzelne Messungen löschen

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

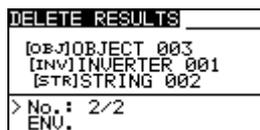


Abbildung 6.9: Menü Einzelne Messungen löschen (Anlagenstrukturfeld ausgewählt)

Tasten im Menü Messungen löschen (Anlagenstrukturfeld ausgewählt):

<b>TAB</b>	Auswahl des Speicherplatzelements (Prüfling/Wechselrichter/String)
<b>▲ / ▼</b>	Wählt die Anzahl der ausgewählten Speicherstelle (1 bis 199)
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht zum Hauptmenü zurück.
<b>ESC</b>	Keht zum Menü Speicher zurück.
<b>MEM</b>	Ruft das Messfeld zum Löschen einzelner Messungen auf.

Tasten im Menü Messergebnisse löschen (Messfeld ausgewählt):

<b>▲ / ▼</b>	Wählt die Messung aus.
<b>TEST</b>	Öffnet ein Dialogfenster zur Bestätigung, dass die ausgewählte Messung gelöscht werden soll.
<b>TAB/ESC</b>	Keht zum Anlagenstrukturfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Tasten im Dialogfenster zur Bestätigung, dass die ausgewählte Messung gelöscht werden soll:

<b>TEST</b>	Löscht ausgewählte Messungen.
<b>MEM/TAB/ESC</b>	Keht ohne Änderungen zum Messfeld zurück.
<b>Funktionsauswahl</b>	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

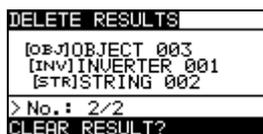


Abbildung 6.10: Dialogfenster zur Bestätigung

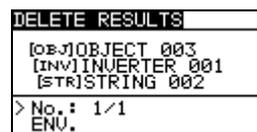


Abbildung 6.11: Anzeige nach Löschen der Messung

### 6.5.4 Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente (Upload vom PC)

Standardelemente der Anlagenstruktur sind "Object (Prüfling)", "Inverter (Wechselrichter)" und "String".

Im PCSW-Paket Eurolink-PRO können Standardnamen durch benutzerdefinierte ersetzt werden, die die Prüfanlage näher bezeichnen. Im Hilfemenü in PCSW Eurolink-PRO finden Sie Informationen, wie Sie auf das Messgerät benutzerdefinierte Anlagenamen hochladen können.



Abbildung 6.12: Beispiel für benutzerdefinierte PV-Anlagestrukturnamen

### 6.5.5 Umbenennen der Installationsstruktur-Elemente mit Barcode-/RFID-Lesegerät

Standardelemente der Anlagenstruktur sind "Object (Prüfling)", "Inverter (Wechselrichter)" und "String".

Wenn das Messgerät sich im Menü Ergebnisse speichern befindet, kann die Speicherstellen-ID von einem Barcodeschild mithilfe eines Barcode-Lesegeräts oder von einem RFID-Schild mithilfe eines RFID-Lesegeräts gescannt werden.

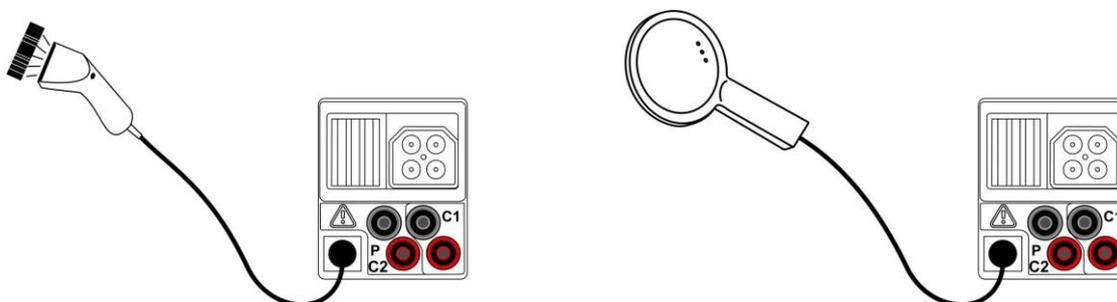


Abbildung 6.13: Anschluss des Barcode-Lesegeräts und des RFID-Lesegeräts

#### Umbenennen des Speicherplatzes

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

#### Hinweis:

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

## 6.6 Communication (Kommunikation)

Gespeicherte Ergebnisse können auf einen PC übertragen werden. Ein spezielles Programm auf Ihrem PC identifiziert das Messgerät automatisch und ermöglicht eine Datenübertragung zwischen Messgerät und PC.

Am Messgerät sind zwei Kommunikationsschnittstellen verfügbar: USB und RS 232. Das Messgerät wählt den Übertragungsmodus je nach erfasster Schnittstelle automatisch aus. Die USB-Schnittstelle hat dabei Priorität.

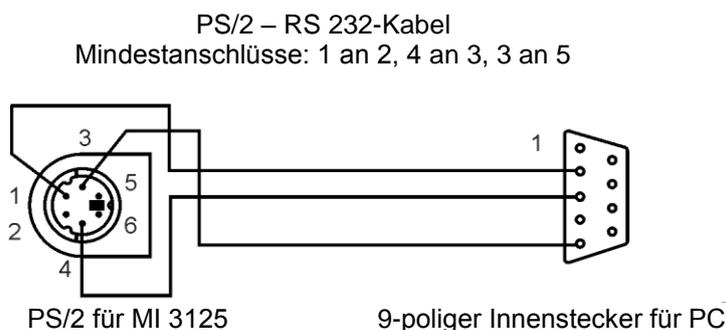


Abbildung 6.14: Schnittstellenanschluss für Datenübertragung über COM-Port des PC

### Übertragen gespeicherter Daten:

- ❑ RS-232-Kommunikation: Schließen Sie das serielle PS/2-RS232-Kommunikationskabel an einen COM-Port des PC und an den PS/2-Stecker des Messgeräts;
- ❑ USB-Kommunikation: Schließen Sie das USB-Kabel an einen USB-Port des PC an den USB-Stecker des Messgeräts.
- ❑ Schalten Sie den PC und das Messgerät **ein**.
- ❑ **Starten Sie** das Programm *EuroLinkPRO*.
- ❑ PC und Messgerät erkennen sich jeweils automatisch.
- ❑ Das Messgerät kann nun Daten auf den PC laden.

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:

- ❑ USB-Treiber sind vor Nutzung der USB-Schnittstelle zu installieren. Auf der Installations-CD finden Sie Anweisungen zur Installation der USB-Treiber.

## 7 Aktualisieren des Messgeräts

Das Gerät kann von einem Computer aus über die RS232-Schnittstelle aktualisiert werden. Dies ermöglicht, dass das Gerät auf dem neuesten Stand gehalten wird, auch wenn Normen oder Vorschriften sich ändern. Die Aktualisierung kann mit Hilfe der speziellen Aktualisierungssoftware und des Übertragungskabels, wie in *Abbildung 8.13* gezeigt, durchgeführt werden. Wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Händler.

## 8 Wartung

Nicht autorisiertem Personal ist es nicht gestattet, das Messgerät Eurotest PV Lite zu öffnen. Im Messgerät gibt es keine austauschbaren Komponenten, außer den Akkus/Batterien und den Sicherungen hinter der rückseitigen Abdeckung.

### 8.1 Ersetzen der Sicherungen

Hinter der rückseitigen Abdeckung des Messgeräts EurotestPV befinden sich zwei Sicherungen.

- F2, F3 FF 315 mA / 1000 V DC, 32×6 mm (Ausschaltvermögen: 50 kA)

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

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

#### Warnungen:

-  **Trennen Sie alle Messzubehörteile und schalten Sie das Messgerät aus, bevor Sie das Batterie-/Sicherungsfach öffnen, da im Gerät gefährliche Spannungen anliegen!**
- Ersetzen Sie die defekte Sicherung nur durch Originalsicherungen, da das Messgerät oder das Zubehörteil sonst beschädigt werden können und/oder die Bediener-sicherheit eingeschränkt ist!

### 8.2 Reinigung

Für das Gehäuse sind keinerlei Wartungsschritte notwendig. Zur Reinigung der Oberfläche des Messgeräts oder des Zubehörteils ist ein weicher, leicht angefeuchteter Lappen mit etwas Seife oder Alkohol zu verwenden. Anschließend muss das Messgerät oder das Zubehörteil vollständig trocknen, bevor es wieder verwendet werden kann.

#### Warnungen:

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf Öl- oder Kohlenwasserstoffbasis!
- Schütten Sie zum Reinigen keine Flüssigkeiten über das Messgerät!

### 8.3 Periodische Kalibrierung

Es ist sehr wichtig, dass das Prüfgerät regelmäßig kalibriert wird, damit die in der Betriebsanleitung aufgeführten technischen Daten garantiert werden können. Es wird die jährliche Kalibrierung empfohlen. Nur zugelassenes technisches Personal darf die Kalibrierung durchführen. Wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Händler.

### 8.4 Service

Für Reparaturarbeiten, die während der Garantiezeit oder anschließend anfallen, den Vertriebspartner kontaktieren.

## 9 Technische Daten

### 9.1 Isolationswiderstand (von PV-Systemen) RISO - und RISO +

Isolationswiderstand (Nennspannungen 50 V DC, 100 V DC und 250 V DC)

Der Messbereich gemäß EN61557 ist  $0,15 \text{ M}\Omega \div 199,9 \text{ M}\Omega$ .

Messbereich (M $\Omega$ )	Auflösung (M $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 $\div$ 19,99	0,01	$\pm(5 \%$ des Ablesewerts + 3 Ziffern)
20,0 $\div$ 99,9	0,1	$\pm(10 \%$ des Ablesewerts)
100,0 $\div$ 199,9		$\pm(20 \%$ des Ablesewerts)

Isolationswiderstand (Nennspannungen 500 V DC und 1000 V DC)

Der Messbereich gemäß EN61557 ist  $0,15 \text{ M}\Omega \div 1 \text{ G}\Omega$ .

Messbereich (M $\Omega$ )	Auflösung (M $\Omega$ )	Genauigkeit
0,00 $\div$ 19,99	0,01	$\pm(5 \%$ des Ablesewerts + 3 Ziffern)
20,0 $\div$ 199,9	0,1	$\pm(5 \%$ des Ablesewerts)
200 $\div$ 999	1	$\pm(10 \%$ des Ablesewerts)

Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 $\div$ 1200	1	$\pm(3 \%$ des Ablesewerts + 3 Ziffern)

Nennspannungen ..... 50 V DC, 100 V DC, 250 V DC, 500 V DC, 1000 V DC

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

Messstrom ..... min. 1 mA bei  $R_N=U_N \times 1 \text{ k}\Omega/\text{V}$

Kurzschlussstrom ..... max. 3 mA

Anzahl möglicher Prüfungen ..... > 1200, bei vollständig geladener Batterie/Akku

Automatische Entladung nach Prüfung.

Angegebene Genauigkeit gilt bei Dreileiter-Prüfleitungen mit bis zu 100 M $\Omega$ , wenn eine Commander-Prüfspitze verwendet wird.

Die angegebene Genauigkeit gilt bis 100 M $\Omega$  bei einer relativen Luftfeuchtigkeit > 85 %.

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

Fehler während des Betriebs dürfen höchsten den Fehlergrenzwert der Referenzbedingungen betragen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) und  $\pm 5 \%$  des Messwerts sein.

Die Ergebnisse des Isolationswiderstands im Autotest können im Vergleich zu Messungen im Einzelprüfungsmodus aufgrund des Dreileiter-Anschlusses und des inneren Widerstands im Messgerät leicht abweichen.

## 9.2 Durchgang

### 9.2.1 Widerstand R LOW $\Omega$

Der Messbereich gemäß EN61557 ist 0,16  $\Omega$  ÷ 1999  $\Omega$ .

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

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

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

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

Anzahl möglicher Prüfungen.....> 2000, bei vollständig geladener Batterie/Akku

Automatische Polaritätsumkehrung der Prüfspannung.

### 9.2.2 Widerstand CONTINUITY

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

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

Kurzschlussstrom .....max. 8.5 mA

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

## 9.3 PV-Prüfungen

### 9.3.1 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.

### 9.3.2 Modul, Wechselrichter

#### DC-Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 14.9	0,1	indicativ
15,0 ÷ 199,9	0,1	$\pm(1,5\%$ des Ablesewerts + 5 Ziffern)
200 ÷ 999	1	$\pm 1,5\%$ des Ablesewerts

#### DC-Strom

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	10	$\pm(1,5\%$ des Ablesewerts + 5 Ziffern)
20,0 ÷ 199,9	100	$\pm 1,5\%$ des Ablesewerts
200 ÷ 299	1000	$\pm 1,5\%$ 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
200 k ÷ 999 k	1000	±2,5 % des Ablesewerts

**AC-Spannung**

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

**AC-Strom**

Messbereich (A)	Auflösung (mA)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	10	± (1,5 % des Ablesewerts + 3 Ziffern)
10,00 ÷ 19,99	10	±1,5 % des Ablesewerts
20,0 ÷ 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.

**9.3.3 I-V-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)
10,00 ÷ 15,00	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

### 9.3.4 Uoc - Isc

#### 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)
10,00 ÷ 15,00	0,01	±2 % des Ablesewerts

Maximale Leistung des PV-Strings: 15 kW

### 9.3.5 Umgebungsparameter

#### Sonneneinstrahlung

##### Sensor A 1384

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

Messprinzip: Pyranometer

Betriebsbedingungen

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

Geeignet für fortlaufende Verwendung im Freien.

#### Temperatur (Zelle und Umgebung)

##### Sensor A 1400

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

Geeignet für fortlaufende Verwendung im Freien.

#### Hinweise:

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

## 9.4 Allgemeine Daten

Versorgungsspannung.....	9 V <sub>DC</sub> (6×1,5 V Batterie oder Akku, Typ AA)
Betrieb, typisch	20 h
Ladebuchse, Eingangsspannung .....	12 V ± 10 %
Ladebuchse, Eingangsstrom .....	400 mA max.
Akku-Ladestrom.....	250 mA (intern geregelt)
Messkategorie .....	1000 V DC CAT II 600 V CAT III 300 V CAT III
Schutzklasse .....	doppelte Isolierung
Verschmutzungsgrad.....	2
Schutzklasse .....	IP 40
Display .....	Matrix-Display mit 128x64 Bildpunkten und Hintergrundbeleuchtung
Abmessungen (B × H × T) .....	23 cm × 10,3 cm × 11,5 cm
Gewicht .....	1,3 kg, ohne Batterien/Akkus
Referenz-Betriebsbedingungen	
Referenzbereich, Temperatur.....	10 °C ÷ 30 °C
Referenzbereich, Luftfeuchtigkeit .....	40 % r.F. ÷ 70 % r.F.
Betriebsbedingungen	
Betriebstemperaturbereich .....	0 °C ÷ 40 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit.....	95 % r.F. (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Lagerung	
Temperaturbereich .....	-10 °C ÷ +70 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit.....	90 % (-10 °C ÷ +40 °C) 80 % (40 °C ÷ 60 °C)
Übertragungsgeschwindigkeit	
RS 232	57600 baud
USB	256000 baud
Speichergröße:	
I-V-Kennlinie:	ca. 500 Messungen
Weitere Messungen:	ca. 1800 Messungen

Fehler in den Betriebsbedingungen betragen höchstens den Fehler für Referenzbedingungen (für jede Funktion im Handbuch angegeben) +1 % des Messwerts + 1 Ziffer, wenn im Handbuch für die jeweilige Funktion nicht anders angegeben.

## Anhang B – Zubehörteile für Spezialmessungen

In der Tabelle unten sind empfohlene standardmäßige und optionale Zubehörteile aufgeführt, die für Spezialmessungen erforderlich sind. Anbei befindet sich eine Liste mit Standard-Zubehörteilen für Ihr Set. Setzen Sie sich mit Ihrem Vertriebspartner in Verbindung, wenn Sie weitere Informationen wünschen.

<b>Funktion</b>	<b>Geeignete Zubehörteile (optional mit Bestellcode A....)</b>
Isolationswiderstand	<input type="checkbox"/> Universal-PV-Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssonde (A 1384)
Widerstand R LOWΩ Durchgang	<input type="checkbox"/> PV-Durchgangsprüfleitung, 2 x 1,5 m
Modul Isc / Uoc I-V-Kennlinie	<input type="checkbox"/> Universal-PV-Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssonde (A 1384) <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"/> Universal-PV-Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> PV-Sicherheitssonde (A 1384) <input type="checkbox"/> PV MC 4 Adapter <input type="checkbox"/> PV MC 3 Adapter <input type="checkbox"/> PV-Remote-Einheit (A 1378) <input type="checkbox"/> PV-Prüfleitung mit Sicherung (A 1385) <input type="checkbox"/> AC/DC-Stromzange (A 1391) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1018) <input type="checkbox"/> AC-Stromzange (A 1019)
Umgebung	<input type="checkbox"/> Temperaturfühler (A 1400) <input type="checkbox"/> Pyranometer (A 1399) <input type="checkbox"/> PV-Remote-Einheit (A 1378)
AUTO	<input type="checkbox"/> Universal-PV-Prüfleitung, 3 x 1,5 m <input type="checkbox"/> PV MC 4 Adapter <input type="checkbox"/> PV MC 3 Adapter

## 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<sub>stc</sub>, γ, P<sub>nom</sub>, NOCT, Irr, Irr<sub>stc</sub>, Tamb oder T<sub>cell</sub>)

### 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:

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

mit P<sub>nom</sub> als Nennleistung des Moduls bei STC, Irr<sub>stc</sub> als Nenn-Bestrahlungsstärke bei STC (Irr<sub>stc</sub> = 1000 W/m<sup>2</sup>), Irr als gemessene Bestrahlungsstärke, M als Anzahl der in Serie (Reihe) geschalteten Einzelmodule und N als Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule.

<b>η<sub>2</sub></b>	<b>Effizienz des Moduls</b>
<b>P<sub>theo</sub></b>	<b>Theoretische Leistung des Strings bei gemessener Bestrahlungsstärke</b>
<b>P<sub>nom</sub></b>	<b>Nennleistung des Moduls bei STC</b>
<b>Irr<sub>stc</sub></b>	<b>Nennwert der Bestrahlungsstärke bei STC (Irr<sub>stc</sub> = 1000 W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Irr</b>	<b>gemessene Bestrahlungsstärke</b>
<b>M</b>	<b>Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule</b>
<b>N</b>	<b>Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule</b>

PASS ("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  $\gamma$  der Koeffizient der Leistungseigenschaft des PV-Moduls (Eingabewert zwischen 0,01 bis 0,99) (Daten vom Modulhersteller).

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

## 2. Wechselrichter:

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

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

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

#### Modul:

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

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

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

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,  $\alpha$  und  $\beta$  als Strom- und Spannungstemperaturkoeffizienten 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.

<b><math>I_{STC}, U_{STC}</math></b>	<b>Berechnungswerte für Strom und Spannung bei Standardprüfbedingungen (STC)</b>
<b><math>I_1, U_1</math></b>	<b>gemessene Werte für Gleichstrom und Gleichspannung des Moduls</b>
<b><math>I_{sc}</math></b>	<b>gemessener Kurzschlussstrom des Moduls</b>
<b><math>I_{rr_{STC}}</math></b>	<b>Einstrahlung unter STC</b>
<b><math>I_{rr}</math></b>	<b>gemessene Einstrahlung</b>
<b><math>\alpha, \beta</math></b>	<b>Strom- und Spannungs-Temperaturkoeffizienten des Moduls</b>
<b><math>T_{STC}</math></b>	<b>Temperatur bei STC</b>
<b><math>T_1</math></b>	<b>gemessene Temperatur</b>
<b><math>R_s</math></b>	<b>Serienwiderstand des Moduls</b>
<b><math>M</math></b>	<b>Anzahl der in Serie geschalteten Einzelmodule</b>
<b><math>N</math></b>	<b>Anzahl der parallel geschalteten Einzelmodule</b>

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

**Konversionseffizienz:**

**1. Modul:**

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

**2. Wechselrichter:**

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