



## MI 3116 – PV Analyser XA

Bedienungsanleitung

Ver.1.3.3, Code-Nr. 20 753 444

**Händler:****Hersteller:**

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

**DATENSICHERUNG UND -VERLUST**

Es obliegt dem Nutzer, die Integrität und Sicherheit des Datenträgers sicherzustellen und die Integrität von Datensicherungen regelmäßig zu gewährleisten und zu validieren. METREL ÜBERNIMMT KEINE VERPFLICHTUNG ODER VERANTWORTUNG FÜR JEDLICHEN VERLUST, ÄNDERUNG, ZERSTÖRUNG, BESCHÄDIGUNG, KORRUPTION ODER WIEDERHERSTELLUNG VON NUTZERDATEN, UNABHÄNGIG DAVON, WO DIE DATEN GESPEICHERT SIND.



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



Hiermit erklärt Metrel d.o.o., dass der MI 3116 in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2014/53/EU (RED) und allen anderen geltenden EU-Richtlinien ist. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse zu finden: <https://www.metrel.si/DoC>.



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



Hiermit erklärt Metrel d.o.o., dass der MI 3116 in Übereinstimmung mit den Regeln für Funkanlagen 2017 (Radio Equipment Regulations 2017 - RED) und allen anderen geltenden UK-Richtlinien ist. Der vollständige Text der UK-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse zu finden: <https://www.metrel.si/UK-DoC>.

© Metrel d.o.o.

Veröffentlicht: 07/2025

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

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von METREL vervielfältigt oder in irgendeiner anderen Form genutzt werden.

# INHALTSVERZEICHNIS

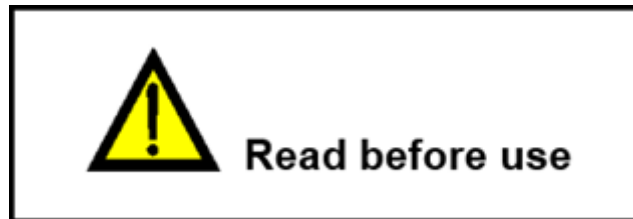
<b>1</b>	<b>Allgemeine Beschreibung .....</b>	<b>6</b>
1.1	Warnungen und Hinweise .....	6
1.1.1	Sicherheitswarnungen .....	6
1.1.2	Warnungen in Bezug auf die Sicherheit der Messfunktionen .....	7
1.1.3	Hinweise zu Messfunktionen .....	9
1.1.4	Allgemeine Hinweise .....	10
1.1.5	Markierungen auf dem Gerät .....	10
1.2	Angewandte Normen .....	10
<b>2</b>	<b>Gerätesatz und Zubehör .....</b>	<b>12</b>
2.1	Lieferumfang des Geräts .....	12
2.2	Optionales Zubehör .....	12
<b>3</b>	<b>Beschreibung des Geräts .....</b>	<b>13</b>
3.1	Frontplatte .....	13
<b>4</b>	<b>Gerätebetrieb .....</b>	<b>15</b>
4.1	Allgemeine Bedeutung der Tasten .....	15
4.2	Allgemeine Bedeutung der Touchbefehle .....	16
4.3	Virtuelle Tastatur .....	16
4.4	Sicherheitsprüfungen, Symbole, Mitteilungen .....	17
4.4.1	Bluetooth- und WLAN-Verbindungen .....	21
4.4.2	Klemmenspannungsmonitor .....	21
4.4.3	Batterieanzeige .....	22
4.5	Hauptmenü des Geräts .....	22
4.6	Menü Allgemeine Einstellungen .....	23
4.6.1	Einstellungen .....	24
4.6.2	WLAN-Einstellungen .....	24
4.6.3	Bluetooth-Initialisierung .....	24
4.6.4	Erste Einstellungen .....	25
4.6.5	Über .....	25
4.6.6	Benutzerkonten .....	25
4.6.7	Verwalten von Konten .....	27
4.6.8	Konnektivität .....	28
4.7	Geräteprofile .....	28
4.8	Workspace Manager .....	29
4.8.1	Workspaces und Export .....	29
4.9	Auto Sequence®-Gruppen .....	30
4.10	PV-Module .....	31
4.10.1	Vorgänge auf der Liste des PV-Moduls .....	31
4.10.2	Konfiguration von PV-Modulen .....	32
4.10.3	Import der Liste der PV-Module .....	33
<b>5</b>	<b>Memory Organizer .....</b>	<b>34</b>
5.1	Vorgänge im Memory Organizer .....	34

5.1.1	Vorgänge im Workspace .....	34
5.1.2	Vorgänge bei den Messungen.....	35
5.1.3	Messstatus.....	36
5.1.4	Vorgänge an den Strukturobjekten.....	37
5.1.5	Memory Organizer durchsuchen .....	38
5.1.6	Ändern von PV-Modulen und anderen Parametern in bereits durchgeführten Messungen .....	39
<b>6</b>	<b>Einzeltests .....</b>	<b>40</b>
6.1	Auswahlmodi.....	40
6.2	Bildschirme der Einzeltests .....	40
6.2.1	Startbildschirm des Einzeltests .....	41
6.2.2	Bildschirm Einzeltest während des Starts .....	41
6.2.3	Ergebnisbildschirm des Einzeltests .....	42
6.2.4	Bearbeiten von Diagrammen .....	43
6.3	(Inspektions-)Bildschirme des Einzeltests .....	43
6.3.1	Startbildschirm (Inspektion) des Einzeltests .....	44
6.3.2	(Inspektions-)Bildschirme des Einzeltests während des Tests.....	44
6.3.3	Ergebnisbildschirm des Einzeltests (Inspektion) .....	46
6.3.4	Hilfe-Bildschirme .....	46
6.4	Umgebungsdaten .....	47
6.4.1	Online-Synchronisation von Umgebungsdaten zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät .....	48
6.4.2	Synchronisation der Umgebungsdaten zwischen PV-Ferneinheit WL und Gerät nach dem Test .....	49
6.4.3	Manuelle Eingabe von Umweltdaten.....	50
6.5	Einzeltestmessungen.....	51
6.5.1	Sichtprüfung .....	51
6.5.2	R low, 200 mA Widerstands messung.....	51
6.5.3	Kompensieren der Prüfleitungen .....	52
6.5.4	Isolationswiderstand (Roc+, Roc-, Roc).....	53
6.5.5	Uoc/Isc.....	53
6.5.6	I/U-Kurve .....	55
6.5.7	Automatische Messung – IEC 62446 Autotest.....	57
6.5.8	Umwelt .....	59
<b>7</b>	<b>Auto Sequences® .....</b>	<b>60</b>
7.1	Auswahl und Suche von Auto Sequences .....	60
7.1.1	Organisieren der Auto Sequences® im Menü Auto Sequences® .....	61
7.2	Auto Sequence .....	61
7.2.1	Ansichtsmenü Auto Sequence® .....	62
7.2.2	Anzeige von Schleifen.....	63
7.2.3	Verwalten von Multiple Points.....	63
7.2.4	Schritt für Schritt Durchführung von Auto Sequences.....	63
7.2.5	Ergebnisbildschirm der Auto Sequence .....	64
<b>8</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>67</b>
8.1	Regelmäßige Kalibrierung .....	67

8.2	Service .....	67
8.3	Reinigung.....	67
<b>9</b>	<b>Kommunikationen .....</b>	<b>68</b>
9.1	USB- und RS232-Kommunikation mit dem PC .....	68
9.2	Kommunikation mit der A 1785 – PV-Ferneinheit WL.....	68
<b>10</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>70</b>
10.1	Prüfung und Messungen .....	70
10.1.1	R ISO PV – Isolationswiderstand .....	70
10.1.2	R low - 200 mA Widerstandsmessung.....	71
10.1.3	I/U-Kurvenverfolgung.....	71
10.1.4	Uoc/Isc-Messungen.....	72
10.1.5	Umgebungsbedingungen .....	73
10.1.6	IEC 62446 Autotest.....	73
10.2	Allgemeine Daten .....	73
<b>11</b>	<b>Anhang A - Fernbetrieb .....</b>	<b>76</b>
11.1	Metrel ES Manager.....	76
11.2	Black Box-Protokoll .....	76
11.3	SDK.....	76
<b>12</b>	<b>Anhang B - Strukturobjekte .....</b>	<b>77</b>
<b>13</b>	<b>Anhang C - Profilanmerkungen.....</b>	<b>78</b>
<b>14</b>	<b>Anhang D - PV-Messungen - berechnete Werte .....</b>	<b>79</b>
<b>15</b>	<b>Anhang E – Bifaziale PV-Module.....</b>	<b>83</b>

# 1 Allgemeine Beschreibung

## 1.1 Warnungen und Hinweise



### 1.1.1 Sicherheitswarnungen

Um einen hohen Grad der Bedienersicherheit während der Durchführung verschiedener Messungen mittels des PV Analyser XA-Geräts zu erzielen, und um das Testzubehör unbeschädigt zu lassen, ist es notwendig, die folgenden allgemeinen Warnungen zu berücksichtigen.

- Lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch, ansonsten kann die Verwendung des Geräts gefährlich für den Bediener, für das Gerät oder für den Prüfling werden!
- Berücksichtigen Sie die Warnzeichen auf dem Gerät!
- Wenn das Prüfgerät auf eine Weise verwendet wird, die nicht in dieser Bedienungsanleitung angegeben ist, kann das Gerät beeinträchtigt sein!
- Stellen Sie vor der Durchführung von Tests oder Messungen sicher, dass die für die Messung vorgesehenen PV-Strings vom Wechselrichter getrennt sind.
- Verwenden Sie das Gerät und Zubehörteil nicht, wenn Sie Beschädigungen bemerken!
- Überprüfen Sie das Gerät und dessen Zubehör regelmäßig auf die korrekte Funktion, um eine Gefahr zu vermeiden, die aus irreführenden Ergebnissen entstehen könnte.
- Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Testzubehör von *Metrel*!
- Berücksichtigen Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um die Gefahr eines Elektroschocks zu vermeiden, während Sie es mit gefährlichen Spannungen zu tun haben!
- Servicearbeiten und Kalibrierung des Geräts dürfen nur von einer kompetenten, autorisierten Person durchgeführt werden!
- *Metrel Auto Sequences*® wurden als Orientierungshilfe für Tests konzipiert, um die Testzeit erheblich zu verringern, den Arbeitsumfang zu verbessern und die Nachverfolgbarkeit der durchgeführten Tests zu erhöhen. *Metrel* übernimmt in keinem Fall eine Verantwortung für eine Auto Sequence. Es liegt in der Verantwortung des Nutzers, die Angemessenheit für den Verwendungszweck der gewählten Auto Sequence zu prüfen. Dies beinhaltet den Typ und die Anzahl der Tests, den Sequenzfluss, die Prüfparameter und -Grenzen.

- PV-Quellen können sehr hohe Spannungen und Ströme erzeugen. Nur qualifiziertes und geschultes Personal darf Messungen an Photovoltaikanlagen durchführen.
- Sicherheitsvorkehrungen für Arbeiten auf dem Dach sollten berücksichtigt werden.
- Im Falle eines Fehlers im Messsystem (Drähte, Geräte, Anschlüsse, Messgerät, Zubehör...), Vorhandensein von brennbaren Gasen, sehr hoher Feuchtigkeit oder starkem Staub kann ein elektrischer Lichtbogen entstehen, der nicht von selbst erlischt. Lichtbögen können zu Bränden führen und schwere Schäden verursachen. Der Nutzer muss geschult sein, die PV-Anlage in diesem Fall sicher zu trennen.
- Dieses Gerät ist nicht für die Durchführung der in IEC 62446-1:2016 (Abschnitt 6.3 (Prüfung von PV-String-Kombinationskästen) beschriebenen Prüfungen vorgesehen, wenn die Systemgleichspannung 750 V übersteigt. Während das Gerät für allgemeine PV-Prüfungen ausgelegt ist, können die Prüfkabel bei der Prüfung von Kombinationskästen aufgrund des falschen Anschlusses von PV-Strings Spannungen von möglicherweise über 1500 V ausgesetzt sein. Die Verwendung des Geräts unter solchen Bedingungen kann zu Geräteschäden führen und stellt ein ernsthaftes Sicherheitsrisiko für das Personal dar.



- Verwenden Sie das Gerät nicht in PV-Anlagen mit Spannungen von mehr als 1500 V Gleichstrom und/oder Strömen von mehr als 40 A Gleichstrom! Andernfalls kann das Gerät beschädigt werden.



- Legen Sie keine externe Spannung zwischen die P/S- und PE-Klemmen an. Max. zulässige Spannung: < 10 V DC, max. zulässiger Strom: < 1 A DC! Andernfalls kann das Gerät beschädigt werden.

### 1.1.2 Warnungen in Bezug auf die Sicherheit der Messfunktionen

<b>R low</b>	Schließen Sie die Prüfleitungen niemals am Ausgang des PV-Moduls / Strings an!
<b>R ISO PV IEC 62446 Autotest</b>	Berühren Sie den Prüfling nicht während der Messung oder bevor er vollständig entladen ist! Gefahr eines Elektroschocks! Wenn die Isolationswiderstandsmessung an einem kapazitiven Objekt durchgeführt wurde, darf die automatische Entladung nicht sofort erfolgen! Die Warnmeldung und die aktuelle Spannung werden während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 30 V fällt.
<b>I/U-Kurve Uoc/Isc IEC 62446 Autotest</b>	Trennen Sie die Prüfklemmen während der Messung nicht. Gefahr eines Elektroschocks und/oder eines Lichtbogens!





### 1.1.3 Hinweise zu Messfunktionen

<b>R low</b>	<p>Wenn zwischen den Prüfklemmen eine Spannung von mehr als 10 V (AC oder DC) festgestellt wird, wird die Messung nicht durchgeführt.</p> <p>Parallele Schleifen können die Testergebnisse beeinflussen.</p>
<b>R ISO PV</b>	<p>Wenn an den Prüfklemmen eine externe Spannung festgestellt wird, prüft das Gerät, ob die Bedingungen für die Durchführung des Tests geeignet sind. Entsprechende Benachrichtigungen werden angezeigt.</p> <p>Bedingungen, um den Test zu starten (in Hinsicht auf die externe Spannung an den Prüfklemmen):</p> <p><b>Typ Riso=[Roc+, Roc-]:</b>  <math>0\text{ V} \leq U\text{ (DC+/DC-)} \leq 1500\text{ V}</math>            PE - nicht mit DC+ oder DC- des String-Ausgangs verbunden</p> <p><b>Typ Riso=[Roc]:</b>  <math>20\text{ V} \leq U\text{ (DC+/DC-)} \leq 1500\text{ V}</math>            PE - nicht mit DC+ oder DC- des String-Ausgangs verbunden</p> <p>Am Ende des Tests werden kapazitive Objekte auf 30 V entladen.</p>
<b>IEC 62446 Autotest (Isolation)</b>	<p>Wenn an den Prüfklemmen eine externe Spannung festgestellt wird, prüft das Gerät, ob die Bedingungen für die Durchführung des Tests geeignet sind. Entsprechende Benachrichtigungen werden angezeigt.</p> <p>Bedingungen, um den Test zu starten (in Hinsicht auf die externe Spannung an den Prüfklemmen):</p> <p><math>20\text{ V} \leq U\text{ (DC+/DC-)} \leq 1500\text{ V}</math>            PE - nicht mit DC+ oder DC- des String-Ausgangs verbunden</p>
<b>Uoc/Isc</b> <b>I/U-Kurve</b> <b>IEC 62446 Autotest (Uoc/Isc)</b>	<p>Bedingungen, um den Test zu starten (in Hinsicht auf die externe Spannung an den Prüfklemmen):</p> <p><math>20\text{ V} \leq U\text{ (DC+/DC-)} \leq 1500\text{ V}</math>            PE - nicht mit DC+ oder DC- des String-Ausgangs verbunden</p> <p>Berücksichtigen Sie korrekte Umgebungsbedingungen und PV-Moduldaten! Ansonsten sind Nominal- und STC-Daten falsch / werden nicht berechnet!</p> <p>Wenn der PV-Modulparameter - Rs nicht festgelegt ist, wird der Standardwert von Rs (0,3 Ω) zur Berechnung der STC-Daten verwendet.</p>

**Hinweis**

**Für den Fall, dass falsche PV-Moduldaten verwendet wurden und die (STC, nominal) Ergebnisse falsch sind, ermöglicht es das Gerät, das PV-Modul nach dem Test zu wechseln.**

Siehe Kapitel [Ändern von PV-Modulen und anderen Parametern in bereits durchgeführten Messungen.](#)

**1.1.4 Allgemeine Hinweise**

- LCD-Screenshots in diesem Dokument dienen nur informativen Zwecken. Die Bildschirme am Gerät können leicht abweichen.
- Metrel behält sich das Recht vor, technische Modifikationen ohne Mitteilung als Teil der Weiterentwicklung des Produkts vorzunehmen.

**1.1.5 Markierungen auf dem Gerät**

Lesen Sie die Bedienungsanleitung mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Thema «Sicherheitsbetrieb» durch. Das Symbol erfordert eine Handlung!



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



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



Dieses Gerät sollte als Elektronikschrott recycelt werden.



Das Gerät hat eine verstärkte Isolierung.

**1.2 Angewandte Normen**

Das Gerät wird gemäß der folgenden, unten aufgeführten Vorschriften hergestellt und geprüft.

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

<b>EN 61326-1</b>	Sicherheitsanweisungen elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
-------------------	--

**Sicherheit (LVD)**

<b>EN 61010-1</b>	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
<b>EN 61010-2-030</b>	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 2-030: Besondere Anforderungen für Prüf- und Messkreise
<b>EN 61010-031</b>	Sicherheitsanweisungen für elektrische Geräte zur Messung, Steuerung und für den Laboreinsatz - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen der Elektrik
<b>EN 61557</b>	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsverteilernetzen bis zu 1000 V AC und 1500 V DC. – Gerät zum Testen, Messen und Überwachen von Schutzmaßnahmen Das Gerät ist in Übereinstimmung mit allen relevanten Teilen der EN 61557 Normen.

#### Funktion

<b>EN 62446-1</b>	Photovoltaikanlagen (PV). Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Wartung – Teil 1: Netzgekoppelte Systeme – Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfungen und Inspektion
<b>EN 62446-2</b>	Photovoltaikanlagen (PV). Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Wartung – Teil 2: Netzgekoppelte Anlagen – Wartung von PV-Anlagen
<b>IEC 61829</b>	Photovoltaik (PV)-Anlage - Vor-Ort-Messung der Strom-Spannungskennlinien
<b>IEC 60891</b>	Photovoltaische Einrichtungen - Verfahren für Temperatur- und Einstrahlungskorrekturen an gemessenen I-U-Kennlinien

## 2 Gerätesatz und Zubehör

### 2.1 Lieferumfang des Geräts

- MI 3116 PV Analyser-XA Gerät
- Netzkabel C13/Schuko
- Tragetasche (L)
- Messleitung, rot, 3 m, Banane/Banane
- Messleitung, blau, 3 m, Banane/Banane
- Messleitung, grün, 3 m, Banane/Banane
- Prüfleitung, grün, 4 m
- Prüfleitung, schwarz, 50 m, auf einer Kabelrolle
- PV MC4 zu den Bananenadaptern
- Krokodilklemme, grün
- Prüfspitze, 3 St.,(schwarz, rot, blau)
- USB-Kabel, 1 m, USB-A zu USB-B
- MicroSD-Karte
- A 1785 Ferneinheit WL
- PV-Referenz-Einkristallzelle (A 1834)
- PV Temperaturfühler (A 1833)
- Klemme zum Anbringen des Zubehörs (A 1835), 2 St.
- Wiederaufladbare Ni-MH-Batterien, Typ AA, 1,2 V, 2400 mAh, 6 Stck., (S 2125)
- Netzteiladapter 12 V/0,5 A
- Kalibrierschein
- Kurzgebrauchsanweisung (Kurzanleitung)
- Metrel ES Manager\*

\* Metrel ES Manager und die gesamte Dokumentation können kostenlos vom Metrel-Webserver (<https://www.metrel.si/en/downloads/>) oder aus dem Metrel Dokumentations-Center (<https://doc.metrel.si/>) heruntergeladen werden.

Siehe beigefügtes Blatt „[Im Set enthalten](#)“.

### 2.2 Optionales Zubehör

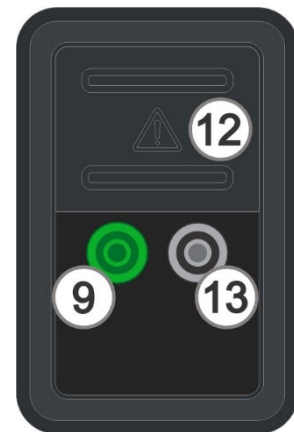
Eine Liste des optionalen Zubehörs, das mit diesem Prüfgerät zugelassen ist, finden Sie unter [www.metrel.si](http://www.metrel.si).

## 3 Beschreibung des Geräts

### 3.1 Frontplatte



Optionen des  
Teststeckers:



1	Netzstecker
2	Serieller Anschluss
3	USB-Kommunikationsanschluss
4	MicroSD-Kartenschlitz
5	Display
6	Tastatur

<b>7</b>	Taste EIN/AUS
<b>8</b>	Prüfstecker
<b>9</b>	PE-Klemme
<b>10</b>	DC--Klemme
<b>11</b>	DC+-Klemme
<b>12</b>	Schutzabdeckung
<b>13</b>	P/S-Klemme (Sonde)

## 4 Gerätebetrieb

Das Gerät kann über die Tastatur oder den Touchscreen bedient werden.

### 4.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten



#### Taste EIN/AUS

Gerät ein- / ausschalten.

Um das Gerät auszuschalten, drücken Sie die Taste für 2 Sekunden.

Das Gerät schaltet sich nach 10 Minuten Leerlauf automatisch aus (keine Taste gedrückt oder Touchscreen-Aktivität).

**Gerät zurücksetzen (länger als 5 s drücken).**



#### Cursortasten werden verwendet um:

- Die entsprechende Option auszuwählen.
- Links, rechts, hoch, runter.
- In einigen Funktionen: Seite hoch, Seite runter.



#### Die RUN-Taste wird verwendet um:

- Die ausgewählte Option zu bestätigen.
- Die Messungen zu starten und zu stoppen.



#### Die Escape-Taste wird verwendet um:

- Ohne Änderungen zum vorherigen Menü zurückzukehren.
- Messungen abubrechen.



#### Die Optionen-Taste wird verwendet um:

- Die Spalte im Bedienfeld zu erweitern.
- Eine detaillierte Ansicht der Optionen anzuzeigen.

## 4.2 Allgemeine Bedeutung der Touchbefehle



**Tippen (die Oberfläche kurz mit der Fingerspitze berühren) wird verwendet um:**

- Die entsprechende Option auszuwählen.
- Die ausgewählte Option zu bestätigen.
- Die Messungen zu starten und zu stoppen.



**Swipen (drücken, bewegen, anheben) nach oben / unten wird verwendet um:**

- Durch Inhalte auf derselben Ebene zu scrollen.
- Zwischen den Ansichten auf derselben Ebene zu navigieren.



**Langes Drücken (die Oberfläche mit der Fingerspitze mindestens 1 s berühren) wird verwendet um:**

- Zusätzliche Tasten auszuwählen (virtuelle Tastatur).



**Das Antippen des Escape-Symbols wird verwendet um:**

- Ohne Änderungen zum vorherigen Menü zurückzukehren.
- Messungen abubrechen / zu stoppen.

## 4.3 Virtuelle Tastatur











Optionen:



Umschalten zwischen Groß- und Kleinschreibung.  
Nur aktiv, wenn das Tastaturlayout der alphabetischen Zeichen ausgewählt ist.



	Rücktaste Löscht das letzte Zeichen oder alle Zeichen, wenn ausgewählt. (Wenn 2 Sekunden lang gehalten, werden alle Zeichen ausgewählt).
	Eingabe bestätigt neuen Text.
	Aktiviert das Zahlen- /Symbollayout.
	Aktiviert alphabetische Zeichen.
	Englisches Tastaturlayout.
	Griechisches Tastaturlayout.
	Russisches Tastaturlayout.
	Kehrt ohne Änderungen zum vorherigen Menü zurück.

#### Hinweis

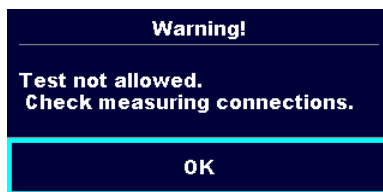
- Wenn die Rücktaste 2 Sekunden lang gehalten wird, werden alle Zeichen ausgewählt.

#### Hinweis

Das Drücken einiger Tasten öffnet zusätzliche Tasten.

## 4.4 Sicherheitsprüfungen, Symbole, Mitteilungen

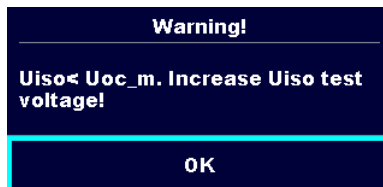
Bei der Inbetriebnahme und während des Betriebs führt das Gerät verschiedene Sicherheitsprüfungen durch, um die Sicherheit zu gewährleisten und um Schäden zu vermeiden. Wenn die Sicherheitsprüfung fehlschlägt, erscheint eine Warnmitteilung und Sicherheitsmaßnahmen werden ergriffen.



### Externe Spannung zwischen DC+/PE- oder DC-/PE-Klemmen

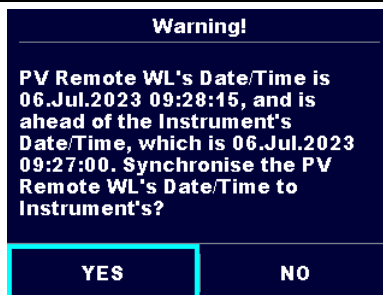
Die Prüfung des Isolationswiderstands kann nicht durchgeführt werden.

- Mögliche Gründe: Anschluss an den Ausgang des PV-Strings



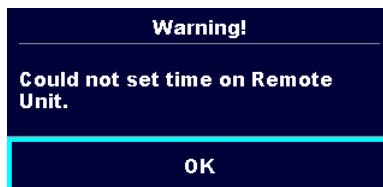
Die Isolationsprüfspannung ist niedriger als die Leerlaufspannung des getesteten PV-Strings.

Die Prüfung des Isolationswiderstands (Roc) kann nicht erfolgen.

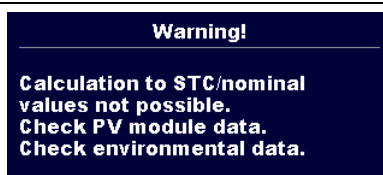


Uhrzeitsynchronisierungswarnung.

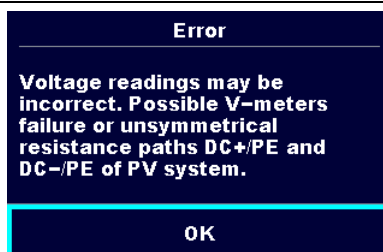
Nach der Bestätigung übernimmt die A 1785 – PV-Ferneinheit WL die Zeit vom Gerät.



Warnung, dass die Zeitsynchronisierung nicht möglich ist, während die Remote-Einheit protokolliert.



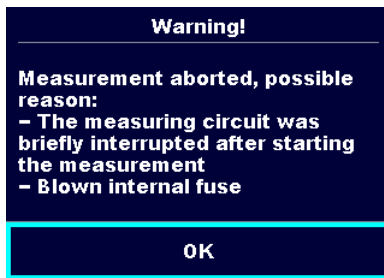
Warnung, dass STC- / Nennwerte aufgrund fehlender oder ungültiger PV-Modul- oder Umgebungsdaten nicht berechnet und angezeigt werden können.



Die Spannungswerte können falsch sein.

Mögliche Ursachen:

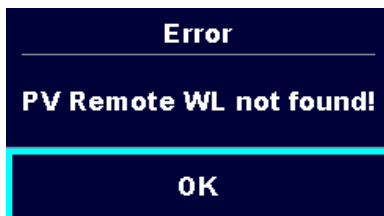
- Ausfall der Eingangs-Voltmeter
- Unsymmetrische Spannung DC+/PE oder DC-/PE an der PV-Anlage.



Die Messung wurde abgebrochen.

Mögliche Ursachen:

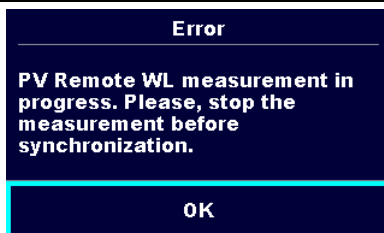
- Kurzzeitunterbrechung an Messkontakten
- Durchgebrannte interne Sicherung



PV-Ferneinheit WL während der Synchronisierung nicht gefunden.

Mögliche Gründe:

- Die PV-Ferneinheit WL ist ausgeschaltet.
- Keine WLAN-Verbindung zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät.
- WLAN-Kommunikation liegt außerhalb des zulässigen Bereichs.



Die Synchronisierung der Testergebnisse ist nicht möglich, während die Remote-Einheit protokolliert.



Die Messung läuft, berücksichtigen Sie die angezeigten Warnungen.



### WARNUNG

**Eine sehr hohe und gefährliche Spannung ist / wird am Ausgang des Geräts vorliegen!**

Das Gerät entlädt das geprüfte Objekt automatisch nach Abschluss der Isolationsmessung.

Wenn eine Isolationswiderstandsmessung an einem kapazitiven Objekt durchgeführt wurde, darf die automatische Entladung nicht sofort erfolgen! Das Warnsymbol und die aktuelle Spannung werden während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 30 V fällt.



### WARNUNG

**Eine höhere Spannung ist / wird an den Anschlüssen des Geräts vorliegen! (Hohe Prüfspannung oder PV-String-Spannung).**



Instabile Bestrahlungsstärke oder zu geringe Bestrahlungsstärke

( $I_{rr} < I_{rr\_min}$ ).

Eine Berechnung nach STC ist nicht möglich.



Bifaziales Modul ausgewählt.

Die Rückstrahlung ( $I_{rr\_b}$ ) ist / wird in die Berechnung der STC-Werte einbezogen.



$\Delta U_{oc} > \Delta U_{oc\_warning}$ .

Überprüfen Sie den Modultyp und die Anzahl der Module.



DC+- und DC--Anschlüsse sind vertauscht.



Wechselspannung wird an den Messklemmen erkannt.



Durchgebrannte interne Sicherung



Das Gerät ist überhitzt. Die Messung kann nicht durchgeführt werden, bis das Symbol verschwindet.



Der Prüflitungswiderstand in der R low - Messung wird nicht kompensiert.



Der Prüflitungswiderstand in der R low - Messung wird kompensiert.



Test bestanden.

Das Ergebnis liegt innerhalb der vorher festgelegten Grenzwerte.



Test fehlgeschlagen.

Das Ergebnis liegt außerhalb der vorher festgelegten Grenzwerte.



Die Messung wurde abgebrochen. Berücksichtigen Sie die angezeigten Warnungen und Mitteilungen.

In R ISO PV und IEC 62446 wird die Autotestfunktion Roc nur dann berechnet, wenn die Testzeit (Dauer) verstrichen ist, ohne dass der Benutzer sie gestoppt hat.



Die Bedingungen an den Eingangsklemmen ermöglichen das Starten der Messung; berücksichtigen Sie andere angezeigte Warnungen und Mitteilungen.



Die Bedingungen an den Eingangsklemmen ermöglichen das Starten der Messung nicht, berücksichtigen Sie andere angezeigte Warnungen und Mitteilungen.



Stoppen Sie die Messung.

### Hinweis

Bei einigen Symbolen werden weitere Informationen angezeigt, wenn Sie auf das Symbol



#### 4.4.1 Bluetooth- und WLAN-Verbindungen



Bluetooth-Verbindung aktiv.

Das Bluetooth-Symbol wird nur während der Datenübertragung angezeigt.



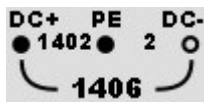
WLAN-Kommunikation mit PV-Ferneinheit WL inaktiv.



WLAN-Kommunikation mit PV-Ferneinheit WL aktiv.

Die WLAN-Signalstärke wird angezeigt.

#### 4.4.2 Klemmenspannungsmonitor



Der Klemmenspannungsmonitor zeigt die Anzeige der Spannung und der aktiven Prüfklemmen an. Die PE-Klemme sollte für den korrekten Eingangsspannungszustand auch angeschlossen werden.



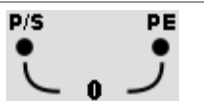
DC+ und PE sind aktive Prüfklemmen.



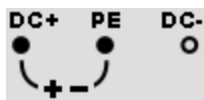
DC- und PE sind aktive Prüfklemmen.



DC+ und DC- sind aktive Prüfklemmen.



Aktive Prüfklemmen für R low-Messung.



Polarität der an den Ausgangsklemmen angelegten Prüfspannung.

#### 4.4.3 Batterieanzeige

Die Batterieanzeige zeigt den Ladezustand der Batterie und den Anschluss an die Wechselstromversorgung an.



Die Batterie ist in gutem Zustand.



Die Batterie ist voll.



Niedriger Batteriestand.

Die Batterie ist zu schwach, um ein korrektes Ergebnis zu garantieren. Laden Sie die Batterie auf.



Leere Batterie oder keine Batterie.



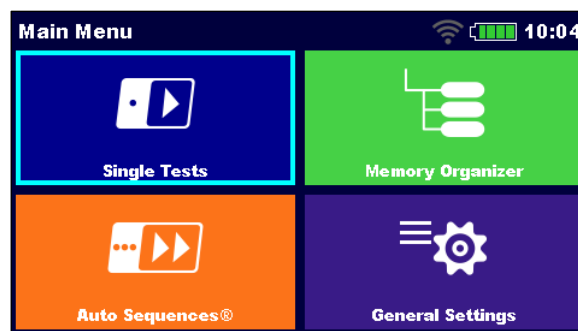
Ladevorgang läuft (wenn das Gerät an die Wechselstromversorgung angeschlossen ist).



Ladevorgang abgeschlossen.

## 4.5 Hauptmenü des Geräts

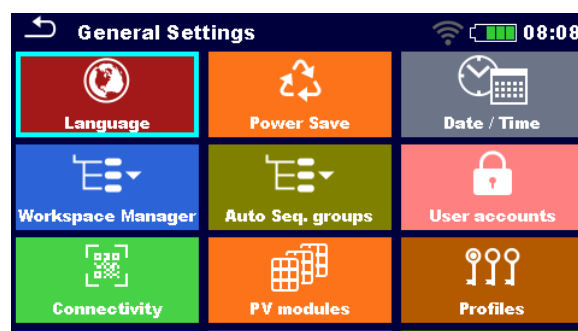
Im Hauptmenü des Geräts können vier Hauptbetriebsmenüs ausgewählt werden.



<b>Einzeltest</b>	Menü für das Auswählen von Einzeltests
<b>Auto Sequences®</b>	Menü für das Auswählen von Auto Sequences
<b>Memory Organizer</b>	Menü für das Arbeiten mit strukturierten Testobjekten und Messungen
<b>Allgemeine Einstellungen</b>	Menü für die Einrichtung des Geräts

## 4.6 Menü Allgemeine Einstellungen

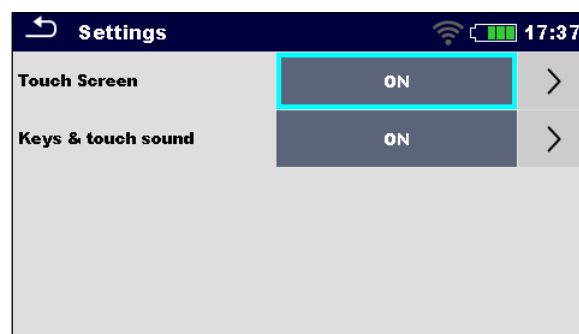
Im Menü Allgemeine Einstellungen können die allgemeinen Parameter und Einstellungen des Geräts angesehen oder eingestellt werden.



<b>Sprache</b>	Sprachauswahl
<b>Energiesparen</b>	Helligkeit des LCD, LCD-Ausschalttimer, Aktivieren/Deaktivieren der Bluetooth-Kommunikation
<b>Datum / Zeit</b>	Einstellen von Datum und Zeit
<b>Workspace Manager</b>	Verwalten von Projektdateien
<b>Auto Sequence®-Gruppen</b>	Verwalten der Listen von Auto Sequences®
<b>Benutzerkonten</b>	Verwalten von Benutzerkonten
<b>Konnektivität</b>	Menü mit QR-Code-Link für die Verbindung zur Metrel Cloud App
<b>PV-Module</b>	Verwalten von PV-Modulen

<b>Profile</b>	Geräteprofile (Diese Einstellung ist nur dann sichtbar, wenn mehr als ein Profil zur Verfügung steht.)
<b>Einstellungen</b>	Einstellen verschiedener System- und Messparameter
<b>Bluetooth-Init.</b>	Bluetooth- /WLAN-Modul-Initialisierung
<b>Erste Einstellungen</b>	Werkeinstellungen
<b>Über</b>	Gerätedaten

#### 4.6.1 Einstellungen



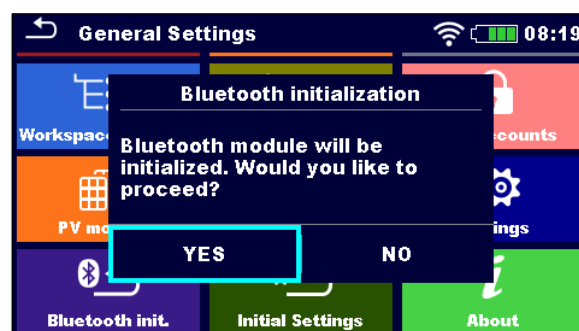
<b>Touchscreen</b>	Touchscreen ein- / ausstellen.
<b>Tasten Berührungston</b>	& Tastenberührungston ein- / ausstellen.

#### 4.6.2 WLAN-Einstellungen

Siehe Kapitel [Kommunikation mit der A 1785 – PV-Ferneinheit WL und A 1785 – Bedienungsanleitung der PV-Ferneinheit WL](#) für detaillierte Informationen.

#### 4.6.3 Bluetooth-Initialisierung

In diesem Menü wird das interne Bluetooth- / WLAN-Modul zurückgesetzt.





#### 4.6.4 Erste Einstellungen

In diesem Menü wird das interne Bluetooth / WLAN-Modul initialisiert und die Einstellungen, Messparameter und Grenzwerte des Geräts werden auf die Ausgangswerte (Werkseinstellung) gesetzt.

##### WARNUNG

**Die folgenden benutzerdefinierten Einstellungen gehen verloren, wenn Sie die Geräte auf die Ausgangswerte stellen:**

- Messgrenzwerte und Parameter.
- Globale Parameter und Systemeinstellungen.
- Die geöffnete Workspace und Auto Sequence®-Gruppe wird abgewählt.
- Der Benutzer wird abgemeldet.

##### Hinweis

**Die folgenden benutzerdefinierten Einstellungen bleiben:**

- Profileinstellungen
- Daten im Speicher (Daten im Memory Organizer, Workspaces, Auto Sequence®-Gruppen und Auto Sequences®)
- Benutzerkonten

#### 4.6.5 Über

In diesem Menü können die Gerätedaten (Name, Seriennummer, FW (Firmware)- und HW (Hardware)-Version, Profilcode, HD (Hardwaredokumentation)-Version und Datum der Kalibrierung) angesehen werden.

About	
<b>Name</b>	MI 3116 PV Analyser XA
<b>S/N</b>	23490006
<b>FW version</b>	0.0.10.BETA.9066cc6
<b>FW Profile</b>	BJAB
<b>HW version</b>	2
<b>HD version</b>	1

#### 4.6.6 Benutzerkonten

Das Gerät hat ein Benutzerkontensystem. Folgende Maßnahmen können verwaltet werden:

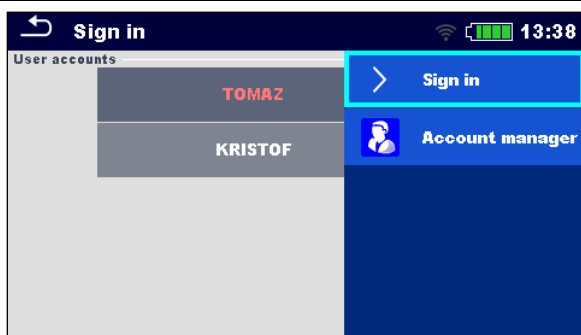
- Einstellung, wenn das Anmelden für die Arbeit mit dem Gerät erforderlich ist oder nicht.
- Hinzufügen und Löschen neuer Benutzer, Einstellen ihrer Benutzernamen und Passwörter.
- Einstellen des Passworts, um den Black Box-Betrieb zu ermöglichen.

### Voreingestellte Passwörter

<b>„ADMIN“</b>	Das voreingestellte Passwort für den Kontenmanager
<b>Das zweite Passwort für den Kontenmanager</b>	Dieses Passwort wird mit dem Gerät geliefert und entsperrt immer den Kontenmanager
<b>Leer (deaktiviert)</b>	Für den Black Box-Betrieb muss standardmäßig kein Passwort eingegeben werden

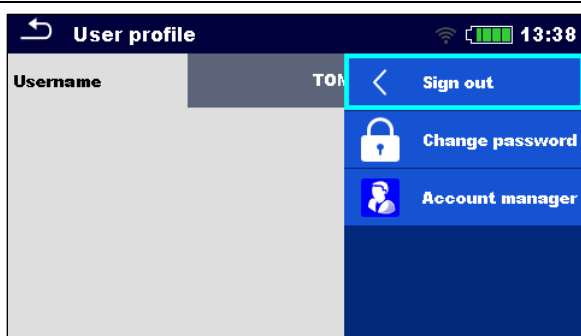
### Hinweis

- Wenn ein Benutzerkonto eingerichtet wird und der Benutzer angemeldet ist, wird der Benutzername für jede Messung gespeichert.



**Als Benutzer anmelden:** Benutzer auswählen, **Anmelden**, Benutzerpasswort ändern.

**Als Administrator anmelden:** **Kontenmanager** auswählen, **Passwort** für den Kontenmanager einrichten.



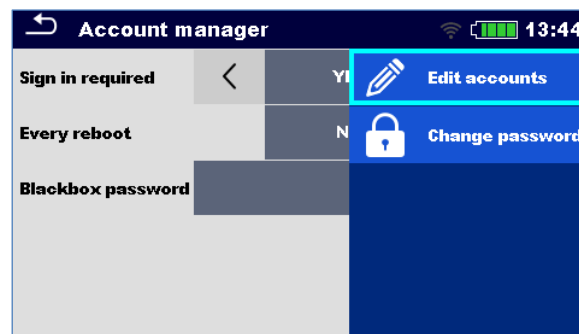
**Benutzer abmelden:** **Abmelden** auswählen

Benutzerpasswort ändern (einzelne Benutzer können ihr Passwort ändern):  
**Passwort ändern** auswählen, neues Passwort einrichten.

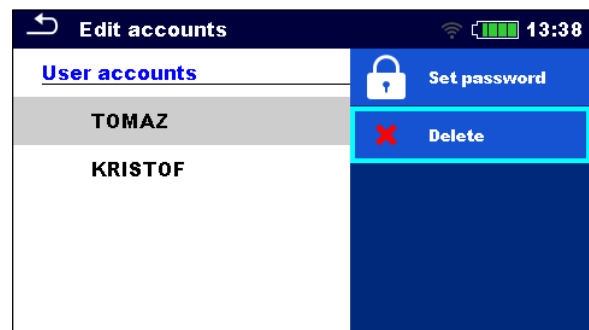
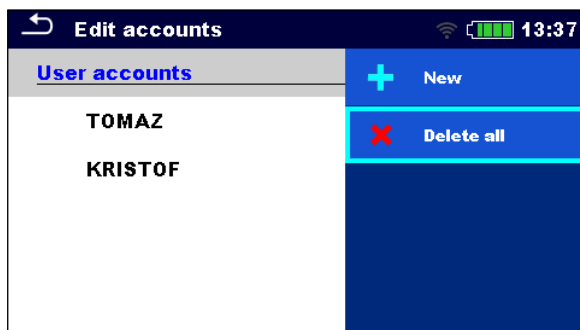
**Abmelden vom Kontenmanager:** geht automatisch durch Verlassen des Kontenmanager-Menüs.

### 4.6.7 Verwalten von Konten

Benutzerkonten können vom Kontenmanager verwaltet werden.



<b>Eine Anmeldung ist erforderlich</b>	Erfordert ein Anmelden
<b>Bei jedem Neustart</b>	Das Anmelden ist einmalig erforderlich, oder nach jedem Neustart des Geräts
<b>Passwort ändern</b>	Passwort für den Kontenmanager ändern. Achten Sie beim Passwort auf die Groß- und Kleinschreibung.
<b>Black Box-Passwort</b>	Black Box-Passwort einrichten (dasselbe Passwort ist für alle Benutzer gültig)



<b>Neuen Benutzer hinzufügen</b>	Überschriftenzeile (Benutzerkonten), Neu, Name und Passwort hinzufügen
<b>Alle Benutzer löschen</b>	Überschriftenzeile (Benutzerkonten), Alle löschen
<b>Benutzer löschen</b>	Benutzer auswählen, Löschen
<b>Passwort des Benutzers ändern</b>	Benutzer auswählen, Passwort einrichten

### 4.6.8 Konnektivität

In diesem Menü wird ein QR-Code-Link für die Verbindung zur Metrel Cloud App angezeigt. Weitere Informationen finden Sie in der Metrel Cloud-Hilfe.

**Hinweis**

- Die Metrel Cloud App ist für Android und iOS verfügbar.



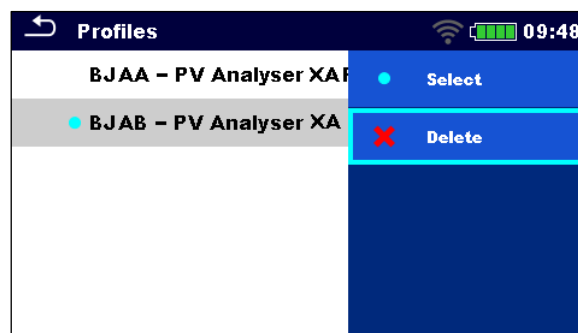
Google Play



App Store

## 4.7 Geräteprofile

Das Gerät verwendet spezifische System- und Messeinstellungen in Hinsicht auf den Arbeitsumfang oder das Land, in dem es verwendet wird. Diese spezifischen Einstellungen werden in den Geräteprofilen gespeichert. Standardmäßig hat jedes Gerät mindestens ein Profil aktiviert. Der ordnungsgemäße Lizenzschlüssel muss erworben werden, um dem Gerät weitere Profile hinzuzufügen. Siehe [Anhang C - Profilanmerkungen](#) für weitere Informationen über die Funktionen, die von den Profilen spezifiziert werden.



<b>Auswählen</b>	Profil auswählen
<b>Löschen</b>	Profil löschen

**Hinweis**

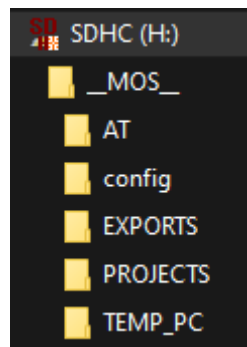
- Dieses Menü ist nur dann sichtbar, wenn mehr als ein Profil zur Verfügung steht.

## 4.8 Workspace Manager

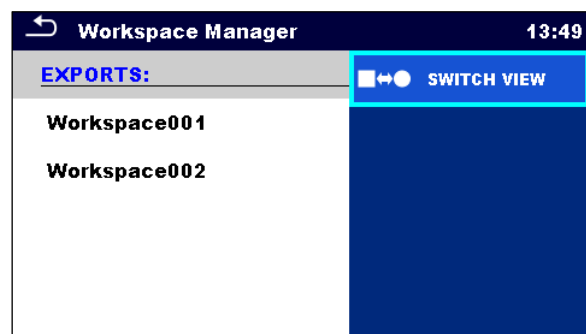
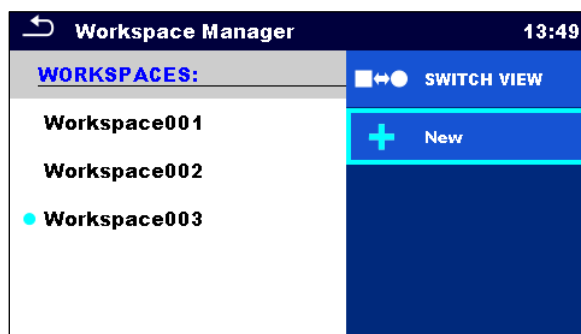
Der Workspace Manager dient dazu, verschiedene Workspaces und Exporte, die auf der MicroSD-Karte gespeichert sind, zu verwalten.

### 4.8.1 Workspaces und Export

Die Arbeiten können mithilfe der Workspaces und Exporte organisiert werden. Sowohl Exporte als auch Workspaces beinhalten alle relevanten Daten (Messungen, Parameter, Grenzwerte, Strukturobjekte) einer einzelnen Arbeit.



Workspaces werden auf der MicroSD-Karte im Verzeichnis PROJEKTE gespeichert, während die Exporte im Verzeichnis EXPORTE gespeichert. Exportdateien können von den Metrel-Anwendungen gelesen werden, die auf anderen Geräten laufen. Exporte sind dazu geeignet Datensicherungen wichtiger Arbeiten durchzuführen oder können für das Speichern von Arbeiten verwendet werden, wenn die entnehmbare MicroSD-Karte als Massenspeichergerät verwendet wird. Um am Gerät zu arbeiten, sollte zunächst ein Export aus der Liste der Exporte importiert und zu einem Workspace umgewandelt werden. Um als Exportdaten gespeichert zu werden, sollte ein Workspace zunächst aus der Liste der Workspaces importiert und zu einem Export umgewandelt werden. Im Menü Workspace Manager werden Workspaces und Exporte in zwei separaten Listen angezeigt.

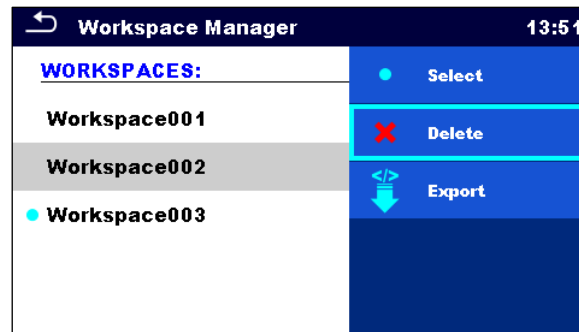


Überschriftenzeile (Workspaces, Exporte), Ansicht Wechseln

Zwischen Exporten und Workspaces umschalten

Überschriftenzeile (Workspaces), Neu

Neuen Workspace hinzufügen



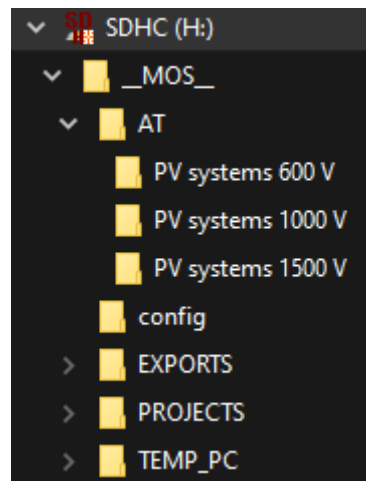
<b>Auswählen</b>	Ausgewählten Workspace im Memory Organizer öffnen
<b>Löschen</b>	Ausgewählten Workspace löschen
<b>Export</b>	Ausgewählten Workspace in einen Export exportieren



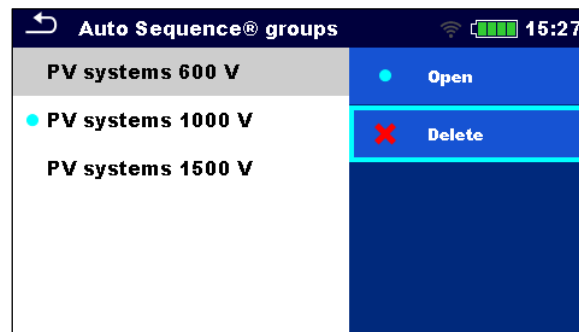
<b>Importieren</b>	Ausgewählten Export in einen Workspace importieren
<b>Löschen</b>	Ausgewählten Export löschen

## 4.9 Auto Sequence®-Gruppen

Die Auto Sequences im Gerät können mithilfe von Listen organisiert werden. In einer Liste ist eine Gruppe ähnlicher Auto Sequences gespeichert. Das Menü Auto Sequence®-Gruppen dient dazu, verschiedene Listen zu verwalten. Ordner mit Listen der Auto Sequences werden auf der MicroSD-Karte im Verzeichnis *Root\\_\_MOS\_\_\AT* gespeichert.



Im Menü der Auto Sequence® -Gruppe werden Listen von Auto Sequences® angezeigt.

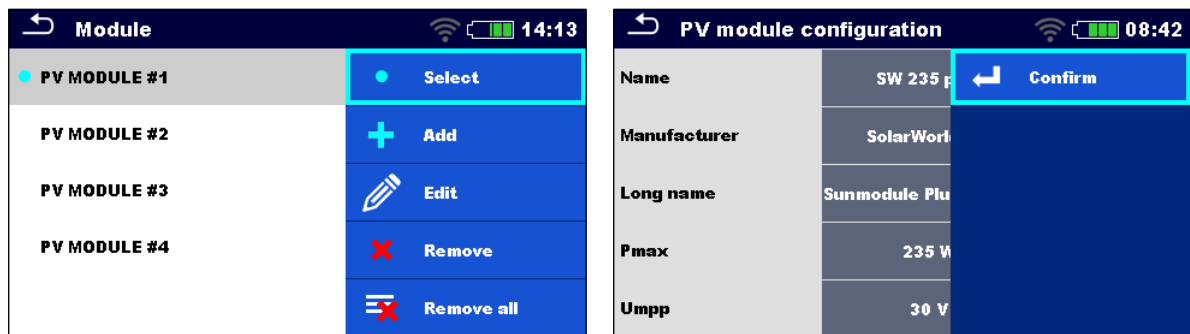


<b>Öffnen</b>	Öffnen Sie die ausgewählte Auto Sequence®-Gruppe in Hauptmenü Auto Sequences®.
<b>Löschen</b>	Löschen Sie die gewählte Auto Sequence®-Gruppe.

## 4.10 PV-Module

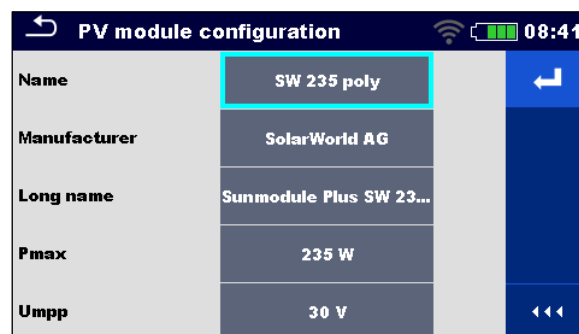
In diesem Menü kann eine Liste der PV-Module und ihrer Daten verwaltet werden. Die Daten der PV-Module aus dieser Liste werden bei Messungen zur Berechnung der Nenn- und STC-Ergebnisse verwendet.

### 4.10.1 Vorgänge auf der Liste des PV-Moduls



<b>Auswählen</b>	PV-Modul auswählen
<b>Hinzufügen</b>	Ein neues PV-Modul hinzufügen
<b>Bearbeiten</b>	Für die Bearbeitung des gewählten Moduls / Bearbeitung der Daten des PV-Moduls in das Menü gehen
<b>Entfernen</b>	Ausgewähltes PV-Modul entfernen
<b>Alle entfernen</b>	Ganze Liste von PV-Modulen löschen
<b>Bestätigen</b>	Neues Modul oder bearbeitete Datenbestätigung

#### 4.10.2 Konfiguration von PV-Modulen



##### Parameter des PV-Moduls

<b>Name</b>	Bezeichnung des PV-Moduls
<b>Hersteller</b>	Hersteller von PV-Modulen
<b>Langer Name</b>	Langer Name des PV-Moduls
<b>Pmax</b>	Nennleistung des PV-Moduls
<b>Umpp</b>	Spannung am maximalen Leistungspunkt
<b>Imp</b>	Strom am maximalem Leistungspunkt
<b>Uoc</b>	Leerlaufspannung
<b>Isc</b>	Kurzschlussstrom
<b>NOCT</b>	Normale Betriebstemperatur der Zelle



<b>Alpha</b>	Temperaturkoeffizient von $I_{sc}$ (A/°C)
<b>Beta</b>	Temperaturkoeffizient von $U_{oc}$ (V/°C)
<b>Gamma</b>	Temperaturkoeffizient von $P_{max}$ (%/°C)
<b>Rs</b>	Serienwiderstand des PV-Moduls (0,3 $\Omega$ , wenn nicht eingestellt)
<b>Bifazialität</b>	Bifazialer Faktor des PV-Moduls.

#### Hinweis

- Monofaziale PV-Module sollten einen bifazialen Faktor von 0,00 haben.
- Typische Werte der Bifazialität für bifaziale PV-Module liegen zwischen 0,70 und 1,00.

### 4.10.3 Import der Liste der PV-Module

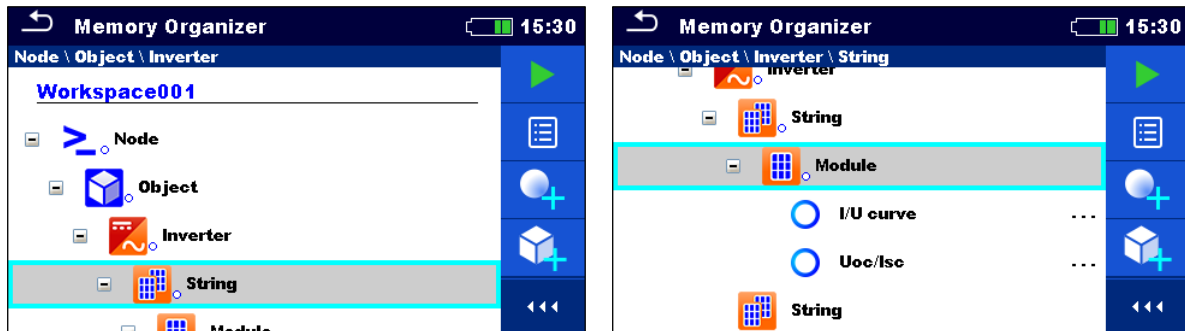
Die Liste der PV-Module kann auch im Metrel ES Manager erstellt und auf das Gerät importiert werden. Weitere Informationen finden Sie in der [Metrel ES Manager Bedienungsanleitung](#).

#### WARNUNG

- Nach dem Hochladen wird die Liste der PV-Module auf dem Gerät überschrieben!

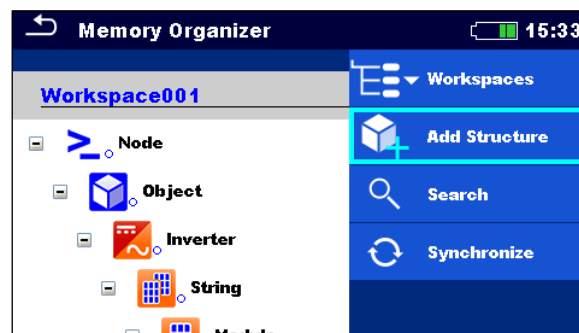
## 5 Memory Organizer

Der Memory Organizer ist eine Umgebung zum Speichern und Arbeiten mit Prüfdaten. Die Daten werden in einer mehrstufigen Baumstruktur mit Strukturobjekten und Messungen organisiert. Für eine Liste der verfügbaren Strukturobjekte, siehe [Anhang B - Strukturobjekte](#).



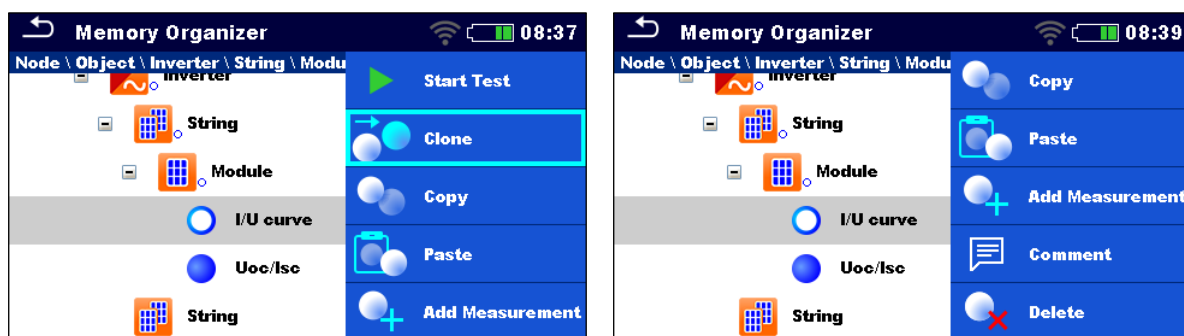
### 5.1 Vorgänge im Memory Organizer

#### 5.1.1 Vorgänge im Workspace

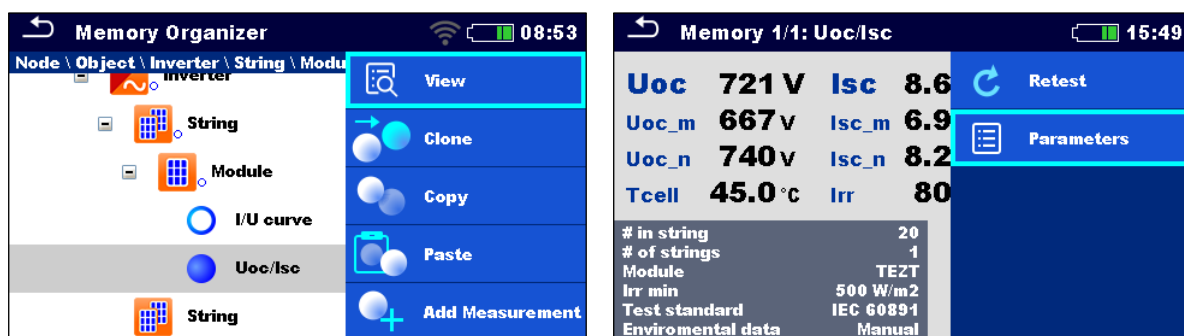


<b>Überschriftenzeile (Workspace), Workspaces</b>	Gehen Sie vom Memory Organizer aus in den Workspace Manager
<b>Überschriftenzeile (Workspace), Suche</b>	Suchen Sie nach Strukturelementen
<b>Knoten:</b>	
Der Knoten ist das höchste Strukturelement. Ein Knoten ist ein Muss; weitere sind optional und können frei erstellt oder gelöscht werden.	
<b>Einen neuen Knoten hinzufügen</b>	<b>Überschriftenzeile (Workspace), Struktur hinzufügen</b>
<b>Synchronisieren</b>	Alle PV-Messungen mit Umgebungsdaten der PV-Ferneinheit WL synchronisiert.

### 5.1.2 Vorgänge bei den Messungen



<b>Test starten</b>	Eine neue Messung starten
<b>Klonen</b>	Eine ausgewählte Messung als leere Messung unter demselben Strukturobjekt kopieren
<b>Kopieren, Einfügen</b>	Eine ausgewählte Messung als leere Messung an irgendeinen Ort im Strukturbaum kopieren
<b>Messung hinzufügen</b>	Eine leere Messung hinzufügen
<b>Kommentar</b>	Kommentar zur Messung hinzufügen / ansehen
<b>Löschen</b>	Eine Messung löschen
<b>Wiederholungsprüfung, Prüfung starten</b>	Eine neue Messung oder Auto Sequence mit denselben Einstellungen wie die ausgewählte Messung starten



<b>Ansicht</b>	Menü zum Ansehen der Details des Einzeltests oder der Auto Sequence aufrufen
<b>Parameter</b>	Parameter ansehen / bearbeiten
<b>Wiederholungsprüfung</b>	Eine neue Messung oder Auto Sequence mit denselben Einstellungen wie die ausgewählte Messung starten

#### Hinweis





Wenn eine neue leere Messung hinzugefügt wird (einzelner Test oder Auto-Sequenz), wird das im zugehörigen Objekt ausgewählte PV-Modul

standardmäßig übernommen. Bei Bedarf ist es möglich, das PV-Modul und seine Nummer in der Messung zu ändern.









### 5.1.3 Messstatus

Messstatus geben den Status einer Messung oder einer Gruppe von Messungen im Memory Organizer an.

#### Status der Einzeltests

	Bestandener, abgeschlossener Einzeltest mit Testergebnissen
	Fehlgeschlagener, abgeschlossener Einzeltest mit Testergebnissen
	Abgeschlossener Einzeltest mit Testergebnissen und keinem Status
	Leerer Einzeltest ohne Testergebnisse



#### Gesamtstatus der Auto Sequence



 oder 	Mindestens ein Einzeltest in der Auto Sequence hat bestanden und kein Einzeltest ist fehlgeschlagen
 oder 	Mindestens ein Einzeltest in der Auto Sequence ist fehlgeschlagen
 oder 	Mindestens ein Einzeltest in der Auto Sequence wurde durchgeführt und es gab keine anderen bestandenen oder fehlgeschlagenen Einzeltests
 oder 	Leere Auto Sequence mit leeren Einzeltests

#### Gesamtstatus der Messungen unter den Strukturelementen

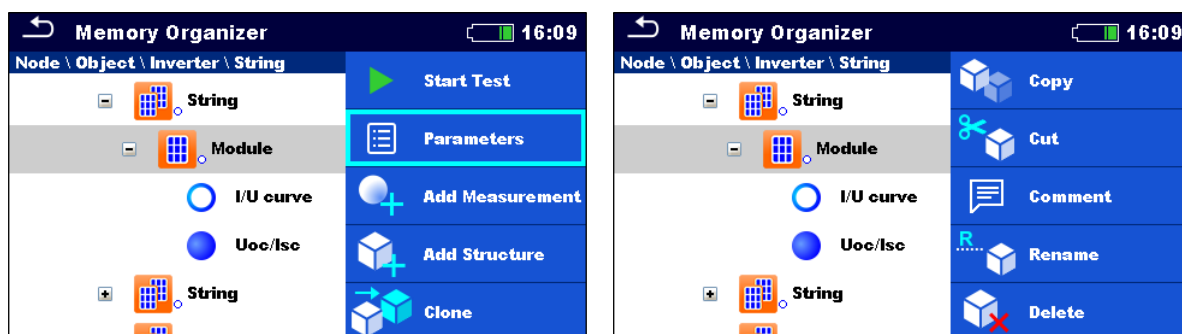
Der Gesamtstatus der Messungen unter jedem Strukturelement gibt eine schnelle Information über die Tests, ohne das Baumenü zu erweitern.

#### Optionen

	Es gibt kein(e) Messergebnis(se) unter dem gewählten Strukturobjekt. Messungen sollten durchgeführt werden.
	Ein oder mehr Messergebnis(se) unter dem gewählten Strukturobjekt sind fehlgeschlagen. Nicht alle

	Messergebnisse unter dem gewählten Strukturobjekt wurden bisher durchgeführt.
	Alle Messungen unter dem gewählten Strukturobjekt sind abgeschlossen, aber ein oder mehr Messergebnis(se) sind fehlgeschlagen.
	Keine Statusanzeige, wenn alle Messergebnisse unter jedem Strukturelement / Teilelement bestanden oder ohne Messungen sind.

### 5.1.4 Vorgänge an den Strukturobjekten

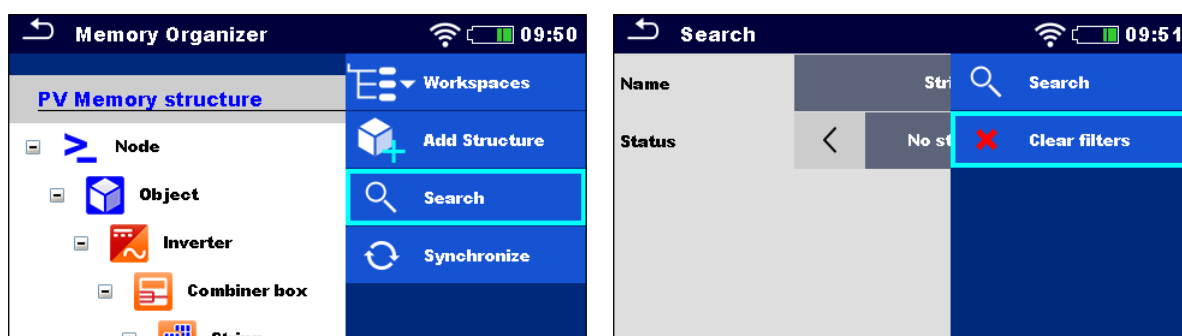


<b>Test starten</b>	Eine neue Messung starten (navigiert zu den Menüs für die Auswahl der Messung)
<b>Parameter</b>	Parameter ansehen / bearbeiten
<b>Messung hinzufügen</b>	Eine neue leere Messung hinzufügen. Das Menü zum Hinzufügen einer neuen Messung öffnet sich
<b>Struktur hinzufügen</b>	Ein neues Strukturelement hinzufügen
<b>Klonen</b>	Ein ausgewähltes Element auf dieselbe Ebene im Strukturbaum kopieren
<b>Kopieren, Einfügen</b>	Ein ausgewähltes Element an irgendeinen Ort im Strukturbaum kopieren
<b>Ausschneiden, Einfügen</b>	Die ausgewählte Struktur mit den untergeordneten Elementen (Teilstrukturen und Messungen) an irgendeinen Ort im Strukturbaum verschieben
<b>Anhang</b>	Link zum Ansehen des Anhangs
<b>Kommentar</b>	Einen Kommentar zum Strukturelement ansehen/bearbeiten/hinzufügen
<b>Umbenennen</b>	Das Strukturelement umbenennen
<b>Löschen</b>	Das Strukturelement löschen

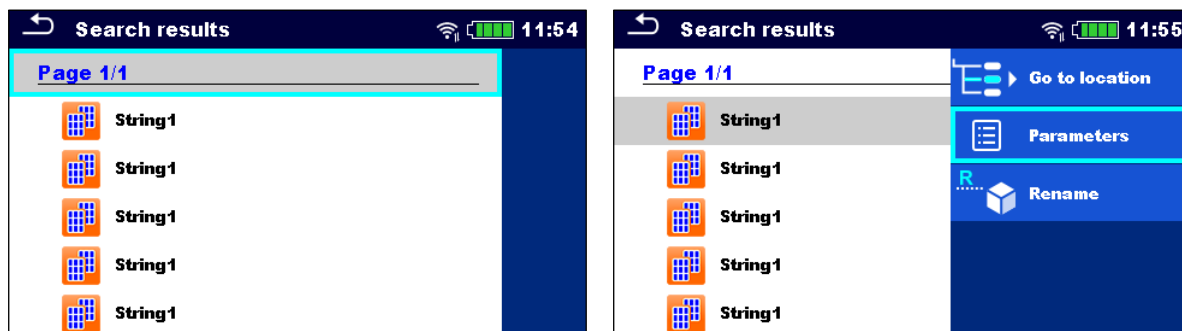
<b>Synchronisieren</b>	Aktualisieren Sie Umgebungsdaten in Messungen unter dem ausgewählten Objekt und seinen untergeordneten Objekten. STC- und Nenntestergebnisse werden geändert. Siehe <a href="#">Synchronisation der Umgebungsdaten zwischen PV-Ferneinheit WL und Gerät nach dem Test</a> .
------------------------	--

### 5.1.5 Memory Organizer durchsuchen

Im Memory Organizer ist es möglich, nach verschiedenen Strukturobjekten und ihren Status zu suchen.



<b>Überschriftenzeile (Workspace), Suche</b>	Suchmenü aufrufen
<b>Suche</b>	Suche nach Strukturelementnamen und -status
<b>Filter löschen</b>	Eingestellte Filter im Suchmenü löschen



### Vorgänge an den gefundenen Strukturobjekten

<b>Überschriftenzeile (Seite x/y), Nächste Seite, Vorherige Seite</b>	Auf der Seite nach oben / unten navigieren
<b>An den Ort navigieren</b>	Zum gewählten Ort im Memory Organizer springen
<b>Parameter</b>	Parameter ansehen / bearbeiten
<b>Umbenennen</b>	Das gefundene Objekt umbenennen

### 5.1.6 Ändern von PV-Modulen und anderen Parametern in bereits durchgeführten Messungen

Im Memory Organizer ist es möglich, den PV-Modultyp, die Anzahl der Module im PV-String und die Anzahl der PV-Strings in bereits abgeschlossenen Messungen zu ändern. Zum Beispiel ermöglicht es diese Funktion, korrekte STC- und nominelle Testergebnisse zu erhalten, falls falsche PV-Moduldaten und/oder die falsche Anzahl der PV-Module und/oder die falsche Anzahl der PV-Strings für die Messung ausgewählt wurden.

#### Verfahren für ausgewähltes Objekt

Geben Sie im ausgewählten Objekt im Memory Organizer Parameter zum Bearbeiten des Moduls ein.

Wählen Sie ein neues Modul aus der Liste aus.

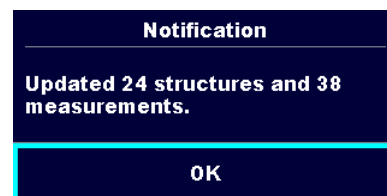
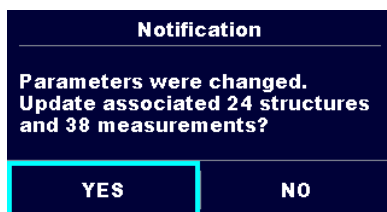
Alle PV-Messungen unter dem ausgewählten Objekt und seinen untergeordneten Objekten werden aktualisiert.

- Nenn- und STC-Werte ändern sich entsprechend.

Messdaten und Umweltdaten bleiben gleich.

Nachdem die Aktualisierung abgeschlossen ist, wird die Bestätigung mit der Anzahl der aktualisierten Strukturen und Messungen angezeigt.

Alle aktualisierten Strukturen und Messungen werden automatisch gespeichert. Rückgängig machen ist nicht möglich.



#### Verfahren bei ausgewählter Messung

Geben Sie in der ausgewählten Messung im Memory Organizer die zu bearbeitenden Parameter ein:

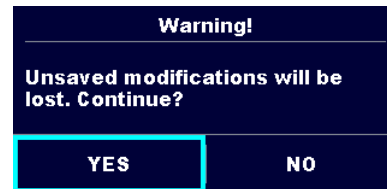
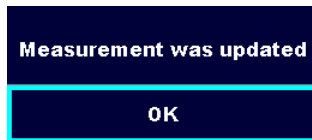
- **Modul,**
- Anzahl der Module im PV-String und
- Anzahl der PV-Strings.

Die Messung wird nach der Bestätigung aktualisiert.

- Nenn- und STC-Werte ändern sich entsprechend.

Messdaten und Umweltdaten bleiben gleich.

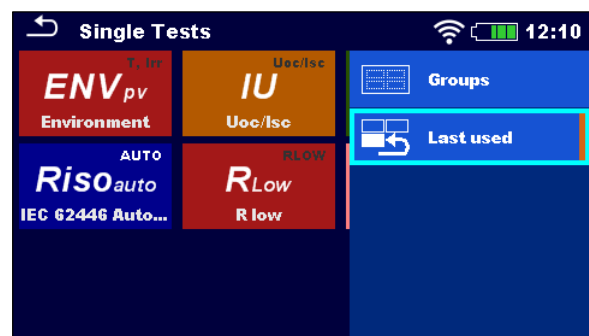
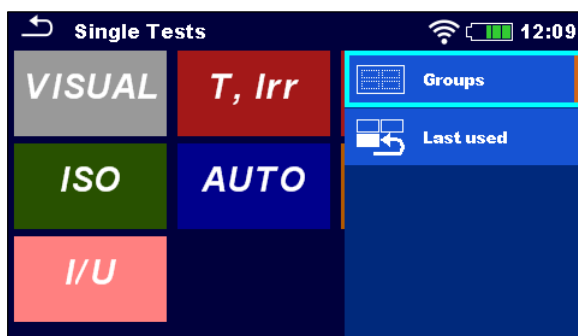
Aktualisierte Messergebnisse speichern oder Änderungen rückgängig machen.



## 6 Einzeltests

### 6.1 Auswahlmodi

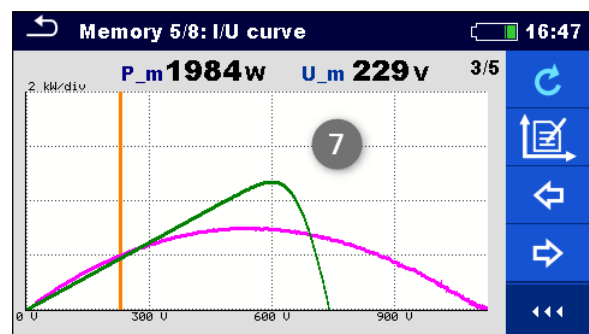
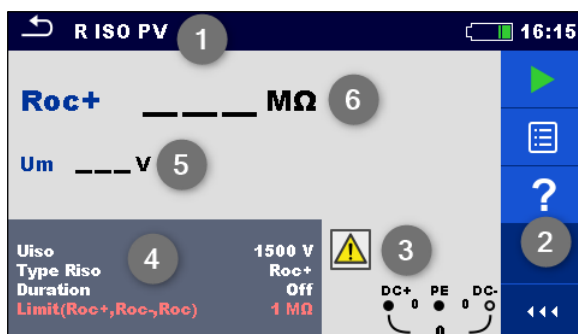
Im Hauptmenü Einzeltests stehen zwei Modi zum Auswählen von Einzeltests zur Verfügung.



<b>Gruppen</b>	Gruppen ähnlicher Tests ansehen
<b>Letzte verwendete</b>	Letzte durchgeführte Messungen ansehen

### 6.2 Bildschirme der Einzeltests

In den Bildschirmen der Einzeltests werden die Hauptmessergebnisse, Teilergebnisse, Grenzwerte und Parameter der Messung angezeigt. Zusätzlich werden die Online-Status, Warnungen und sonstige Informationen angezeigt.



1	Name der einzelnen Testfunktion
2	Optionen
3	Klemmenspannung, Status, Infos, Warnungen



4	Parameter (weiß) und Grenzwerte (rot)
5	Teilergebnis
6	Hauptergebnis
7	Diagramm

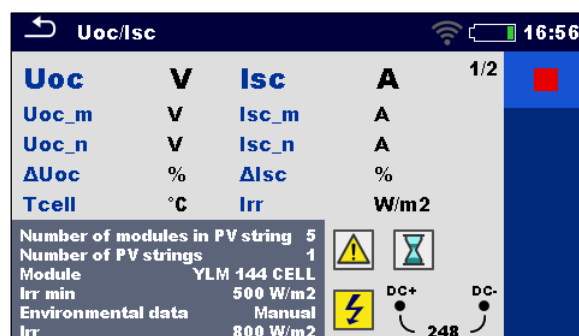
### 6.2.1 Startbildschirm des Einzeltests



Test starten	Einzeltest starten
Parameter, oder auf das <b>Parameter-Feld</b> tippen	Parameter / Grenzwerte des Einzeltests einstellen
Zurück	Voriger Bildschirm
Weiter	Nächster Bildschirm
Kalibrieren	Kompensieren der Prüfleitungen (R low)
Hilfe	Hilfe-Bildschirme ansehen

**Kommentare vor dem Test hinzufügen (gilt nur für R low):** Im Parameter-Menü können Kommentare als Teil des Einzeltests **Parameter, Kommentar 1, Kommentar 2**, gespeichert werden.

### 6.2.2 Bildschirm Einzeltest während des Starts



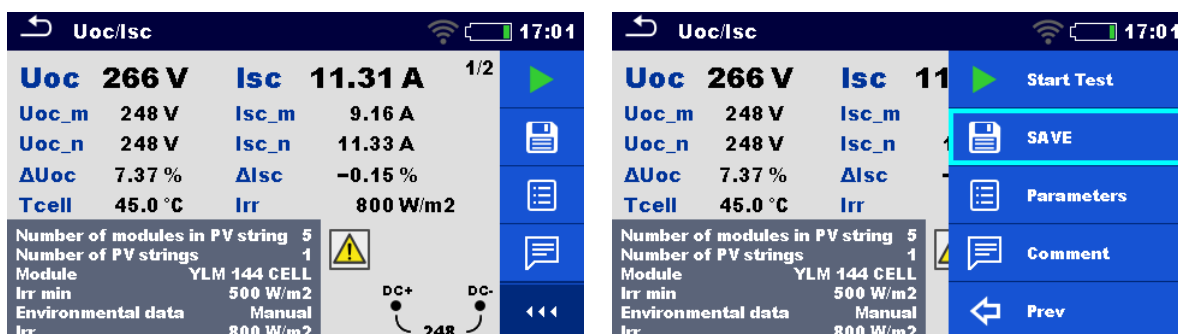
Einzeltest beenden

## Testverfahren (während des Tests)

Beobachten Sie die angezeigten Ergebnisse und Status

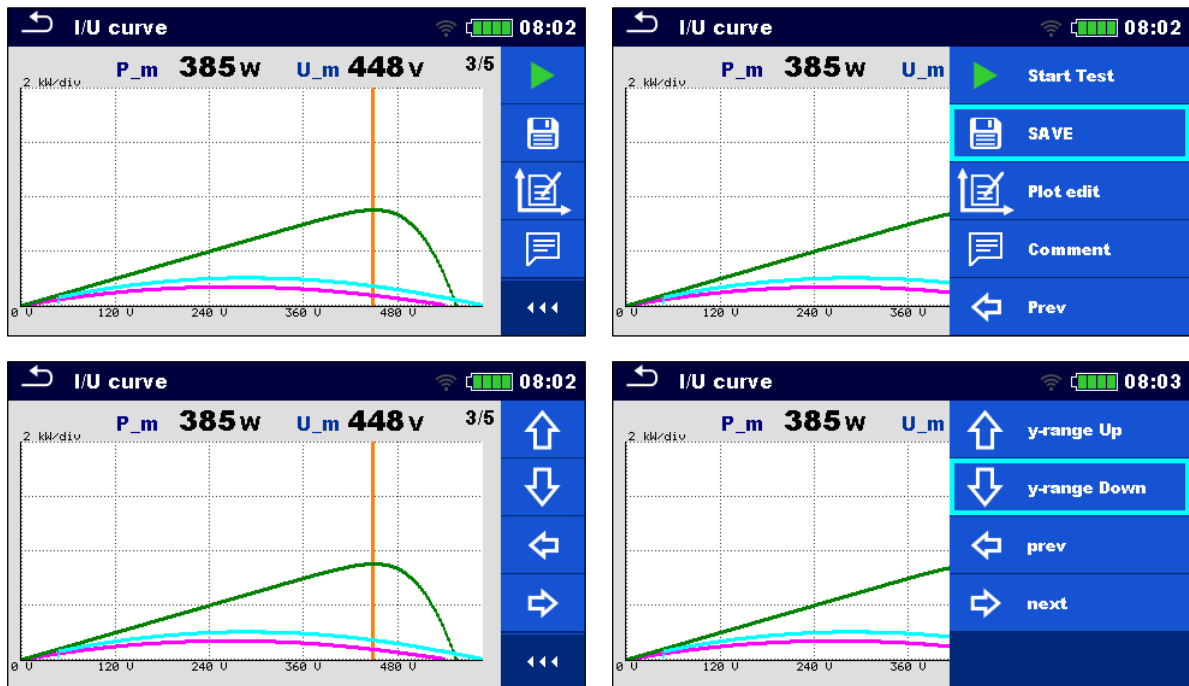
Prüfen Sie auf mögliche Mitteilungen und Warnungen

### 6.2.3 Ergebnisbildschirm des Einzeltests



<b>Test starten</b>	Einen neuen Einzeltest starten
<b>Speichern</b>	Das Ergebnis speichern
Eine neue <b>Messung wurde von einem Strukturobjekt</b> im Strukturbaum gestartet	Die Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert
Eine neue <b>Messung wurde aus dem Hauptmenü Einzeltest</b> gestartet	Das Speichern unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein weiteres Strukturobjekt auswählen oder ein neues Strukturobjekt erstellen. Durch Drücken der Taste Speichern im Menü des Memory Organizers, wird die Messung am gewählten Ort gespeichert.
Eine <b>leere Messung wurde im Memory Organizer</b> ausgewählt und gestartet	Die Ergebnisse werden zur Messung hinzugefügt. Die Messung ändert ihren Status von ‚leer‘ zu ‚abgeschlossen‘.
Eine <b>bereits durchgeführte Messung wurde im Memory Organizer</b> ausgewählt, angesehen und dann neu gestartet	Eine neue Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.
<b>Zurück</b>	Voriger Bildschirm
<b>Weiter</b>	Nächster Bildschirm
<b>Plot-Bearbeitung</b>	Bearbeiten von Diagrammen
<b>Kommentar</b>	Kommentar zur Messung hinzufügen

## 6.2.4 Bearbeiten von Diagrammen

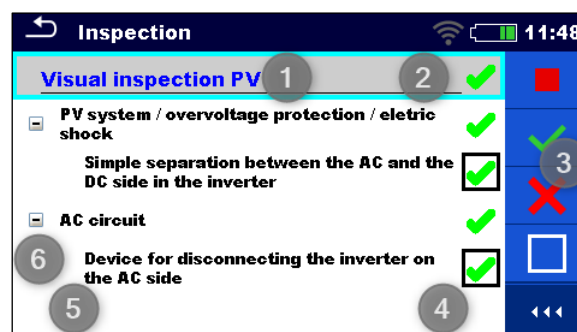


Optionen zum Bearbeiten von Diagrammen (Startbildschirm oder nachdem die Messung abgeschlossen ist)

Plot-Bearbeitung	Das Bedienfeld zum Bearbeiten von Diagrammen öffnen
y-Reichweite nach oben	Skalierungsfaktor für y-Achse erhöhen
y-Reichweite nach unten	Skalierungsfaktor für y-Achse verringern
Zurück	Cursor auf x-Achse nach links bewegen
Weiter	Cursor auf X-Achse nach rechts bewegen

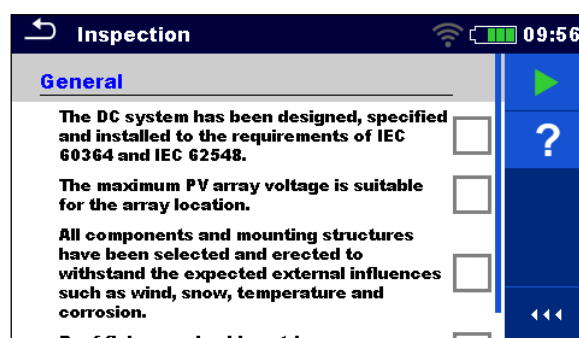
## 6.3 (Inspektions-)Bildschirme des Einzeltests

Visuelle Inspektionen sind eine besondere Art von Einzeltests. Elemente, die visuell geprüft werden, werden angezeigt. Entsprechende Status können angewandt werden.



1	Ausgewählter Inspektionsname
2	Gesamtstatus
3	Optionen
4	Statusfelder
5	Untergeordnete Elemente
6	Element

### 6.3.1 Startbildschirm (Inspektion) des Einzeltests



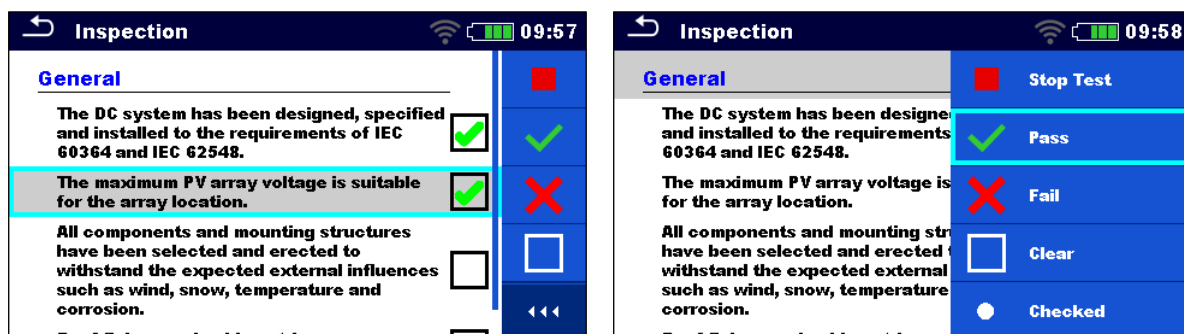
Test starten

Inspektion starten

Hilfe

Hilfe-Bildschirme ansehen

### 6.3.2 (Inspektions-)Bildschirme des Einzeltests während des Tests



Überschriftenzeile (Name der Inspektion), Anwenden von **Pass** oder **Fail** (bestanden oder fehlgeschlagen) oder **Checked** oder **Clear** (geprüft oder gelöscht)

Den Gesamtstatus auf die vollständige Inspektion anwenden oder löschen

<b>Gruppe von Elementen auswählen, Pass oder Fail, Checked oder Clear anwenden</b>	Den Status der Gruppe von Elementen anwenden oder löschen
<b>Elemente auswählen, Pass oder Fail, Checked oder Clear anwenden</b>	Den Status eines einzelnen Elements anwenden oder löschen

### Hinweis

Tippen Sie auf ☐ oder verwenden Sie die -Taste, um den Status einzustellen.

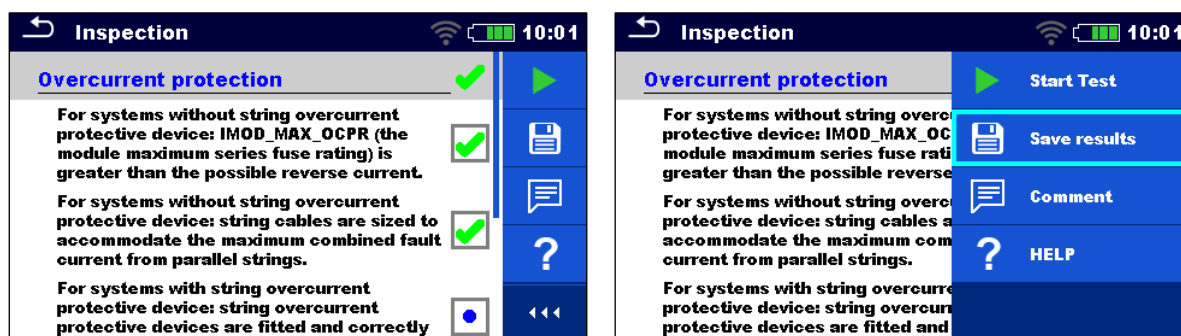
### Regeln für die automatische Anwendung von Status

Die übergeordneten Elemente erhalten automatisch einen Status auf Basis der untergeordneten Elemente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Fail-Status hat höchste Priorität. Ein Fail-Status für eines der Elemente führt zu einem Fail-Status bei allen übergeordneten Elementen und zu einem gesamten Fail-Ergebnis.</li> <li>• Wenn es bei den untergeordneten Elementen keinen Fail-Status gibt, erhält das übergeordnete Element nur dann einen Status, wenn alle untergeordneten Elemente einen Status haben.</li> <li>• Der Pass-Status hat Priorität über den Status ‚geprüft‘.</li> </ul>
Die untergeordneten Elemente erhalten automatisch einen Status auf Basis des übergeordneten Elements	Alle untergeordneten Elemente erhalten denselben Status, der beim übergeordneten Element angewandt wurde

### Hinweis

- Inspektionen, und sogar Inspektionselemente innerhalb einer Inspektion, können unterschiedliche Statustypen haben. Beispielsweise haben einige Inspektionen nicht den Status ‚geprüft‘.
- Nur Inspektionen mit einem Gesamtstatus können gespeichert werden.

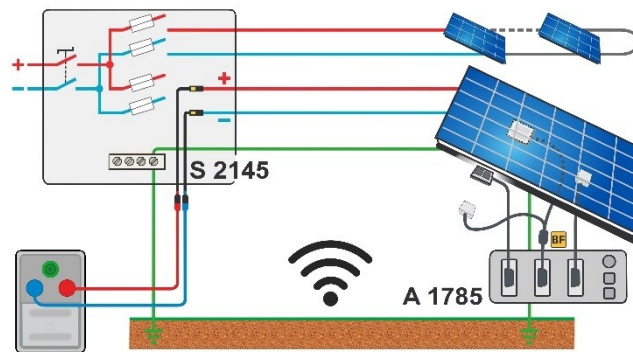
### 6.3.3 Ergebnisbildschirm des Einzeltests (Inspektion)



<b>Test starten</b>	Eine neue Inspektion starten
<b>Ergebnisse speichern</b>	Das Ergebnis speichern
<b>Kommentar</b>	Kommentar zur Inspektion hinzufügen
<b>Hilfe</b>	Hilfe-Bildschirme ansehen
Eine neue <b>Inspektion</b> wurde von einem <b>Strukturobjekt</b> im Strukturbaum gestartet	Die Inspektion wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.
Eine neue <b>Inspektion</b> wurde aus dem <b>Hauptmenü Einzeltest</b> gestartet	Das Speichern unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein weiteres Strukturobjekt auswählen oder ein neues Strukturobjekt erstellen. Durch Drücken der Taste Speichern im Menü des Memory Organizers, wird die Inspektion am gewählten Ort gespeichert.
Eine <b>leere Inspektion</b> wurde im <b>Memory Organizer</b> ausgewählt und <b>gestartet</b>	Die Ergebnisse werden zur Inspektion hinzugefügt. Die Inspektion ändert ihren Status von ‚leer‘ zu ‚abgeschlossen‘.
Eine <b>bereits durchgeführte Inspektion</b> wurde im <b>Memory Organizer</b> <b>ausgewählt</b> , angesehen und dann neu gestartet	Eine neue Inspektion wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

### 6.3.4 Hilfe-Bildschirme

Hilfe-Bildschirme beinhalten Diagramme für den ordnungsgemäßen Anschluss des Geräts.



Hilfe

Hilfe-Bildschirm öffnen



auf

,

Zu anderen Hilfe-Bildschirmen navigieren

## 6.4 Umgebungsdaten

Die Umgebungsdaten werden mit der A 1785 – PV-Ferneinheit WL mit an den PV-Modulen montierten Sensoren gemessen. Das Gerät befindet sich in der Regel an einem anderen Ort (am Wechselrichter, Combiner-Box). Um STC-Ergebnisse zu erhalten, müssen die Umgebungsdaten von der PV-Ferneinheit WL und die Messungen am Gerät kombiniert werden. Die Synchronisation von Datum und Uhrzeit zwischen dem Gerät und der A 1785 - PV-Ferneinheit WL erfolgt automatisch, während der WLAN-Verbindung und beim Einschalten des Geräts. Zu diesem Zweck müssen das Gerät und die PV-Ferneinheit WL drahtlos verbunden sein.

Die beste Arbeitspraxis besteht darin, während der Tests eine permanente drahtlose Online-Verbindung zwischen der A 1785 PV-Ferneinheit WL und dem Gerät herzustellen.

Wenn **die drahtlose Verbindung zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät während des PV-Tests hergestellt wird**, werden die Umgebungsdaten von der Ferneinheit automatisch an das Gerät gesendet und im Test berücksichtigt.

Siehe [Online-Synchronisation von Umgebungsdaten zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät](#).

Wenn **während des PV-Tests keine drahtlose Verbindung mit der PV-Ferneinheit WL** besteht, ist es möglich, die Umgebungsdaten mit der A 1785 PV-Ferneinheit WL zu protokollieren und die Umgebungsdaten später zu synchronisieren. Für die Messung am Gerät werden manuell eingegebene Umgebungsdaten berücksichtigt, wenn keine Daten von der PV-Ferneinheit WL verfügbar sind. Die gemessenen Umgebungsdaten mit der PV-Ferneinheit WL können jederzeit später auf das Gerät heruntergeladen und mit den ausgewählten gespeicherten Messungen synchronisiert werden.

Siehe [Synchronisation der Umgebungsdaten zwischen PV-Ferneinheit WL und Gerät nach dem Test](#).

### 6.4.1 Online-Synchronisation von Umgebungsdaten zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät

Die folgenden mit der PV-Ferneinheit gemessenen Daten werden während der Messung auf dem Gerät automatisch synchronisiert:

<b>Irr</b>	Bestrahlung (berechneter Wert) zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung

#### Hinweis

- Es werden nur Umweltdaten an das Messgerät gesendet, die zum Zeitpunkt der Messung verfügbar sind. Daten wie Tcell (5 Min.), Tcell (10 Min.) und Tcell (15 Min.) sind nach einer bestimmten Zeit nach Beginn der Protokollierung verfügbar.
- Berechnung der Bestrahlung (*Irr*):

Bifaziales PV-Modul entfernen  $Irr = Irr_f + (Bifaciality \times Irr_b)$

Monofaziales PV-Modul entfernen  $Irr = Irr_f$

#### Verfahrensweise

Im Startmenü des Einzeltests schalten Sie den Parameter *für die Umgebungsdaten* auf *Remote*.

Überprüfen Sie vor dem Test, ob eine WLAN-Verbindung zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät hergestellt wurde.

Die PV-Ferneinheit WL muss Umgebungsdaten protokollieren. Für weitere Informationen siehe [Bedienungsanleitung der PV-Ferneinheit WL](#).

Überprüfen Sie nach dem Test die Ergebnisse am Gerät.



### 6.4.2 Synchronisation der Umgebungsdaten zwischen PV-Ferneinheit WL und Gerät nach dem Test

Die folgenden Daten werden mit der PV-Ferneinheit WL protokolliert und können später mit dem Gerät synchronisiert werden:

<b>Irr</b>	Bestrahlung (berechneter Wert) zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung

#### Verfahrensweise

Schalten Sie im Startmenü des Einzeltests den Parameter *Umgebungsdaten* auf *Manuell*.

Stellen Sie sicher, dass die PV-Ferneinheit WL Umgebungsdaten protokolliert.

Stellen Sie nach den abgeschlossenen und gespeicherten Messungen eine WLAN-Verbindung zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät her.

Wählen Sie im Memory Organizer das tatsächliche Workspace- oder Strukturelement aus und wählen Sie Synchronisieren.

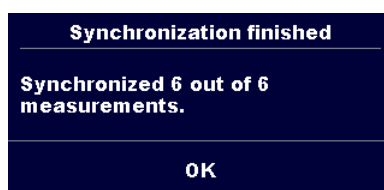
Alle PV-Messungen

- im ausgewählten Arbeitsbereich oder ausgewählten Strukturelement, einschließlich Unterstrukturen,
- ohne oder mit manuell eingegebene Umgebungsdaten,

werden aktualisiert.

Der *Umgebungsdatenparameter* der synchronisierten Messungen ändert sich von *Manuell* zu *Ferngesteuert*.

Nachdem die Daten synchronisiert wurden, wird die Bestätigung mit der Anzahl der aktualisierten Messungen angezeigt.



#### Hinweise

- Der Benutzer muss sich nicht um die korrekte Datums- und Zeitsynchronisation zwischen der PV-Ferneinheit WL und dem Gerät kümmern. Datum und Uhrzeit werden bei jeder erfolgreichen WLAN-Verbindung automatisch synchronisiert. Es wird jedoch empfohlen, das Datum und die Uhrzeit auf der PV-Ferneinheit WL regelmäßig zu überprüfen.
- Wenn die Zeit an der PV-Ferneinheit WL vor der Zeit des Geräts liegt, wird eine Warnmeldung angezeigt.
- Sobald eine PV-Messung mit gültigen Daten aus der PV-Ferneinheit WL aktualisiert wurde, sind keine weiteren Aktualisierungen mehr möglich.

### Hinweis

- Es wird empfohlen, die automatische Datums- und Zeitsynchronisation durchzuführen, bevor Sie mit der Protokollierung der Umgebungsdaten auf dem PV-Solarfeld beginnen. Um die Datums- und Zeitsynchronisation automatisch durchzuführen, platzieren Sie das Gerät und die PV-Ferneinheit nahe beieinander und schalten Sie beide ein.

## 6.4.3 Manuelle Eingabe von Umweltdaten

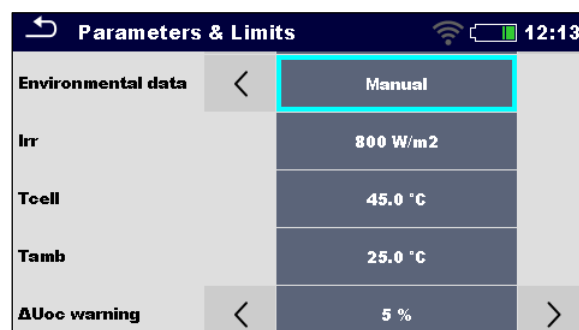
Folgende Daten können vor dem Test manuell eingegeben werden:

<b>Irr</b>	Bestrahlungsstärke [Benutzerdefiniert, 800 W/m <sup>2</sup> ]
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle [Benutzerdefiniert, 45,0 °C]
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur [Benutzerdefiniert, 25,0 °C]

### Verfahrensweise

Schalten Sie im Startmenü des Einzeltests den Parameter *Umgebungsdaten* auf *Manuell*.

Umweltdaten auswählen/eingeben.



Die manuell eingegebenen Umgebungsdaten werden für die Berechnung der STC-Ergebnisse verwendet, bis sie mit den Messdaten der PV-Ferneinheit WL aktualisiert (synchronisiert) werden.

## Anzeige von manuell eingegebenen Umgebungsdaten

Parameter Umweltdaten geben die Art und Weise an, wie Umweltdaten für die ausgewählte Messung eingegeben wurden.

Sobald die gespeicherten Messungen aus dem ausgewählten Arbeitsbereich mit den Daten aus der A 1785 - PV-Ferneinheit WL synchronisiert/aktualisiert wurden, werden die Parameter Umgebungsdaten von *Manuell* zu *Ferngesteuert* geändert.

### Hinweis

- Wenn der Benutzer die Daten vor dem Test nicht ändert, werden die zuletzt gespeicherten Daten berücksichtigt.

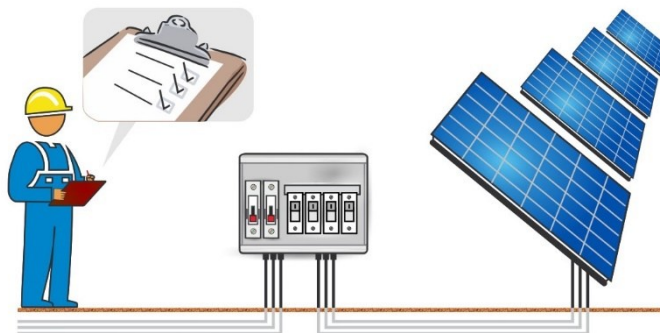
## 6.5 Einzeltestmessungen

### 6.5.1 Sichtprüfung

#### Testergebnisse / Teilergebnisse

Pass, Fail, Checked

#### Prüfschaltung



### 6.5.2 R low, 200 mA Widerstands messung

#### Testergebnisse / Teilergebnisse

R	Widerstand
R+	Ergebnis bei positiver Testpolarität
R-	Ergebnis bei negativer Testpolarität

#### Prüfparameter

Kommentar 1	Benutzerkommentar
Kommentar 2	Benutzerkommentar

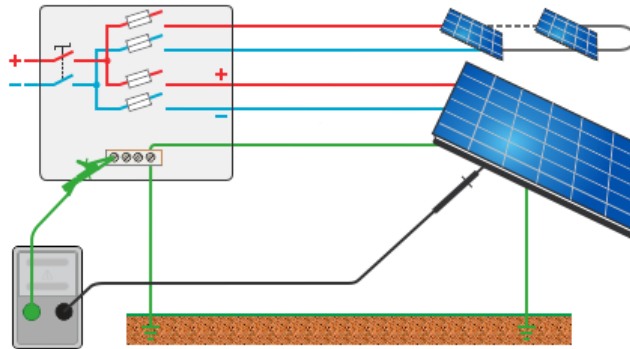
#### Prüfgrenzwerte

<b>Grenzwert (R)</b>	Grenzwert (R) [Aus, Benutzerdefiniert, 0,05 $\Omega$ ... 20,0 $\Omega$ ]
----------------------	--

### Zusätzliche Optionen

<b>Kalibrieren</b>	Kalibrieren – siehe <a href="#">Kompensieren der Prüfleitungen</a> .
--------------------	--

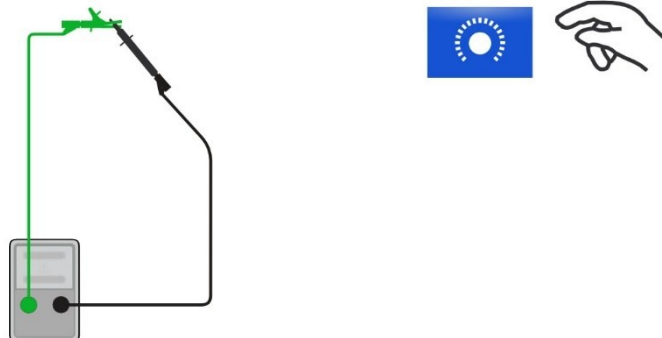
### Prüfschaltungen



### 6.5.3 Kompensieren der Prüfleitungen

- Der Widerstand der Prüfleitung(en) und Kabel kann kompensiert werden. Die Kompensation ist möglich in der Funktion **R low**.

### Anschlüsse für die Kompensation des Prüfleitungswiderstandes




### Verfahren für die Kompensation der Prüfleitungen

Wählen Sie Einzeltest und dessen Parameter.

Schließen Sie die Prüfleitungen im Kurzschluss an die P/S- und PE-Bananenbuchsen an.

**Kalibrieren:** Kompensieren Sie den Prüfleitungswiderstand

Das Symbol  wird angezeigt und ein kurzer Piepton ertönt, wenn die Kompensation erfolgreich durchgeführt wurde.

### 6.5.4 Isolationswiderstand (Roc+, Roc-, Roc)

#### Testergebnisse / Teilergebnisse

<b>Roc+</b>	Isolationswiderstand zwischen DC+ und PE
<b>Roc-</b>	Isolationswiderstand zwischen DC- und PE
<b>Roc</b>	Berechneter Isolationswiderstand
<b>Um</b>	Prüfspannung
<b>Uoc_m</b>	Gemessene Leerlaufspannung

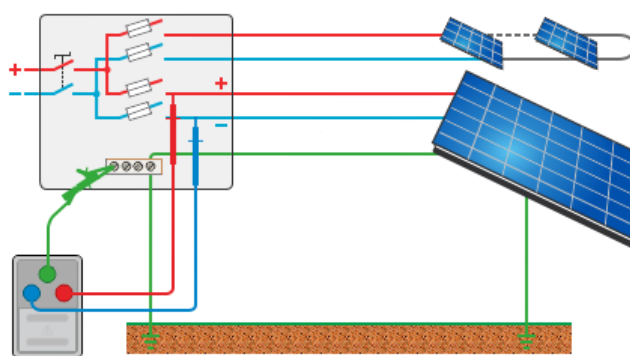
#### Prüfparameter

<b>Nennprüfspannung</b>	Uiso [250 V, 500 V, 1000 V, 1500 V]
<b>Art der Prüfung</b>	Typ Riso [Roc+, Roc-, Roc]
<b>Dauer</b>	Dauer [Aus, 5 s ... 60 s]

#### Prüfgrenzwerte

<b>Grenzwert (Roc+)</b>	Unterer Grenzwert (Roc+) [Aus, Benutzerdefiniert, 10 kΩ ... 100 MΩ]
<b>Grenzwert (Roc-)</b>	Unterer Grenzwert (Roc-) [Aus, Benutzerdefiniert, 10 kΩ ... 100 MΩ]
<b>Grenzwert (Roc)</b>	Unterer Grenzwert (Roc) [Aus, Benutzerdefiniert, 10 kΩ ... 100 MΩ]

#### Prüfschaltungen



### 6.5.5 Uoc/Isc

#### Testergebnisse / Teilergebnisse

<b>Uoc_m</b>	Gemessene Leerlaufspannung
<b>Isc_m</b>	Gemessener Kurzschlussstrom
<b>Uoc</b>	Leerlaufspannung (STC)
<b>Isc</b>	Kurzschlussstrom (STC)

<b>Uoc_n</b>	Leerlaufspannung (nominal)
<b>Isc_n</b>	Kurzschlussstrom (nominal)
<b>ΔUoc</b>	Relative Uoc-Änderung
<b>ΔIsc</b>	Relative Isc-Änderung
<b>Irr</b>	Bestrahlung (berechneter Wert) zum Zeitpunkt der Messung oder der manuellen Eingabe
<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe

#### Prüfparameter

<b>Anzahl der Module im PV-String</b>	Anzahl der PV-Module in Serie [Benutzerdefiniert, 1 ... 50]
<b>Anzahl der PV-Strings</b>	Anzahl der parallel geschalteten PV-Module / Strings [Benutzerdefiniert, 1 ... 4]
<b>Modul</b>	Bezeichnung des PV-Moduls Parameter: Hersteller, Pmax, Umpp, Impp, Uoc, Isc, NOCT, alpha, beta, gamma, Rs, Bifazialität sind sichtbar. Für weitere Informationen siehe <a href="#">Konfiguration von PV-Modulen</a> .
<b>Irr min</b>	Minimale gültige Sonneneinstrahlung für die Berechnung [Benutzerdefiniert, 500 W/m²... 1000 W/m²]
<b>Umgebungsdaten</b>	Umgebungsdatenmodus [Ferngesteuert, Manuell]
<b>Irr<sup>1)</sup></b>	Bestrahlungsstärke [Benutzerdefiniert, 800 W/m²]
<b>Tcell<sup>1)</sup></b>	Temperatur der PV-Zelle [Benutzerdefiniert, 45,0 °C]
<b>Tamb<sup>1)</sup></b>	Umgebungstemperatur [Benutzerdefiniert, 25,0 °C]
<b>Tcell-Korrektur</b>	Korrektur der gemessenen Zelltemperatur zur Kompensation der Differenz zwischen der tatsächlichen Zelltemperatur und der gemessenen Temperatur. [Aus, 1 °C ... 5 °C].

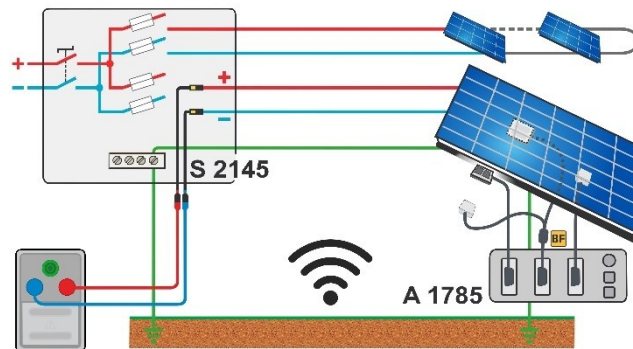
Gemäß der Norm EN 61829 beträgt die Differenz typischerweise 2 °C.

#### **Δ Uoc-Warnung**

Grenzwert für die fehlerhafte ΔUoc-Warnung [Aus, 5 % ... 50 %]

<sup>1)</sup> Benutzer einstellbar, wenn Umgebungsdaten = [Manuell].

#### **Prüfschaltung**



### **6.5.6 I/U-Kurve**

#### **Testergebnisse / Teilergebnisse**

<b>Uoc_m</b>	Gemessene Leerlaufspannung
<b>Isc_m</b>	Gemessener Kurzschlussstrom
<b>Umpp_m</b>	Gemessene Spannung (MPP)
<b>Impp_m</b>	Gemessener Strom (MPP)
<b>Pmpp_m</b>	Gemessener maximaler Leistungspunkt
<b>Uoc</b>	Leerlaufspannung (STC)
<b>Isc</b>	Kurzschlussstrom (STC)
<b>Umpp</b>	Spannung (MPP, STC)
<b>Impp</b>	Strom (MPP, STC)
<b>Pmpp</b>	Maximaler Leistungspunkt (STC)
<b>Uoc_n</b>	Leerlaufspannung (nominal)
<b>Isc_n</b>	Kurzschlussstrom (nominal)
<b>Umpp_n</b>	Spannung (MPP, nominal)
<b>Impp_n</b>	Strom (MPP, nominal)
<b>Pmpp_n</b>	Maximaler Leistungspunkt (nominal)
<b>Irr</b>	Bestrahlung (berechneter Wert) zum Zeitpunkt der Messung oder der manuellen Eingabe

<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe
<b><math>\Delta U_{oc}</math></b>	Relative $U_{oc}$ -Änderung
<b><math>\Delta I_{sc}</math></b>	Relative $I_{sc}$ -Änderung
<b><math>\Delta U_{mpp}</math></b>	Relative $U_{mpp}$ -Änderung
<b><math>\Delta I_{mpp}</math></b>	Relative $I_{mpp}$ -Änderung
<b><math>\Delta P_{mpp}</math></b>	Relative $P_{mpp}$ -Änderung
<b>FF_m</b>	Gemessener Füllfaktor
<b>FF_n</b>	Füllfaktor (nominal)

#### Diagramme

<b>I/U (gemessen)</b>	Gemessene I/U-Kurve
<b>P/U (gemessen)</b>	Gemessene P/U-Kurve
<b>I/U (STC)</b>	I/U-Kurve (STC)
<b>P/U (STC)</b>	P/U-Kurve (STC)
<b>I/U (nom)</b>	I/U-Kurve (nominal)
<b>P/U (nom)</b>	P/U-Kurve (nominal)

#### Prüfparameter

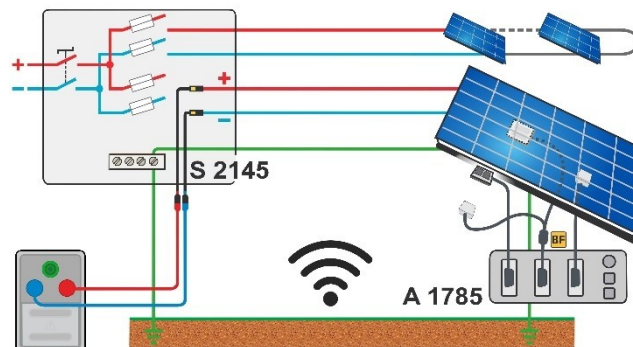
<b>Anzahl der Module im PV-String</b>	Anzahl der PV-Module in Serie [Benutzerdefiniert, 1 ... 50]
<b>Anzahl der PV-Strings</b>	Anzahl der parallel geschalteten PV-Module / Strings [Benutzerdefiniert, 1 ... 4]
<b>Modul</b>	Name des PV-Moduls. Parameter: Hersteller, Pmax, $U_{mpp}$ , $I_{mpp}$ , $U_{oc}$ , $I_{sc}$ , NOCT, alpha, beta, gamma, $R_s$ , Bifazialität sind sichtbar. Für weitere Informationen siehe <a href="#">Konfiguration von PV-Modulen</a> .



<b>Irr min</b>	Minimale gültige Sonneneinstrahlung für die Berechnung [Benutzerdefiniert, 500 W/m <sup>2</sup> ... 1000 W/m <sup>2</sup> ]
<b>Umgebungsdaten</b>	Umgebungsdatenmodus [Ferngesteuert, Manuell]
<b>Irr<sup>1)</sup></b>	Bestrahlungsstärke [Benutzerdefiniert, 800 W/m <sup>2</sup> ]
<b>Tcell<sup>1)</sup></b>	Temperatur der PV-Zelle [Benutzerdefiniert, 45,0 °C]
<b>Tamb<sup>1)</sup></b>	Umgebungstemperatur [Benutzerdefiniert, 25,0 °C]
<b>Tcell-Korrektur</b>	Korrektur der gemessenen Zelltemperatur zur Kompensation der Differenz zwischen der tatsächlichen Zelltemperatur und der gemessenen Temperatur. [Aus, 0 °C ... 5 °C]. Gemäß der Norm EN 61829 beträgt die Differenz typischerweise 2 °C.
<b>Δ Uoc-Warnung</b>	Grenzwert für die fehlerhafte ΔUoc-Warnung [Aus, 5 % ... 50 %]

<sup>1)</sup> Benutzer einstellbar, wenn Umgebungsdaten = [Manuell].

### Prüfschaltung



### 6.5.7 Automatische Messung – IEC 62446 Autotest

#### Testergebnisse / Teilergebnisse

<b>Roc+</b>	Isolationswiderstand zwischen DC+ und PE
<b>Roc-</b>	Isolationswiderstand zwischen DC- und PE
<b>Roc</b>	Berechneter Isolationswiderstand
<b>Um</b>	Prüfspannungen
<b>Uoc_m</b>	Gemessene Leerlaufspannung
<b>Isc_m</b>	Gemessener Kurzschlussstrom
<b>Uoc</b>	Leerlaufspannung berechnet auf STC-Werte
<b>Isc</b>	Kurzschlussstrom berechnet auf STC-Werte
<b>ΔUoc</b>	Relative Uoc-Änderung

<b>ΔIsc</b>	Relative Isc-Änderung
<b>Irr</b>	Bestrahlung (berechneter Wert) zum Zeitpunkt der Messung oder der manuellen Eingabe
<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung oder manuellen Eingabe
<b>Prüfparameter</b>	
<b>Uiso</b>	Nennprüfspannung [250 V, 500 V, 1000 V, 1500 V]
<b>Dauer</b>	Dauer [5 s ... 60 s]
<b>Anzahl der Module im PV-String</b>	Anzahl der PV-Module in Serie [Benutzerdefiniert, 1 ... 50]
<b>Anzahl der PV-Strings</b>	Anzahl der parallel geschalteten PV-Module / Strings [Benutzerdefiniert, 1 ... 4]
<b>Modul</b>	Bezeichnung des PV-Moduls Parameter: Hersteller, Pmax, Umpp, Impp, Uoc, Isc, NOCT, alpha, beta, gamma, Rs, Bifazialität sind sichtbar. Für weitere Informationen siehe <a href="#">Konfiguration von PV-Modulen</a> .
<b>Irr. min</b>	Minimale gültige Sonneneinstrahlung für die Berechnung [Benutzerdefiniert, 500 W/m <sup>2</sup> ... 1000 W/m <sup>2</sup> ]
<b>Umgebungsdaten</b>	Umgebungsdatenmodus [Ferngesteuert, Manuell]
<b>Irr<sup>1)</sup></b>	Bestrahlungsstärke [Benutzerdefiniert, 800 W/m <sup>2</sup> ]
<b>Tcell<sup>1)</sup></b>	Temperatur der PV-Zelle [Benutzerdefiniert, 45,0 °C]
<b>Tamb<sup>1)</sup></b>	Umgebungstemperatur [Benutzerdefiniert, 25,0 °C]
<b>Tcell-Korrektur</b>	Korrektur der gemessenen Zelltemperatur zur Kompensation der Differenz zwischen der tatsächlichen Zelltemperatur und der gemessenen Temperatur. [Aus, 1 °C ... 5 °C]. Gemäß der Norm EN 61829 beträgt die Differenz typischerweise 2 °C.

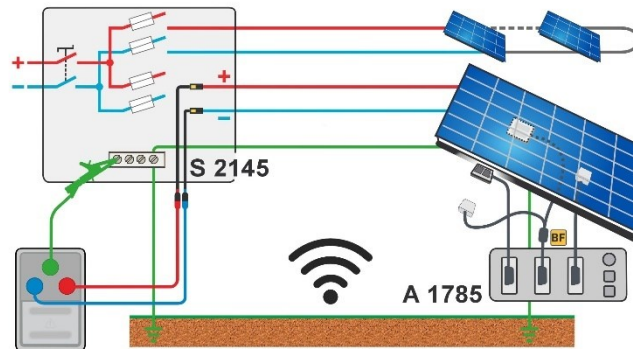
<b><math>\Delta U_{oc}</math>-Warnung</b>	Grenzwert für die fehlerhafte $\Delta U_{oc}$ -Warnung [Aus, 5 %... 50 %]
---	---

<sup>1)</sup> Benutzer einstellbar, wenn Umgebungsdaten=[Manuell].

### Testgrenzwert

<b>Grenzwert (Roc)</b>	Unterer Grenzwert (Roc) [Aus, Benutzerdefiniert, 10 k $\Omega$ ... 100 M $\Omega$ ]
------------------------	---

### Prüfschaltung

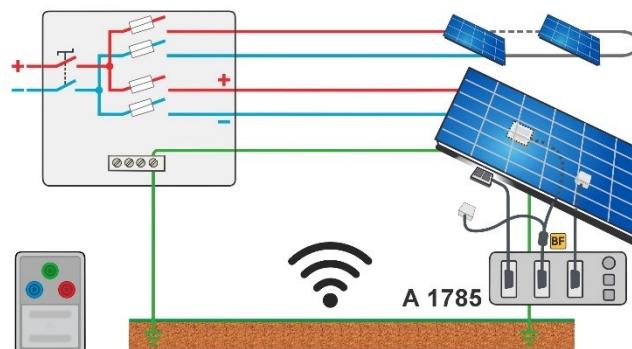


## 6.5.8 Umwelt

### Testergebnisse / Teilergebnisse

<b>Irr_f</b>	Frontbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
<b>Irr_b</b>	Rückbestrahlung zum Zeitpunkt der Messung (falls zutreffend)
<b>Tcell</b>	Temperatur der PV-Zelle zum Zeitpunkt der Messung
<b>Tamb</b>	Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Messung
<b>Tcell (5 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 5 min vor dem Test
<b>Tcell (10 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 10 min vor dem Test
<b>Tcell (15 Min.)</b>	PV-Zellentemperatur 15 min vor dem Test

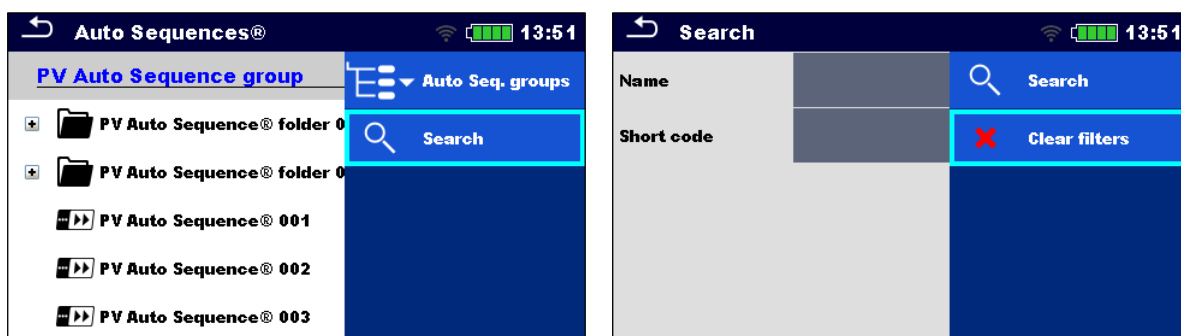
### Prüfschaltung



## 7 Auto Sequences®

Auto Sequences® sind vorprogrammierte Sequenzen von Messungen. Die Auto Sequences können am PC mit der Metrel ES Manager Software vorprogrammiert und auf das Gerät hochgeladen werden. Am Gerät können die Parameter und Grenzwerte von einzelnen Einzeltests in der Auto Sequence geändert / eingestellt werden.

### 7.1 Auswahl und Suche von Auto Sequences



#### Auswählen einer Auto Sequence-Liste im Menü Auto Sequence-Gruppe

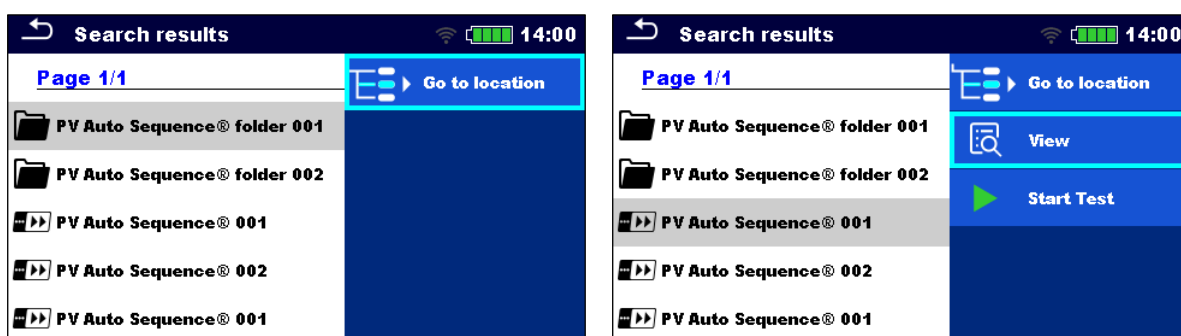
Navigieren Sie zum Menü Auto Sequence®- Überschriftenzeile (Auto Sequence-Liste), Gruppe Auto Seq.-Gruppen

#### Suchen nach Auto Sequences

Suche nach einer Auto Sequence Überschriftenzeile (Auto Sequence-Liste), Suche, Filter einstellen (Name oder Kurzcode)

Filter löschen

Filter löschen



#### Tätigkeiten an den gefundenen Auto Sequences

Seite x/y, Nächste Seite, Vorherige Seite Um auf der Seite nach Oben/Unten zu springen

An den Ort navigieren An den Ort im Menü Auto Sequences® navigieren

Test starten Auto Sequence starten

Ansicht

Auto Sequenz ansehen

### 7.1.1 Organisieren der Auto Sequences® im Menü Auto Sequences®

Das Menü Auto Sequence® kann auf strukturelle Weise mit Ordnern, Unterordnern und Auto Sequences organisiert werden. Die Auto Sequence in der Struktur kann die originale Auto Sequence oder eine Verknüpfung der originalen Auto Sequence sein.

#### Originale und Verknüpfungen

Auto Sequences, die als Verknüpfungen gekennzeichnet sind und die originalen Auto Sequences sind gekoppelt. Das Ändern von Parametern oder Grenzwerten in einer der gekoppelten Auto Sequences wird die originale Auto Sequence und all ihre Verknüpfungen beeinflussen.

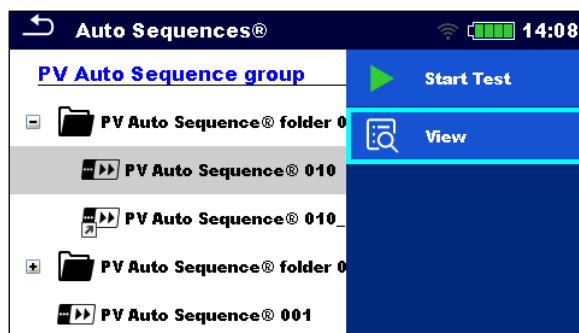


Die originale Auto Sequence®.



PV Auto Sequence® 010\_

Eine Verknüpfung zur originalen Auto Sequence®.



Test starten

Starten der Auto Sequence

Ansicht

Detaillierte Ansicht der Auto Sequence

## 7.2 Auto Sequence

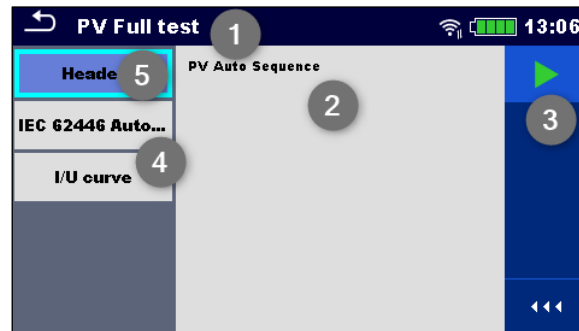
### Das Durchführen von Auto Sequences Schritt für Schritt

Vor dem Start wird das Menü Auto Sequence angezeigt (es sei denn, es wurde direkt aus dem Hauptmenü Auto Sequences® gestartet). Vor dem Test können einzelne Parameter und die Grenzwerte einzelner Messungen bearbeitet werden.

Während der Durchführungsphase einer Auto Sequence werden vorprogrammierte Einzeltests durchgeführt. Die Sequenz der Einzeltests wird von vorprogrammierten Durchflussbefehlen gesteuert.

Nachdem die Testsequenz abgeschlossen ist wird das Menü Auto Sequence angezeigt. Details der einzelnen Tests können angesehen und die Ergebnisse können im Memory Organizer gespeichert werden.

### 7.2.1 Ansichtsmenü Auto Sequence®

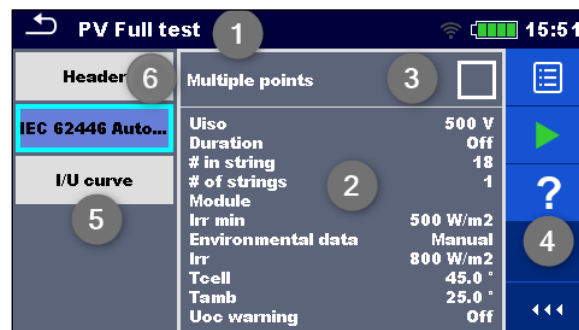


Die Überschrift wird gewählt

1	Name der Auto Sequence
2	Beschreibung
3	Optionen
4	Einzeltests
5	Überschrift

Test starten

Starten der Auto Sequence



Einzeltest ist ausgewählt

1	Name der Auto Sequence
2	Parameter / Grenzwerte des ausgewählten Einzeltests
3	Mehrere Punkte ausgewählt
4	Optionen
5	Einzeltests
6	Überschrift

Parameter

Parameter ansehen / bearbeiten

<b>Test starten</b>	Starten der Auto Sequence®
<b>Hilfe</b>	Hilfe-Bildschirme ansehen

Aktivieren der Multiple Points-Prüfung: **Multiple Points einstellen**, siehe [Verwalten von Multiple Points](#).

### 7.2.2 Anzeige von Schleifen



Das angefügte ,x3' am Ende des Einzeltestnamens deutet an, dass eine Schleife von Einzeltests programmiert ist. Das bedeutet, dass der markierte Einzeltest so oft durchgeführt wird, wie die Zahl hinter dem ,x' angibt. Es ist möglich die Schleife vorher, am Ende jeder einzelnen Messung, zu verlassen.

### 7.2.3 Verwalten von Multiple Points



Wenn das zu Device under Test mehr als einen Testpunkt für einen einzelnen Einzeltest hat und die gewählte Auto Sequence nur einen Testpunkt vorhersagt (ein Einzeltest), ist es möglich, die Auto Sequence entsprechend zu ändern. Einzeltests mit aktiviertem Multiple-Points-Ticker werden in einer Dauerschleife ausgeführt. Es ist möglich die Schleife vorher, am Ende jeder einzelnen Messung, zu verlassen.

Die Einstellung ,Multiple Points' gilt nur für die tatsächliche Auto Sequence. Wenn der Benutzer oft Geräte mit mehr als einem Testpunkt testet, ist es ratsam, eine spezielle Auto Sequence mit vorprogrammierten Schleifen zu programmieren.

#### Hinweis

Das Aktivieren von Multiple Points wird üblicherweise verwendet:

- Beim Testen von Erdungsverbindungen und wenn das DUT mehr als ein geerdetes, leitendes Teil hat.

### 7.2.4 Schritt für Schritt Durchführung von Auto Sequences

Während die Auto Sequence läuft, wird sie von vorprogrammierten Durchflussbefehlen gesteuert.

#### Beispiele von Handlungen, die von Durchflussbefehlen gesteuert werden

Pausen während der Auto Sequence (Texte, Warnungen, Bilder)

---

Summertren für Pass / Fail nach den Tests

---



---

Expertenmodus für Inspektionen

---

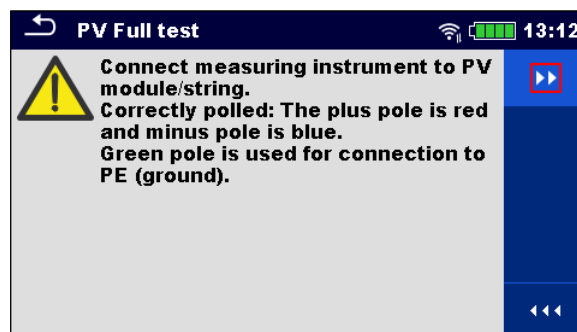
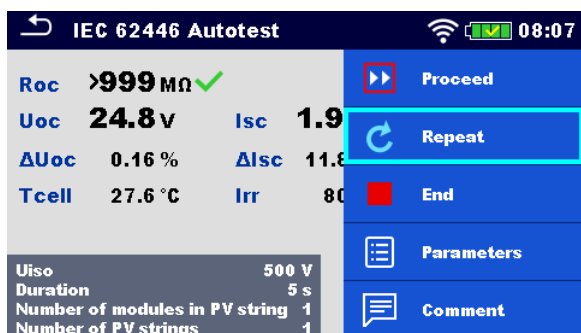


---

Nicht-sicherheitsbezogene Benachrichtigungen überspringen

---

Für die tatsächliche Liste und Beschreibung der Durchflussbefehle siehe [die Metrel ES Manager Software Hilfedatei](#).



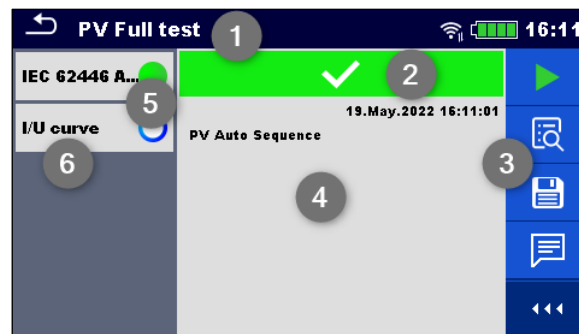
Die angebotenen Optionen im Bedienfeld hängen vom gewählten Einzeltest, dessen Ergebnis und dem programmierten Testdurchlauf ab.

<b>Fortfahren</b>	Führt mit dem nächsten Schritt in der Testsequenz fort.
<b>Wiederholen</b>	Wiederholt die Messung.
<b>Ende der Schleife</b>	Verlässt die Schleife der Einzeltests und fährt mit dem nächsten Schritt fort.
<b>Ende</b>	Beendet die Auto Sequence® und navigiert zum Ergebnisbildschirm.
<b>Parameter</b>	Parameter / Grenzwerte des Einzeltests ansehen.
<b>Kommentar</b>	Kommentar hinzufügen

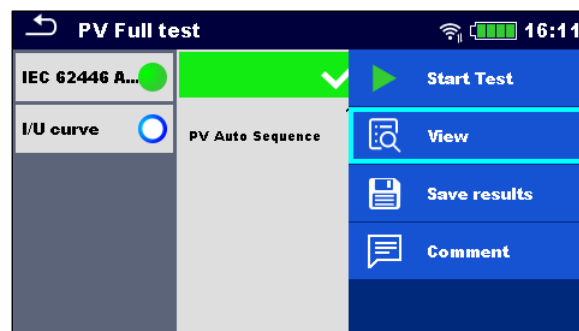
### 7.2.5 Ergebnisbildschirm der Auto Sequence

Nachdem die Auto Sequence abgeschlossen ist, wird der Ergebnisbildschirm angezeigt. Auf der linken Seite des Displays werden die Einzeltests und deren Status in der Auto Sequence angezeigt. In der Mitte des Displays werden die Überschrift der Auto Sequence mit Kurzcode und die Beschreibung der Auto Sequence angezeigt. Oben wird der Gesamtergebnisstatus der Auto Sequence angezeigt. Für weitere Informationen siehe [Messstatus](#).





1	Name der Auto Sequence
2	Gesamtstatus
3	Optionen
4	Beschreibung
5	Status des Einzeltests
6	Einzeltests



<b>Test starten</b>	Starten der Auto Sequence
<b>Ansicht</b>	Ergebnisse der einzelnen Messung ansehen.
<b>Kommentar</b>	Kommentar zur Auto Sequence hinzufügen
<b>Auf Einzeltests tippen</b>	Ansehen von Details einzelner Einzeltests, Kommentar zu einem Einzeltest hinzufügen
<b>Ergebnisse speichern</b>	Die Ergebnisse der Auto Sequence speichern
<b>Eine neue Auto Sequence wurde von einem Strukturobjekt im Strukturbaum gestartet</b>	Das Ergebnis der Auto Sequence wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert
<b>Eine neue Auto Sequence wurde gestartet aus dem Hauptmenü der Auto Sequence</b>	Das Speichern unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein weiteres Strukturobjekt auswählen oder ein neues Strukturobjekt erstellen. Durch Drücken von Speichern im Menü Memory Organizer wird das

---

	Ergebnis der Auto Sequence am ausgewählten Ort gespeichert.
<b>Eine leere Messung wurde im Strukturbaum ausgewählt und gestartet</b>	Die Ergebnisse werden zur Auto Sequence hinzugefügt. Die Auto Sequence ändert ihren Gesamtstatus von ‚leer‘ zu ‚abgeschlossen‘.
<b>Eine bereits durchgeführte Auto Sequence wurde im Strukturbaum ausgewählt, angesehen und dann neu gestartet</b>	Ein neues Ergebnis der Auto Sequence wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

---

## 8 Wartung

### 8.1 Regelmäßige Kalibrierung

Es ist unerlässlich, dass alle Messgeräte regelmäßig kalibriert werden, um die technischen Daten, die in dieser Bedienungsanleitung aufgeführt sind, zu gewährleisten. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung.

### 8.2 Service

Für Reparaturen innerhalb oder außerhalb der Garantiezeit, kontaktieren Sie bitte Ihren Vertriebs Händler für weitere Informationen. Nicht autorisierten Personen ist es nicht gestattet, das Gerät zu öffnen. Es sind keine vom Bediener zu ersetzenden Bauteile (einschließlich Sicherungen) im Innern des Geräts vorhanden.

### 8.3 Reinigung

Verwenden Sie einen weichen, leicht angefeuchteten Lappen mit Seifenwasser oder Alkohol, um die Oberfläche des Geräts zu reinigen. Lassen Sie das Gerät vollständig trocknen, bevor Sie es verwenden.

#### WARNUNG

- **Verwenden Sie keine benzin- oder kohlenwasserstoffbasierten Flüssigkeiten!**
- **Verschütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über dem Gerät!**

## 9 Kommunikationen

Das Gerät kann mit der Metrel ES Manager PC-Software kommunizieren. Folgende Aktionen werden unterstützt:

- Gespeicherte Ergebnisse und Baumstruktur aus dem Memory Organizer können heruntergeladen und auf einem PC oder Android-Gerät gespeichert werden.
- Die Baumstruktur der Metrel ES Manager PC-Software kann auf das Gerät hochgeladen werden.
- Die PV-Modulliste der Metrel ES Manager PC-Software kann auf das Gerät hochgeladen werden.
- Benutzerdefinierte Auto Sequences® können auf das Gerät hochgeladen oder heruntergeladen und auf einem PC gespeichert werden.

Es gibt drei Kommunikationsschnittstellen an diesem Gerät: RS232, USB und Bluetooth.

Das Gerät kann auch mit der A 1785 - PV-Ferneinheit WL kommunizieren. Es wird nur die WLAN-Kommunikation zwischen dem Gerät und der PV-Ferneinheit WL unterstützt.

### 9.1 USB- und RS232-Kommunikation mit dem PC

Das Gerät wählt automatisch den Kommunikationsmodus gemäß der erkannten Schnittstelle aus. Die USB-Schnittstelle hat Priorität.

**Wie man eine USB- oder RS-232-Verbindung aufbaut:**

- RS-232-Kommunikation: verbinden Sie den **RS232**-Stecker des Geräts mithilfe des seriellen RS232-Kommunikationskabels an einen PC COM-Anschluss.
- USB-Kommunikation: verbinden Sie den USB-Stecker des Geräts mithilfe des USB-Schnittstellenkabels an einen PC USB-Anschluss.
- Schalten Sie den PC und das Gerät ein.
- Starten Sie die Metrel ES Manager Software.
- Wählen Sie den Kommunikationsanschluss (der COM-Anschluss für die USB-Kommunikation ist als „USB-COM-PORT des Messgeräts“ gekennzeichnet).
- Das Gerät ist bereit, mit dem PC zu kommunizieren.

### 9.2 Kommunikation mit der A 1785 – PV-Ferneinheit WL

Das Gerät kommuniziert mit der A 1785 – PV-Ferneinheit WL über die WLAN-Kommunikation. Um die WLAN-Kommunikation mit der PV-Ferneinheit WL herzustellen, stellen Sie sicher, dass der WLAN-Kommunikationsanschluss auf der PV-Ferneinheit WL aktiviert ist. Ausführliche Informationen finden Sie in der [Bedienungsanleitung der A 1785 – PV Ferneinheit WL](#).

Bevor Sie mit der Protokollierung von Umgebungsdaten beginnen, führen Sie eine Datums- und Zeitsynchronisation zwischen den Geräten wie folgt durch:

Platzieren Sie das Gerät und die PV-Ferneinheit WL nahe beieinander. Schalten Sie sowohl das Gerät als auch die PV-Ferneinheit WL ein, um die Zeit zu synchronisieren. Die Datums- und

Zeitsynchronisation erfolgt automatisch jedes Mal, wenn das Gerät und die PV-Ferneinheit WL eingeschaltet werden. Wenn die Zeit auf der Ferneinheit der Zeit des Geräts voraus ist, wird eine Warnmeldung angezeigt.

#### **HINWEIS**

- **Es wird empfohlen, die Datums- und Zeitsynchronisation zu überprüfen, bevor Sie mit der Protokollierung der Umgebungsdaten auf dem PV-Solarfeld beginnen.**

## 10 Technische Daten

### 10.1 Prüfung und Messungen

#### 10.1.1 R ISO PV – Isolationswiderstand

##### Allgemeine

Nenngleichspannungen  $U_{ISO}$  ..... 250 V, 500 V, 1000 V, 1500 V

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

Strommessung ..... min 1 mA bei Nennwiderstand  $R = U_{ISO} \times 1 \text{ k}\Omega/\text{V}$

Kurzschlussstrom ..... max. 3 mA

Die Anzahl der möglichen Tests ..... > 700, mit einem neuen voll aufgeladenen Akku bei  
1500 V / 1,5 M $\Omega$

Automatische Entladung nach dem Test.

Die angegebene Genauigkeit ist bis zu 100 M $\Omega$  gültig, wenn die relative Luftfeuchtigkeit über 85 % liegt.

Wenn das Gerät befeuchtet wird, können die Ergebnisse beeinträchtigt werden. In diesem Fall wird empfohlen, das Gerät und das Zubehör mindestens 24 Stunden lang zu trocknen.

Der Fehler in den Betriebsbedingungen kann höchstens der Fehler für Referenzbedingungen (im Handbuch für jede Funktion angegeben)  $\pm 5 \%$  des gemessenen Werts sein.

##### Isolationswiderstand - $R_{oc+}$ , $R_{oc-}$

Nennprüfspannung: 250 V DC

Messbereich nach EN 61557: 0,12 M $\Omega$  ... 199,9 M $\Omega$

	Bereich (M $\Omega$ )	Auflösung (M $\Omega$ )	Genauigkeit
$R_{oc+}$ $R_{oc-}$	0,00 ... 19,99	0,01	$\pm(5 \%$ des Messwerts + 3 Digits)
	20,0 ... 199,9	0,1	$\pm 10 \%$ des Messwerts

Nennprüfspannung: 500 V DC, 1000 V DC und 1500 V DC

Messbereich nach EN 61557: 0,12 M $\Omega$  ... 999 M $\Omega$

	Bereich (M $\Omega$ )	Auflösung (M $\Omega$ )	Genauigkeit
$R_{oc+}$ $R_{oc-}$	0,00 ... 19,99	0,01	$\pm(5 \%$ des Messwerts + 3 Digits)
	20,0 ... 199,9	0,1	$\pm 5 \%$ des Messwerts
	200 ... 999	1	$\pm 5 \%$ des Messwerts

##### Isolationswiderstand - $R_{oc}$

Nennprüfspannung: 250 V DC

	Bereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
Roc	0,00 ... 19,99	0,01	Berechneter Wert
	20,0 ... 199,9	0,1	

Nennprüfspannung: 500 V DC, 1000 V DC und 1500 V DC

	Bereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
Roc	0,00 ... 19,99	0,01	Berechneter Wert
	20,0 ... 199,9	0,1	
	200 ... 999	1	

## Spannung

	Bereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
Um	0,00 ... 1750	1	±(3 % des Messwerts + 3 Digits)

### 10.1.2 R low - 200 mA Widerstandsmessung

#### Allgemeine

Leerlaufspannung ..... 10 V ... 20 V DC

Strommessung ..... min. 200 mA bei Widerstand  $R = 2 \Omega$

Prüfleitungskompensation ..... bis zu  $5 \Omega$

Die Anzahl der möglichen Tests ..... > 800, mit einem neuen voll aufgeladenen Akku bei  
200 mA /  $0,1 \Omega$

Automatische Umpolung der Prüfspannung.

#### R low

Messbereich nach EN 61557:  $0,12 \Omega$  ... 1999  $\Omega$

	Bereich ( $\Omega$ )	Auflösung ( $\Omega$ )	Genauigkeit
R+ R- R	0,00 ... 19,99	0,01	±(3 % des Messwerts + 3 Digits)
	20,0 ... 199,9	0,1	±5 % des Messwerts
	200 ... 1999	1	±10 % des Messwerts

### 10.1.3 I/U-Kurvenverfolgung

#### Allgemeine

Systemspannung ..... 20 V DC ... 1500 V DC

Maximaler Strom ..... 40 A

Maximale Leistung des PV-Strings ..... 48 kW

Anschluss ..... Standard 4 mm METREL Sicherheitsbananenbuchsen

I-U-Kurvenverfolgungspunkte ..... min. 512 Punkte (Zeitäquidistant)

Abtastrate..... 200 Hz ... 40 kHz

Die Genauigkeit der STC-Werte basiert auf der Genauigkeit der gemessenen elektrischen Größen, der Genauigkeit der Umgebungsparameter und der eingegebenen Parameter des PV-Moduls. Siehe [Anhang D - PV-Messungen - berechnete Werte](#) für weitere Informationen zur Berechnung der STC-Werte.

#### DC-Spannung

	Bereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
Uoc_m Umpp_m	20,0 ... 199,9	0,1	$\pm(1 \% \text{ des Messwerts} + 2 \text{ Digits})$
	200 ... 1699	1	$\pm 1 \% \text{ des Messwerts}$

#### DC-Strom

	Bereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
Isc_m Impp_m	0,10 ... 3,99	0,01	$\pm(1 \% \text{ des Messwerts} + 8 \text{ Digits})$
	4,00 ... 39,99	0,01	$\pm(1 \% \text{ des Messwerts} + 4 \text{ Digits})$

Der Fehler bei den Betriebsbedingungen kann höchstens der Fehler bei den Referenzbedingungen  $\pm 2 \%$  des gemessenen Werts sein.

#### DC-Leistung

	Bereich (W)	Auflösung (W)	Genauigkeit
Pmpp_m	0,2 ... 199,9	0,1	Berechneter Wert
	200 ... 1999	1	
	2,00 k ... 19,99 k	0,01 k	
	20,0 k ... 48,0 k	0,1 k	

### 10.1.4 Uoc/Isc-Messungen

#### Allgemeine

Systemspannung ..... 20 V DC ... 1500 V DC

Maximaler Strom..... 40 A

Maximale Leistung des PV-Strings ..... 48 kW

Anschluss ..... Standard 4 mm METREL Sicherheitsbananenbuchsen

Die Genauigkeit der STC-Werte basiert auf der Genauigkeit der gemessenen elektrischen Größen, der Genauigkeit der Umgebungsparameter und der eingegebenen Parameter des PV-Moduls. Siehe [Anhang D - PV-Messungen - berechnete Werte](#) für weitere Informationen zur Berechnung der STC-Werte.



## DC-Spannung

	Bereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
Uoc_m	20,0 ... 199,9	0,1	±(1 % des Messwerts + 2 Digits)
	200 ... 1999	1	±1 % des Messwerts

## DC-Strom

	Bereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
Isc_m	0,10 ... 3,99	0,01	±(1 % des Messwerts + 8 Digits)
	4,00 ... 39,99	0,01	±(1 % des Messwerts + 4 Digits)

Der Fehler bei den Betriebsbedingungen kann höchstens der Fehler bei den Referenzbedingungen  $\pm 2$  % des gemessenen Werts sein.

### 10.1.5 Umgebungsbedingungen

Umgebungsdaten werden in Kombination mit einem externen Fernadapter/Gerät gemessen. Für die technischen Daten, beziehen Sie sich bitte auf die [Bedienungsanleitung der A 1785 PV-Ferneinheit WL](#).

### 10.1.6 IEC 62446 Autotest

Typ ..... Kombinierte Funktion

Berücksichtigen Sie die technischen Daten der folgenden einzelnen Testfunktionen:

- R ISO PV – Isolationswiderstand
- Uoc/Isc-Messungen
- Umgebungsbedingungen

## 10.2 Allgemeine Daten

### Stromversorgung und Aufladen

Batteriestromversorgung ..... Li-Ion, 14,4 V, 4400 mAh, nicht entnehmbar

Batterieladezeit ..... üblicherweise 4,5 Std. (bei tiefer Entladung)

Netzstromversorgung ..... 100 V ... 240 V, 50 Hz ... 60 Hz, 100 W

Auto-Off-Timer ..... 10 min (Leerlaufzustand)

### Schutzklassen

Überspannungskategorie ..... CAT II / 300V  
Schutzklassifizierung ..... Verstärkte Isolierung ☐  
Verschmutzungsgrad ..... 2  
Schutzart..... IP 54 (Gehäuse geschlossen)  
IP 40 (Gehäuse offen)  
Höhe ..... bis zu 4000 m

## Messkategorien

Prüfdosen ..... keine Kategorie, keine Überspannung

## Display

Display ..... Farb-TFT-Display, 4,3 Zoll, 480 x 272 Pixel  
Touchscreen ..... Kapazitiv

## Speicher

Slot für Speicherkarte ..... MicroSD-Karte, bis zu 32 GB

## Anschlüsse

RS232 ..... 1 Anschluss, DB9 Buchse  
USB..... USB 2.0 Standard Typ B  
Bluetooth ..... v4.2 BR/EDR und BLE-Spezifikation  
WLAN ..... 802,11 b/g/n (802,11n bis zu 150 Mbps) (Nur für die Kommunikation mit der A 1785 - PV-Ferneinheit WL)

## EMV

Emission..... Klasse B (Gruppe 1)  
Immunität ..... Industrielle Umgebung

## Umgebungsbedingungen

### Referenzbedingungen

Referenz-Temperaturspanne 10 °C..... 30 °C  
Referenz-Feuchtigkeitsspanne 40 ..... % ... 70 % RL

### Betriebsbedingungen

Betrieb ..... Außengebrauch  
Betriebstemperaturbereich..... 0 °C ... +50 °C  
Maximale relative Luftfeuchtigkeit ..... 85 % RL (0 °C ... 40 °C), nicht-kondensierend

**Lagerbedingungen**

Temperaturspanne: ..... -10 °C ... +70 °C

Maximale relative Luftfeuchtigkeit: ..... 90 % RL (-10 °C ... +40 °C)

80 % RL (40 °C ... 60 °C)

**Allgemeine**

Koffer ..... Schlagfester Kunststoff / tragbar

Maße (BxHxT) ..... 42 cm × 18 cm × 33 cm

Gewicht..... 6,8 kg

Genauigkeiten gelten für 1 Jahr unter Referenzbedingungen.

Der Fehler in den Betriebsbedingungen kann höchstens der Fehler für Referenzbedingungen (in dieser Bedienungsanleitung für jede Funktion angegeben)  $\pm 1$  % des gemessenen Werts sein, sofern in dieser Bedienungsanleitung für ein bestimmtes Ergebnis nichts anderes angegeben ist.

## 11 Anhang A - Fernbetrieb

Es werden verschiedene Möglichkeiten des Geräts unterstützt.

### 11.1 Metrel ES Manager

Der Metrel ES Manager ist Metrels Softwareanwendung für Windows. Neben einer Vielzahl von Eigenschaften unterstützt es außerdem die komplette Kontrolle über das Gerät.

Für weitere Informationen beziehen Sie sich auf die [Metrel ES Manager Software Hilfedatei](#).

### 11.2 Black Box-Protokoll

Das Black Box-Protokoll wird zur Steuerung des Geräts mit einem/einer Terminal-Programm / Anwendung verwendet. Kommunikation via: USB und RS232 möglich. Das Black Box Protokoll ist ein Regelsystem, das einem PC als Master ermöglicht, die Kommunikation durch Senden des Anfragebefehls an das Gerät zu ermöglichen, welches dann gemäß dem Protokoll antwortet.

Für weitere Informationen kontaktieren Sie Metrel oder den Händler.







### 11.3 SDK

SDK ist eine mächtige Schnittstelle zur Datenkommunikation mit Metrel Prüfgeräten. Das SDK ist ein Set von Unterprogrammdefinitionen, Protokollen und Tools zum Erstellen von Anwendungssoftware. Es ist für diejenigen gedacht, die Software mithilfe der .NET-Plattform entwickeln möchten und sich mit Messgeräten von Metrel verbinden müssen. Das Metrel Gerät Kommunikation-SDK bündelt Client-Bibliotheken für einen Zugriff auf die Messgeräte von Metrel und bietet durch die Verwendung der Programmiersprache C# eine einheitliche Programmierschnittstelle. Das SDK beinhaltet ein Set von API-Calls, die eine Kommunikation mit Messgeräten von Metrel für den Anwender einfacher machen.

Für weitere Informationen kontaktieren Sie Metrel oder den Händler.

## 12 Anhang B - Strukturobjekte

Strukturelemente, die im Memory Organizer verwendet werden, können abhängig vom Geräteprofil sein.

Symbol	Standardname	Beschreibung
	Knoten	Knoten
	Objekt	Objekt
	Wechselrichter	PV-Wechselrichter
	Combiner Box	PV Combiner Box
	String	PV-String
	<b>Modul</b>	PV-Modul

## 13 Anhang C - Profilanmerkungen

Bisher gibt es keine spezifischen Profilanmerkungen für dieses Gerät.

## 14 Anhang D - PV-Messungen - berechnete Werte

### Berechnung zu STC

Gemessene Spannung  $U_m$  und Strom  $I_m$  werden zu STC wie folgt berechnet:

$$U_{STC} = U_m + U_{OC,m} \left[ \alpha \cdot \log_e \frac{Irr_{STC}}{Irr} + \frac{\beta \cdot (T_{STC} - T_m)}{U_{OC,nom}} \right] - k \cdot R_{s,nom} \cdot (I_{STC} - I_m)$$

$$k = \frac{\text{Number of modules in PV string}}{\text{Number of PV strings}}$$

$$I_{STC} = I_m [1 + \alpha_{rel} \cdot (T_{STC} - T_m)] \cdot \frac{Irr_{STC}}{Irr}$$

Gleichungssymbol	Geräteabkürzung	Beschreibung
$I_{STC}$	<b>Isc</b>	Kurzschlussstrom berechnet auf STC-Werte
$U_{STC}$	<b>Uoc</b>	Leerlaufspannung berechnet auf STC-Werte
$I_m$	<b>I_m</b>	Gemessener Strom
$I_{SC,m}$	<b>Isc_m</b>	Gemessener Kurzschlussstrom
$U_m$	<b>U_m</b>	Gemessene Spannung
$U_{OC,m}$	<b>Uoc_m</b>	Gemessene Leerlaufspannung
$Irr$	<b>Irr</b>	Bestrahlung zum Zeitpunkt der Messung
$Irr_{STC}$	-	Bestrahlungsstärke bei STC-Wert (1000 W/m <sup>2</sup> )
$T_{STC}$	-	Temperatur bei STC-Wert (25 °C)
$T_m$	<b>Tcell + Tcell-Korrektur</b>	Temperatur zum Zeitpunkt der Messung, einschließlich Tcell-Korrektur (falls zutreffend)
$\alpha$	-	Bestrahlungskorrekturfaktor (typisch 0,06)
-	<b>alpha</b>	Temperaturkoeffizient von Isc (A/°C)
$\alpha_{rel}$	<b>alpha/Isc_n</b>	Relativer Temperaturkoeffizient von Isc (1/°C)
$\beta$	<b>beta</b>	Temperaturkoeffizient von Uoc (V/°C)
$R_{s,nom}$	<b>Rs,nom</b>	Serienwiderstand des PV-Moduls
-	<b>Rs</b>	Serienwiderstand des Strings
<b>Anzahl der Module im PV-String</b>		Anzahl der PV-Module in Serie
<b>Anzahl der PV-Strings</b>		Anzahl der parallel geschalteten PV-Module / Strings

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

Gleichungssymbol	Geräteabkürzung	Beschreibung
$U_{mpp,STC}$	<b>U<sub>mpp</sub> (STC)</b>	Maximale Strompunktspannung berechnet auf STC-Werte
$I_{mpp,STC}$	<b>I<sub>mpp</sub> (STC)</b>	Maximaler Leistungspunktstrom berechnet auf STC-Werte
$P_{STC}$	<b>P<sub>mpp</sub> (STC)</b>	Maximale Leistung berechnet auf STC-Werte

Relative Fehler werden wie folgt berechnet:

$$\Delta P_{mpp} = \left( \frac{P_{STC} - P_{NOM}}{P_{NOM}} \right) \cdot 100\%$$

$$\Delta U_{mpp} = \left( \frac{U_{mpp,STC} - U_{mpp,NOM}}{U_{mpp,NOM}} \right) \cdot 100\%$$

$$\Delta I_{mpp} = \left( \frac{I_{mpp,STC} - I_{mpp,NOM}}{I_{mpp,NOM}} \right) \cdot 100\%$$

$$\Delta U_{oc} = \left( \frac{U_{oc,STC} - U_{oc,NOM}}{U_{oc,NOM}} \right) \cdot 100\%$$

$$\Delta I_{sc} = \left( \frac{I_{sc,STC} - I_{sc,NOM}}{I_{sc,NOM}} \right) \cdot 100\%$$

$$FF_{nom} = \frac{U_{mpp,NOM} \cdot I_{mpp,NOM}}{U_{oc,nom} \cdot I_{sc,nom}} \cdot 100\%$$

$$FF_m = \frac{U_{mpp,m} \cdot I_{mpp,m}}{U_{oc,m} \cdot I_{sc,m}} \cdot 100\%$$

Gleichungssymbol	Geräteabkürzung	Beschreibung
$U_{oc,NOM}$	<b>U<sub>oc</sub> (NOM)</b>	Nennleerlaufspannung
$U_{oc,STC}$	<b>U<sub>oc</sub> (STC)</b>	Leerlaufspannung berechnet auf STC-Werte
$I_{sc,NOM}$	<b>I<sub>sc</sub> (NOM)</b>	Nennkurzschlussstrom
$I_{sc,STC}$	<b>I<sub>sc</sub> (STC)</b>	Kurzschlussstrom berechnet auf STC-Werte



$U_{mpp,NOM}$	<b>Umpp (NOM)</b>	Nenn-Maximal-Leistungspunktspannung
$U_{mpp,STC}$	<b>Umpp (STC)</b>	Maximale Strompunktspannung berechnet auf STC-Werte
$I_{mpp,NOM}$	<b>Impp (NOM)</b>	Nominaler maximaler Leistungspunktstrom
$I_{mpp,STC}$	<b>Impp (STC)</b>	Maximaler Leistungspunktstrom berechnet auf STC-Werte
$P_{STC}$	<b>Pmpp (STC)</b>	Maximale Leistung berechnet auf STC-Werte
$P_{NOM}$	<b>Pmpp (NOM)</b>	Kurzschlussstrom berechnet auf STC-Werte
$U_{mpp,m}$	<b>Umpp (Meas)</b>	Gemessene maximale Netzpunktspannung
$I_{mpp,m}$	<b>Impp (Meas)</b>	Gemessener maximaler Leistungspunktstrom
$I_{mpp,NOM}$	<b>Impp (NOM)</b>	Nominaler maximaler Leistungspunktstrom
$U_{oc,m}$	<b>Uoc (Meas)</b>	Gemessene Leerlaufspannung
$I_{sc,m}$	<b>Isc (Meas)</b>	Gemessener Kurzschlussstrom
$\Delta P_{mpp}$	<b><math>\Delta P_{mpp}</math></b>	Relativer Fehler maximaler Leistungspunkt
$\Delta U_{mpp}$	<b><math>\Delta U_{mpp}</math></b>	Relativer Fehler der maximalen Netzpunktspannung
$\Delta I_{mpp}$	<b><math>\Delta I_{mpp}</math></b>	Relativer Fehler des maximalen Leistungspunktstroms
$\Delta U_{oc}$	<b><math>\Delta U_{oc}</math></b>	Relativer Fehler der Leerlaufspannung
$\Delta I_{sc}$	<b><math>\Delta I_{sc}</math></b>	Relativer Fehler des Kurzschlussstroms
$FF_{nom}$	<b>FF (NOM)</b>	Nennfüllfaktor
$FF_m$	<b>FF (Meas)</b>	Gemessener Füllfaktor

die  $\Delta U_{oc}$  relative Fehlerwarnung wird wie folgt berechnet

$$\Delta U_{oc} = \left( \frac{U_{oc,STC}}{U_{oc,STC,module} \cdot \text{Number of modules in PV string}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

### Isolationsmessungen von PV-Modulen und Strings

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

Roc+ Isolationswiderstand zwischen positivem Ausgang und Masse  
 Roc- Isolationswiderstand zwischen negativem Ausgang und Masse

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

R<sub>SC</sub> Isolationswiderstand zwischen Kurzschlussausgängen und Masse

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, müssen beide Werte der ersten Methode in ein einzelnes Wertergebnis umgewandelt werden. Dies kann unter Verwendung der untenstehenden Gleichung erfolgen, die auf dem elektrischen Ersatzmodell von PV-Modulen basiert und den gleichen oder einen naheliegenden Wert an den mit der zweiten Methode gemessenen Isolationswiderstand ausgibt.

$$R_{oc} = \frac{U_{oc,m}}{U_{ISO}} \cdot \frac{R_{oc+} \cdot R_{oc-}}{R_{oc+} - R_{oc-}}$$

Gleichungssymbol	Geräteabkürzung	Beschreibung
$R_{oc+}$	<b>Roc+</b>	Gemessener Widerstand zwischen DC+ und PE
$R_{oc-}$	<b>Roc-</b>	Gemessener Widerstand zwischen DC+ und PE
$R_{oc}$	<b>Roc</b>	Berechneter Widerstand
$U_{oc,m}$	<b>Uoc_m</b>	Gemessene PV-Leerlaufspannung
$U_{ISO}$	<b>Uiso</b>	Gemessene Isolationswiderstandsprüfspannung

Um genaue Ergebnisse zu erhalten, muss bei der Durchführung von Isolationsmessungen sorgfältig vorgegangen werden. Das PV-Modul oder der PV-String kann eine signifikante kapazitive Natur haben, daher muss die Dauer der Messung lang genug sein, damit das Ergebnis stabil ist. Daher muss der Benutzer die Dauer der Messung einrichten, die bis zu einer Minute betragen kann. Wenn die Messzeit zu kurz ist und der angezeigte Wert nicht stabil ist, darf das Endergebnis nur als Information behandelt werden.

## 15 Anhang E – Bifaziale PV-Module

Bifaziale Photovoltaik (PV)-Module können Licht nutzen, das das PV-Modul sowohl von der Vorder- als auch von der Rückseite trifft. Solche PV-Module erfordern eine andere Bestrahlungsmessung als klassische monofaziale PV-Module. Die Vorder- und Rückseite wandeln die Bestrahlung nicht mit der gleichen Wirksamkeit in elektrische Energie um. Daher wurde ein Faktor namens Bifazialität (BF) eingeführt. Die Bifazialität (BF) beschreibt, wie effizient die Rückseite des PV-Moduls im Vergleich zur Vorderseite ist.

PV-Modul-Typ	Bifazialität (BF)
Monofazial	0
Bifazial	$0,7 \leq BF \leq 1$

Um die Gesamtbestrahlungsstärke ( $I_{rr}$ ) zu erhalten, sind Messungen der Bestrahlungsstärke an der Vorderseite ( $I_{rr\_f}$ ) und der Rückseite ( $I_{rr\_b}$ ) erforderlich. Die Gesamtbestrahlungsstärke wird dann gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$I_{rr} = I_{rr\_f} + I_{rr\_b} \cdot BF$$

Beide Bestrahlungsstärke-Referenzzellen müssen in der Ebene des PV-Moduls/Strings platziert werden. Die Referenzzellen für die vordere Bestrahlungsstärke können an einer beliebigen Stelle entlang der Kante des PV-Strings platziert werden.

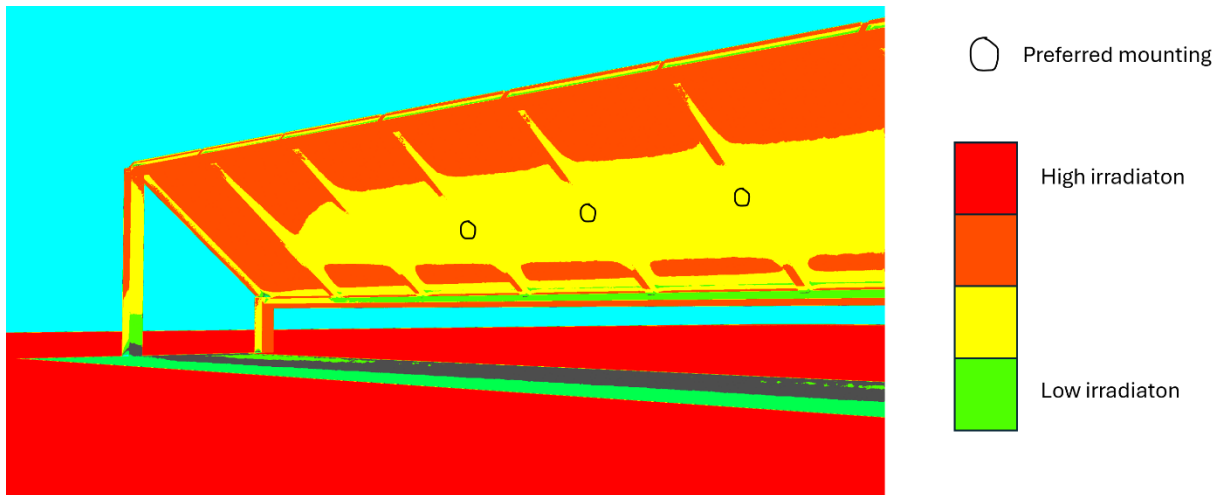
Die Bestrahlungsstärke auf der Rückseite ist ungleichmäßig und stark von vielen Faktoren abhängig: Abstand des PV-Strings vom Boden, Bodenalbedo, geografische Lage, Wetterbedingungen, etc.

PV-Module sind intern aus in Reihe geschalteten PV-Zellen aufgebaut. Der durch die PV-Zellen fließende Strom ist direkt proportional zur Bestrahlung ( $I_{rr}$ ). Da die PV-Zellen in Reihe geschaltet sind, bestimmt die PV-Zelle mit der geringsten Bestrahlung den Strom, der durch das PV-Modul fließt. Auf der Ebene des PV-Moduls ist dies aufgrund der installierten Bypass-Dioden oft nicht ganz der Fall. In der Regel verfügt jedes PV-Modul über bis zu 3 Bypass-Dioden, die bei teilweiser Abschattung des PV-Moduls die Leistungsabgabe erhöhen.

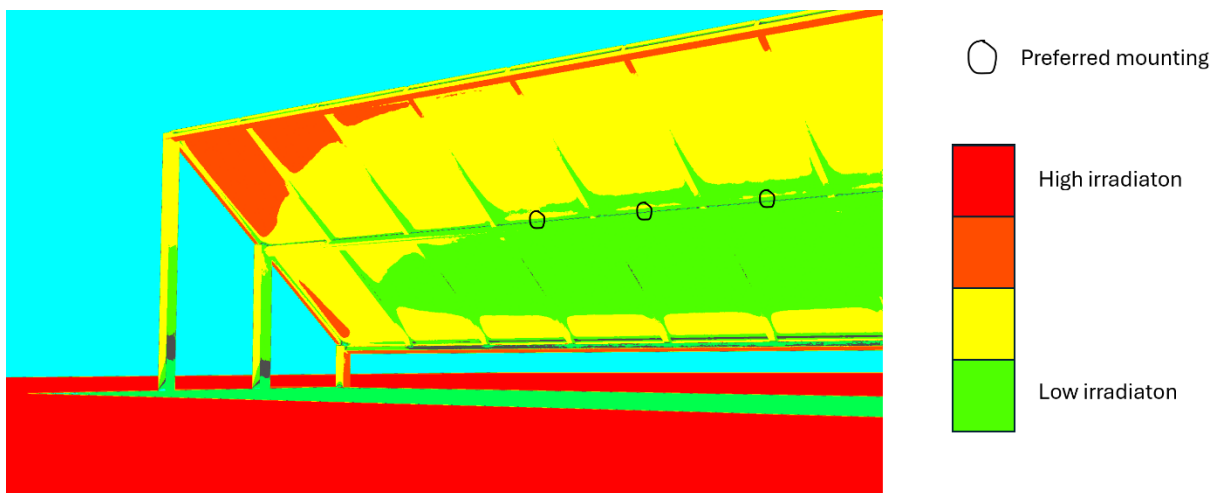
Für die Platzierung von Referenzzellen für die Rückbestrahlung sollten die folgenden Richtlinien berücksichtigt werden:

- Der Bestrahlungsstärkesensor darf nicht auf den Rand-PV-Modulen des PV-Strings platziert werden. Platzieren Sie den Sensor mindestens 3 PV-Module vom Rand der Reihe entfernt.
- Vermeiden Sie die Platzierung in der Nähe der oberen und unteren Kanten des PV-Strings.
- Der Bestrahlungsstärkesensor sollte an den inneren Rändern des PV-Moduls angebracht werden.
- Halten Sie den Sensor in der gleichen Ebene wie den PV-String.
- Stellen Sie sicher, dass das Bestrahlungskabel die Referenzzelle nicht beschattet.

Die folgende Abbildung zeigt eine Simulation der Bestrahlungsstärkeverteilung entlang der Rückseite des PV-Strings. Die rote und orange Farbe korreliert mit einer höheren Bestrahlungsstärke, während die gelbe und grüne Farbe mit niedrigeren Bestrahlungsstärken korreliert. Einige der empfohlenen Platzierungen der PV-Referenzzelle für die Rückstrahlung sind mit den schwarzen Kreisen gekennzeichnet.



Bei unterschiedlichen Konfigurationen von PV-Modulen in einem PV-String muss die PV-Referenzzelle in der Mitte des PV-Strings platziert werden. Einige der empfohlenen Platzierungen der Referenzzelle werden in der Abbildung unten mit den schwarzen Kreisen gezeigt.



**METREL d.o.o.**

Ljubljanska cesta 77

SI-1354 Horjul

Slowenien

Telefon: +386 (0)1 75 58 200

Fax: +386 (0)1 75 49 226

E-mail: [info@metrel.si](mailto:info@metrel.si)