

BEDIENUNGSANLEITUNG

**MESSGERÄT FÜR
PHOTOVOLTAIKANLAGEN**

PVM-1021

PVM-1021



Mess-
eingänge

Zangen-
anschluss



LED

Bestätigen

Start der
Messungen

Shift/selection
▪ rechts/links
▪ oben/unten

- **Messgerät EIN**
(kurz drücken)
- **Messgerät AUS**
(drücken und halten)
- **Displaybeleuchtung**
(kurz drücken)

ESC
▪ Zurück zur vorherigen Ansicht
▪ Abbrechen

SET/SEL
▪ Einstellungen
▪ Auswahl taste

Drehwahlschalter für Messungen und Funktion

- $R_{iso} PV$ - Isolationswiderstand (DC)
- I_{sc} - Kurzschlussstrom DC
- U_{oc} - Leerlaufspannung DC
- **AUTO** - automatische Messungen (DC)
- I_p, P - Messung des Arbeitsstromes und Leistung
- R_{cont} - Durchgangsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleich
- R_x - Niederspannungsmessung
- $\rightarrow_{(200 mA)}$ - Diodentest mit 200 mA, Test der Sperrdiode 1000 V Spannung
- R_{iso} - Isolationswiderstand (AC)
- **MEM** - Speicher



BEDIENUNGSANLEITUNG

MESSGERÄT FÜR PHOTOVOLTAIKANLAGEN PVM-1021



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

Version 1.02 28.01.2026

Das PVM-1021 ist ein modernes, leicht zu handhabendes und sicheres Prüfgerät. Machen Sie sich bitte vorab mit dieser Anleitung vertraut, um Messfehlern oder einem fehlerhaften Gebrauch vorzubeugen.

INHALT










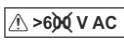
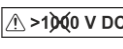
1	Allgemeine Informationen	5
1.1	Sicherheitssymbole	5
1.2	Sicherheit	6
1.3	Allgemeine Merkmale	7
1.4	Einhaltung von Normen	8
2	Schnellstart	9
2.1	Ein- und Ausschalten des Messgeräts, Hintergrundbeleuchtung des Displays	9
2.2	Auswahl der allgemeinen Messparameter	9
2.3	Erinnerung an das letzte Messergebnis	9
2.4	Verbindung zwischen IRM-1 und PVM-1021	11
2.4.1	Kopplung der Messgeräte	11
2.4.2	Entkoppeln	12
2.4.3	Automatische Vervollständigung der Ergebnisse mit Umweltparametern nach Wiederherstellung der Verbindung mit dem IRM-1	13
3	Messungen	14
3.1	Isolationswiderstand	14
3.1.1	Messung des Isolationswiderstands (PV)	14
3.1.2	Messung des Isolationswiderstands (AC)	17
3.1.3	Zusätzliche Informationen	19
3.2	Gleichspannung des offenen Stromkreises U_{oc}	20
3.3	DC-Kurzschlussstrom I_{sc}	21
3.4	Automatische Messungen (DC)	23
3.5	Messung von Betriebsstrom und Leistung	27
3.6	Zurücksetzen von C-PV-Zangen	29
3.7	Niederspannungsmessung des Widerstands	30
3.7.1	Kompensation des Prüflingwiderstandes – Autozeroing	30
3.7.2	Niederstrom-Widerstandsmessung	31
3.7.3	Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ± 200 mA Strom	33
3.8	Diodentest mit 200 mA Strom	35
3.9	Prüfung der Sperrdiode mit 1000 V Spannung	37
4	Speicherung der Messergebnisse	39
4.1	Aufzeichnung von Messergebnisdaten im Speicher	39
4.2	Ändern der Zellen- und Banknummer	41
4.3	Anzeigen von Speicherdaten	41
4.4	Löschen von Speicherdaten	43
4.4.1	Löschen des ausgewählten Objekts und seiner Zellen	43
4.4.2	Löschung des gesamten Speichers	44
5	Kommunikation	45
5.1	Zubehörsatz zum Anschluss des Messgeräts an einen PC	45
5.2	Datenübertragung mit Bluetooth-Modul	45
6	Fehlersuche	46
7	Stromversorgung	46
7.1	Überwachung der Stromversorgungsspannung	46
7.2	Auswechseln der (wiederaufladbaren) Batterien	47
7.3	Allgemeine Regeln für die Verwendung von Nickel-Metallhydrid-Akkus (Ni-MH)	47

8	Reinigung und Wartung	48
9	Lagerung	48
10	Demontage und Entsorgung	48
11	Technische Daten	49
11.1	Grundlegende Daten	49
11.1.1	DC-Spannungsmessung	49
11.1.2	AC True RMS Spannungsmessung	49
11.1.3	Frequenzmessung	49
11.1.4	Messung von I_{sc} Kurzschlussstrom	49
11.1.5	Messung des Isolationswiderstands des Moduls/der PV-Anlage	49
11.1.6	Messung des Isolationswiderstands	50
11.1.7	Messung von Betriebsstrom und Wirkleistung	51
11.1.8	Niederspannungsmessung der Kontinuität des Stromkreises und des Widerstands	51
11.1.9	Umrechnung von Messergebnissen in STC-Bedingungen	51
11.2	Betriebsdaten	52
11.2.1	Maximale Betriebszeit mit einem Satz Batterien	53
11.2.2	Maximale Betriebszeit mit einer Akkuladung	53
12	Hersteller	54

1 Allgemeine Informationen

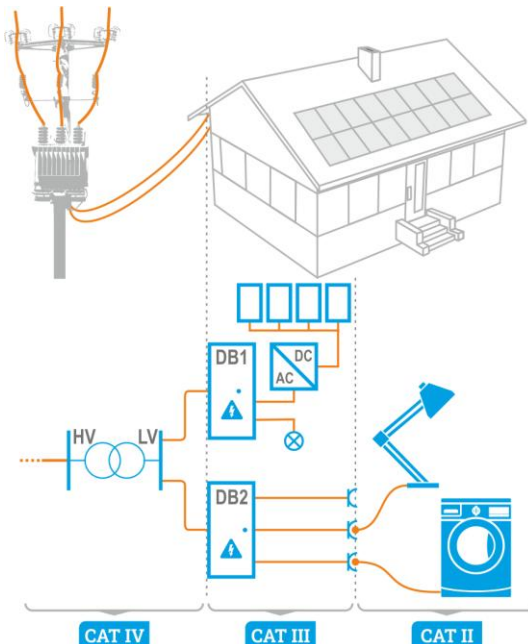
1.1 Sicherheitssymbole

Die folgenden internationalen Symbole werden im Gerät und/oder in dieser Anleitung verwendet:

	Weitere Informationen und Erläuterungen finden Sie in der Bedienungsanleitung		Boden		AC-Strom/Spannung
	DC-Strom/Spannung		Doppelte Isolierung (Schutzklasse)		Erklärung der Konformität mit den EU-Richtlinien (<i>Conformité Européenne</i>)
	Nicht mit anderem Hausmüll entsorgen		Informationen zum Recycling		Bestätigte Übereinstimmung mit australischen Standards
	Schließen Sie das Gerät nicht an Systeme mit Spannungen über 600 V AC		Schließen Sie das Gerät nicht an Systeme mit Spannungen über 1000 V DC		


Messkategorien nach EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – betrifft Messungen in Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsanlagen angeschlossen sind,
- **CAT III** – betrifft Messungen in Gebäudeanlagen,
- **CAT IV** – betrifft Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsanlage durchgeführt werden.



1.2 Sicherheit

Um einen elektrischen Schlag oder Brand zu vermeiden, müssen Sie die folgenden Richtlinien beachten:

- Bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen, machen Sie sich gründlich mit dieser Anleitung vertraut und beachten Sie die vom Hersteller festgelegten Sicherheitsvorschriften und Spezifikationen.
- Jede Anwendung, die von den Angaben in diesem Handbuch abweicht, kann zu Schäden am Gerät führen und eine Gefahrenquelle für den Anwender darstellen.
- Das Gerät darf nur von entsprechend qualifiziertem Personal mit entsprechenden Zertifikaten für die Durchführung von Messungen an elektrischen Anlagen bedient werden. Die Bedienung des Analysators durch nicht autorisiertes Personal kann zu Schäden am Gerät führen und eine Gefahrenquelle für den Benutzer darstellen.
- Die Verwendung dieses Handbuchs schließt nicht aus, dass bei der Durchführung einer bestimmten Art von Arbeit die Arbeitsschutzvorschriften und andere einschlägige Brandschutzvorschriften eingehalten werden müssen. Vor Beginn der Arbeit mit dem Gerät in besonderen Umgebungen, z. B. in einer potenziell feuergefährdeten/explosionsgefährdeten Umgebung, ist eine Rücksprache mit der für Gesundheit und Sicherheit zuständigen Person erforderlich.
- Überprüfen Sie vor Beginn der Arbeiten das Gerät, die Kabel, die Adapter, die Stromzange und das sonstige Zubehör auf Anzeichen mechanischer Beschädigungen. Achten Sie besonders auf die Steckverbinder
- Es ist inakzeptabel zu arbeiten:
 - ⇒ es ist beschädigt und ganz oder teilweise außer Betrieb,
 - ⇒ seine Kabel und Leitungen eine beschädigte Isolierung aufweisen,
 - ⇒ des Gerätes und des Zubehörs mechanisch beschädigt werden,
 - ⇒ Wenn Sie das Gerät von einem kühlen an einen warmen Ort mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit gebracht haben, starten Sie die Messungen erst, wenn sich das Gerät auf die Umgebungstemperatur erwärmt hat (ca. 30 Minuten).
- Betreiben Sie das Messgerät nicht mit offenem oder nicht richtig verschlossenem Batteriefach (Akku) und versorgen Sie es nicht mit anderen als den in diesem Handbuch angegebenen Stromquellen.
- Im Inneren des Geräts treten gefährliche Spannungen auf. Trennen Sie vor dem Entfernen der Batterieabdeckung immer alle Messleitungen ab und schalten Sie das Gerät aus.
-  Symbol auf dem Display zeigt an, dass die Spannung der Stromversorgung unzureichend ist und dass die Akkus geladen oder die Batterien ausgetauscht werden müssen. Messungen, die mit einem Messgerät mit unzureichender Spannung durchgeführt werden, sind mit zusätzlichen Fehlern behaftet, die vom Benutzer nicht abgeschätzt werden können. Solche Messungen dürfen nicht zur Bestätigung der Korrektheit der geprüften Photovoltaikanlage oder des Netzes verwendet werden.
- Wenn entladene Batterien im Messgerät verbleiben, kann es zu einem Auslaufen der Batterien und zu Schäden am Messgerät kommen.
- Stellen Sie vor der Messung sicher, dass die Messleitungen an die entsprechenden Messzangen angeschlossen sind.
- Verwenden Sie das Gerät nicht in Stromnetzen mit einer Spannung von mehr als 600 V AC.
- Schließen Sie die Eingänge des Geräts nicht an Photovoltaikanlagen mit einer Spannung von mehr als 1000 V DC und einem Kurzschlussstrom von mehr als 20 A an.
- Die PE-Klemme darf nur für den Anschluss der Erdung von Photovoltaikanlagen verwendet werden. Legen Sie keine Spannung an sie an!
- Das Öffnen des Steckers der Stromzange führt dazu, dass die angegebene Dichtigkeit nicht mehr gegeben ist, was bei ungünstigen Wetterbedingungen zu Schäden führen kann. Außerdem kann der Benutzer dadurch der Gefahr eines Stromschlags ausgesetzt werden.
- Tragen Sie das Messgerät nicht, indem Sie es am Draht der Stromzangen halten.
- Reparaturen dürfen nur von einer autorisierten Servicestelle durchgeführt werden.



HINWEIS!

Es darf nur das für ein bestimmtes Gerät vorgesehene Zubehör verwendet werden. Die Verwendung von anderem Zubehör kann zu Schäden an den Messgeräten führen, zusätzliche Messfehler verursachen und ein Risiko für den Benutzer darstellen.



Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung der Software des Messgeräts kann das tatsächliche Aussehen der Anzeige bei einigen Funktionen leicht von der in dieser Bedienungsanleitung dargestellten Anzeige abweichen.

- Berühren Sie das geprüfte Objekt nicht während der Messung des Isolationswiderstands R_{ISO} oder nach der Messung, bevor es vollständig entladen ist. Dies kann zu einem elektrischen Schlag führen.
- Messungen des Widerstands R_X , R_{CONT} und der Kompensation von Prüflösungen dürfen nicht unter Spannung durchgeführt werden. Dadurch kann das Messgerät beschädigt werden.

1.3 Allgemeine Merkmale

Das PVM-1021 ist ein multifunktionales Messgerät, das für die Messung der Parameter von Photovoltaikanlagen und der Parameter der Wechselrichter-Anschlusspunkte an das Stromnetz entwickelt wurde. Es ermöglicht die Durchführung der erforderlichen Messungen für eine Photovoltaikanlage gemäß Kategorie 1, die in der Norm "EN 62446-1 – Photovoltaische Systeme (PV). Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Wartung. Teil 1: Vernetzte Systeme. Dokumentation, Abnahme und Überwachung".

Gemessene Parameter:

- Gleichspannung eines offenen Moduls / Kette PV – U_{OC} ,
- AC-Spannung auf der AC-Seite (Anschluss des Wechselrichters an das Stromnetz),
- DC-Kurzschlussstrom des PV-Moduls/der PV-Kette – I_{SC} ,
- R_{ISO} PV-Isolationswiderstand der PV-Anlage auf der DC-Seite nach der Methode 1 gemäß der Norm EN 62446-1 (d. h. die Messung verursacht keinen Modul-/String-Kurzschluss), was die Bestimmung des Isolationswiderstands des PV-Moduls/Strings an beiden Polen ermöglicht: R_{ISO+} und R_{ISO-} ,
- R_{ISO} Isolationswiderstand der PV-Anlage auf der AC-Seite (Anschluss des Wechselrichters an das Stromnetz),
- DC-Strom und Leistung des PV-Moduls / Strings / Systems auf der DC-Seite,
- DC und Leistung der PV-Anlage auf der AC-Seite (Anschluss des Wechselrichters an das Stromnetz),
- Durchgängigkeit des Stromkreises (R_{CONT}) der Erdungs- und Potentialausgleichsleitungen des PV-Moduls / Strings,
- Parameter der Sperrdiode, die in PV-Anlagen verwendet wird.

Das Messgerät ist mit Bananenbuchsen und einer Buchse für Stromzangen ausgestattet. Die Buchsen werden für Funktionsmessungen der Systeme verwendet (wenn mit eingeschaltetem Wechselrichter gearbeitet wird). Die Messungen werden an den mit "+" und "-" gekennzeichneten Buchsen durchgeführt. Die Buchse (PE) \perp wird für die Messung des Isolationswiderstandes einer Photovoltaikanlage nach der Kurzschlussmethode verwendet, die es dem Benutzer ermöglicht, die Anlage als Ganzes in einer Messung zu messen, unabhängig von ihrer Leistung.

Das Messgerät hat zwei Funkschnittstellen (die nicht gleichzeitig funktionieren): **Bluetooth** und **LoRa**.

- Das Bluetooth-Modul wird für die Kommunikation zwischen dem Messgerät und einem Computer verwendet, um die Ergebnisse aus dem Speicher herunterzuladen.
- Das LoRa-Modul wird für die Kommunikation mit dem IRM-1 verwendet.



Das IRM-1 ist ein Messgerät für die Messung der Sonneneinstrahlung und der Temperatur von Photovoltaikzellen und ihrer Umgebung. Die von ihm gelieferten Daten sind notwendig, um die vom PVM-1021 gemessenen Werte in die STC-Bedingungen umzuwandeln. Anhand der standardisierten Werte kann der Benutzer feststellen, ob die Photovoltaikanlage mit optimalem Wirkungsgrad arbeitet und die PV-Module auf mögliche Schäden überprüfen.

1.4 Einhaltung von Normen

PVM-1021 erfüllt die Anforderungen der folgenden Normen:

- EN IEC 61557-1 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis 1 000 V AC und 1 500 V DC – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- EN IEC 61557-2 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis 1 000 V AC und 1 500 V DC – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 2: Isolationswiderstand.
- EN IEC 61557-4 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 4: Widerstand von Erdungsleitungen und Potentialausgleichsleitungen.
- EN 61557-10 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 10: Kombinierte Messgeräte zum Prüfen, Messen und Überwachen von Schutzmaßnahmen.

Sicherheitsstandards:

- EN 61010-1 – Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- EN IEC 61010-2-030 – Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Geräte mit Prüf- oder Messkreisen.
- EN IEC 61010-2-034 – Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-034: Besondere Anforderungen an Messgeräte für Isolationswiderstand und Prüfgeräte für elektrische Festigkeit.

Normen für elektromagnetische Verträglichkeit:


- EN IEC 61326-1 – Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- EN IEC 61326-2-2 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 2-2: Besondere Anforderungen – Prüfanordnung, Betriebsbedingungen und Leistungsmerkmale für ortsveränderliche Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte für den Gebrauch in Niederspannungs-Stromversorgungsnetzen.


Referenzierte Normen

- EN 62446-1 mit Anhang A1 – Photovoltaische (PV) Systeme – Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Wartung – Teil 1: Netzgekoppelte Anlagen – Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfungen und Inspektion.
- EN IEC 60891 – Photovoltaische Einrichtungen – Verfahren für Temperatur- und Einstrahlungskorrekturen an gemessenen I-U-Kennlinien.



2 Schnellstart

2.1 Ein- und Ausschalten des Messgeräts, Hintergrundbeleuchtung des Displays

Drücken Sie kurz die Taste , um das Messgerät **einzuschalten**. Drücken Sie die Taste länger, um **es auszuschalten** (OFF wird angezeigt).

Drücken Sie während des Betriebs des Messgeräts kurz die Taste , um das **Display und die Tastaturanzeige** ein- bzw. auszuschalten.


2.2 Auswahl der allgemeinen Messparameter

①  +  Halten Sie die Taste **SET/SEL** gedrückt, schalten Sie das Messgerät ein und warten Sie auf den Bildschirm für die Parameterauswahl.




Verwenden Sie die SET/SEL-Tasten, um zum nächsten Parameter zu gelangen.





Verwenden Sie die Tasten , um zum nächsten Parameter zu gelangen. Der Wert oder das Symbol, das geändert werden soll, blinkt.



Verwenden Sie die -Tasten, um den Parameterwert zu ändern. Der Wert oder das Symbol, das geändert werden soll, blinkt.

② Stellen Sie die Parameter entsprechend dem Algorithmus auf der nächsten Seite ein.

③  /  Drücken Sie **ENTER**, um die Änderungen zu bestätigen und zur Messfunktion zu gehen, oder gehen Sie zur Messfunktion, ohne die Änderungen zu bestätigen, indem Sie **ESC** drücken.


2.3 Erinnerung an das letzte Messergebnis

Das Ergebnis der letzten Messung wird vom Messgerät gespeichert, bis eine nächste Messung gestartet wird oder die Messfunktion mit dem Drehschalter geändert oder das Messgerät ausgeschaltet wird. Beim Aufrufen des Startbildschirms einer bestimmten Funktion durch Drücken der ESC-Taste (oder wenn dieser automatisch 10 Sekunden nach der Messung angezeigt wird), kann der Benutzer dieses Ergebnis durch Drücken der **ENTER-Taste** aufrufen.

Einstellungen des Messgeräts

Navigation		Auswahl		Zurück		Weiter	
↩	⏪	⏩	⏹	⏪	⏩	⏹	➡
		<ul style="list-style-type: none"> - 1,2 V / NiMH - 1,5 V AA 				Auswahl der Stromquelle: Akkus/Batterien	
						Uhrzeit und Datum	
						<ul style="list-style-type: none"> Bluetooth-Kommunikation: automatisch / deaktiviert PIN 	
		<ul style="list-style-type: none"> - 5 min - 15 min - 30 min 				Auto-OFF <ul style="list-style-type: none"> deaktiviert AUTO-OFF-Zeit 	
		<ul style="list-style-type: none"> - on - - - - 				Töne: ein/aus	
		<ul style="list-style-type: none"> - on - - - - 				Kopplung mit IRM-1 Messgeräten	
		<ul style="list-style-type: none"> - - - - - START 				Software-Updates: nein / ja Der Update-Prozess wird durch eine Anwendung auf dem Computer ausgelöst. Sie können ihn beenden, indem Sie das Messgerät ausschalten.	
		<ul style="list-style-type: none"> - - - - - START 				Werksreset: nein / ja	

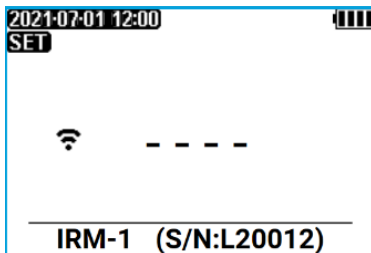
2.4 Verbindung zwischen IRM-1 und PVM-1021

Wenn die IRM-1-Messgeräte mit dem PVM-1021 gepaart wurden, sucht das Gerät beim Einschalten nach ihnen. Wenn das IRM-1 gefunden wird, wird eine Verbindung hergestellt und auf dem Bildschirm wird  angezeigt. Das PVM-1021 merkt sich die letzten 3 gepaarten IRM-1s.

2.4.1 Kopplung der Messgeräte

Wenn die Kopplung mit dem IRM-1 noch nicht erfolgt ist, sollte sie wie unten beschrieben durchgeführt werden.

- 1 Schalten Sie das IRM-1-Messgerät ein, das gekoppelt werden soll. Schalten Sie es in den Pairing-Modus.
- 2 Rufen Sie in den Einstellungen des PVM-1021 den Kopplungsbildschirm mit IRM-1 auf.



IRM-1 innerhalb der Reichweite des Messgeräts



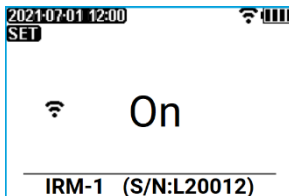
Viele IRM-1 in Reichweite des Messgeräts. Es gibt andere IRM-1 Messgeräte gepaart mit PVM-1021 Messgerät

3



Verwenden Sie die Tasten, um den Bildschirm "START" anzuzeigen.

4



Drücken Sie **START**. Es wird eine Bestätigung der Kopplung des IRM-1 mit dem PVM-1021 angezeigt.

5



Drücken Sie **ENTER**, um zum Messbildschirm zu gelangen und die restlichen Messgeräte-einstellungen zu bestätigen. Drücken Sie **ESC**, um zum Messbildschirm zu gelangen, ohne die restlichen Messgeräte-einstellungen zu bestätigen.

2.4.2 Entkoppeln

- ① Rufen Sie in den Einstellungen des PVM-1021 den Kopplungsbildschirm mit IRM-1 auf.



Ein gepaartes IRM-1
in Reichweite des Messgeräts



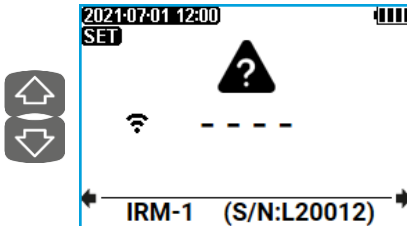
Mehrere gepaarte IRM-1's
in Reichweite des Messgeräts

②



Verwenden Sie die Seriennummer des IRM-1, um das zu entkoppelnde Gerät auszuwählen.

③



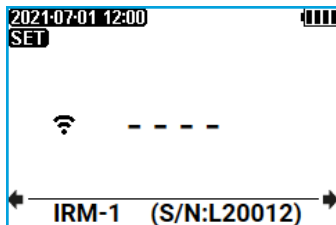
Verwenden Sie die Tasten, um den Bildschirm "---" anzuzeigen.

④



Drücken Sie **START**.

⑤



Die Kopplung von IRM-1 mit PVM-1021 wurde aufgehoben.

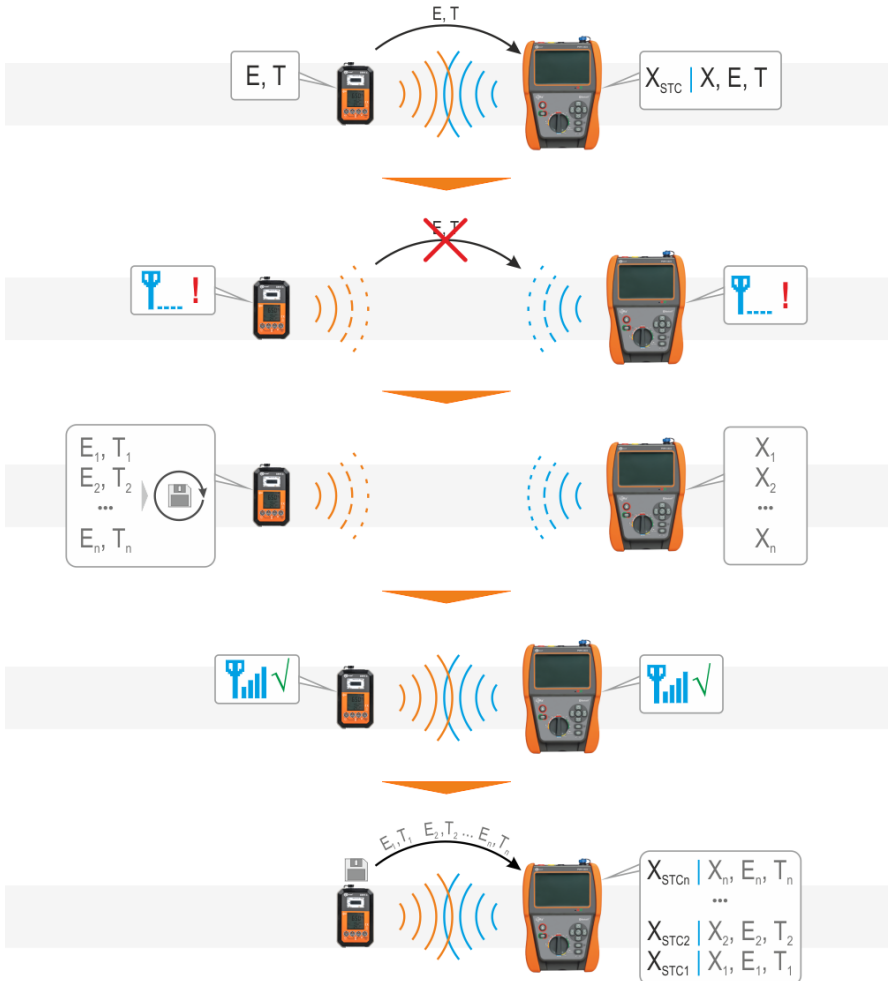
⑥



Drücken Sie **ENTER**, um zum Messbildschirm zu gelangen und die restlichen Messgeräteeinstellungen zu bestätigen. Drücken Sie **ESC**, um zum Messbildschirm zu gelangen, ohne die restlichen Messgeräteeinstellungen zu bestätigen.

2.4.3 Automatische Vervollständigung der Ergebnisse mit Umweltparametern nach Wiederherstellung der Verbindung mit dem IRM-1

Es kann vorkommen, dass sich das PVM-1021 im Laufe der Messungen so weit vom IRM-1 entfernt, dass die Kommunikation zwischen beiden verloren geht. Werden die Messungen fortgesetzt, so werden nach Wiederherstellung der Verbindung die Ergebnisse automatisch **mit Umgebungsparametern ergänzt**, die in der Zwischenzeit vom IRM-1 in seinem **temporären Speicher** aufgezeichnet und in STC-Bedingungen umgerechnet wurden.



- Die Anzahl der ergänzten Umgebungsparameter ist durch die Kapazität des temporären Speichers des IRM-1 begrenzt, und die Daten werden beginnend mit den neuesten übertragen. Daher kann es vorkommen, dass die ältesten Ergebnisse nicht vervollständigt werden.
- Die Ergänzung eines einzelnen Ergebnisses mit Umgebungsparametern kann – je nach den Bedingungen – bis zu 60 Sekunden dauern.

3 Messungen



WARNUNG

Während einer Messung ist das Umschalten des Drehschalters verboten, da es das Messgerät beschädigen und eine Gefahr für den Benutzer darstellen kann.

3.1 Isolationswiderstand

3.1.1 Messung des Isolationswiderstands (PV)



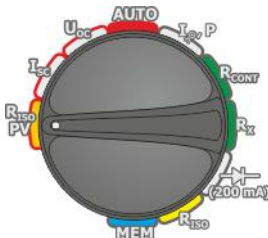
WARNUNG

- Schränken Sie vor der Prüfung des Objekts den Zugang für Unbefugte ein.
- Berühren Sie während der Messung keine Metallteile der Fotovoltaikanlage und die Rückseite der Module.



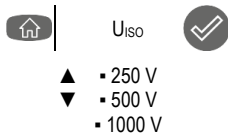
Bei PV-Anlagen mit Optimierern muss die übliche Messung des Isolationswiderstands (AC) durchgeführt werden – **Abschnitt 3.1.2.**

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf die Position **R_{ISO} PV**.

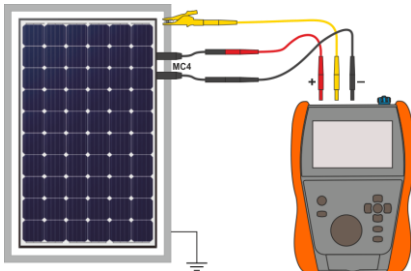
2



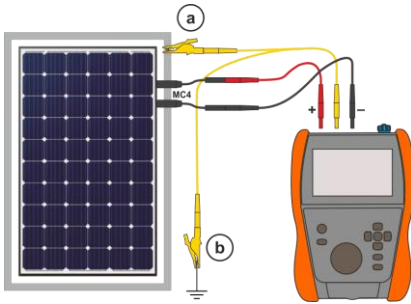
- Drücken und halten Sie **SET/SEL**.
- Stellen Sie die Messspannung nach dem Algorithmus und nach den Regeln ein, die in der allgemeinen Parametereinstellung beschrieben sind.

3

Schließen Sie die Messleitungen gemäß den Zeichnungen an.

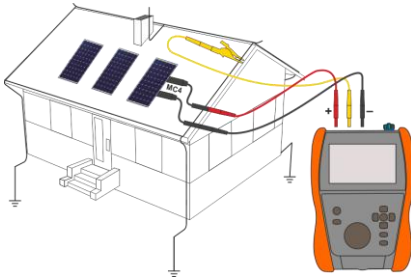


Die PV-Anlage hat eine zugängliche, geerdete Struktur (einschließlich der Rahmen der Module). Dann ist eine Messung ausreichend.

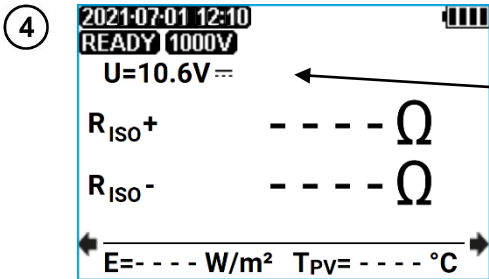


Die PV-Anlage hat keine geerdete Struktur. Dann sind zwei Messungen erforderlich:

- (a) zwischen den Systemdrähten "+", "-" und dem Systemrahmen,
- (b) zwischen den Systemkabeln "+", "-" und der Erdung.



Die PV-Anlage verfügt über keine leitfähigen Teile (z. B. Solardachziegel). Dann sollte die Messung zwischen den Systemdrähten "+", "-" und der Erdung des Gebäudes vorgenommen werden.

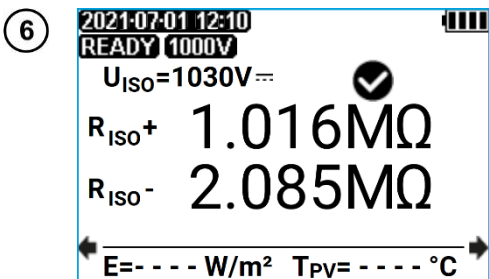


Das Messgerät ist bereit für die Messung, wenn es eine Spannung $U_{DC} \geq 10 \text{ V}$ auf dem Objekt erkennt.

Voltmeter zur Anzeige der Spannung am Objekt



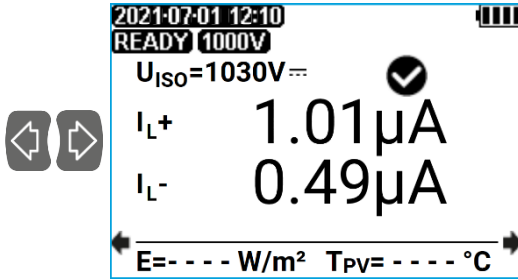
Drücken Sie **START**. Die Messung beginnt.



Lesen Sie das Ergebnis vor.

- U_{ISO} – Prüfspannung
- ✓ – Übereinstimmung des Ergebnisses mit den Anforderungen der Norm IEC 62446
- E – Sonne nbestrahlungsstärke des geprüften Objekts
- T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts

7 Um weitere Ergebnisse zu lesen, drücken Sie ◀▶.



I_{L+} – Strom, der durch den Widerstand R_+ fließt
 I_{L-} – Strom, der durch den Widerstand R_- fließt



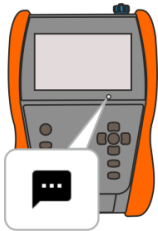
WARNUNG

- Während der Messung des Isolationswiderstandes liegt an den Enden der Messleitungen des Messgerätes eine gefährliche Spannung im Bereich von 250...1050 V an.
- Es ist verboten, die Messleitungen abzutrennen und die Stellung des Funktionsschalters vor Abschluss der Messung zu ändern. Die Nichtbeachtung der obigen Anweisung führt zu einem elektrischen Hochspannungsschlag und macht es unmöglich, das geprüfte Objekt zu entladen.



- Das Messgerät gibt ein kontinuierliches Tonsignal aus, bis die Prüfspannung 90 % des voreingestellten Wertes erreicht (und auch, wenn 110 % des voreingestellten Wertes überschritten werden).
- Nach Abschluss der Messung wird die Kapazität des Messobjekts durch Kurzschließen der Klemmen "+" und "-" mit einem Widerstand von 140 kΩ entladen.
- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.

Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden



 Der Isolationswiderstand wird gemessen.



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!**

LIMIT !!

Aktivierung der Strombegrenzung. Das angezeigte Symbol wird von einem Dauerpiepton begleitet.

NOISE!

Die Messung wurde durchgeführt, jedoch ohne garantierte Genauigkeit, da während der Messung Störungen auftraten, die dazu führten, dass sich die Proben um mehr als 1% voneinander unterschieden.



Das geprüfte Objekt wird entladen.

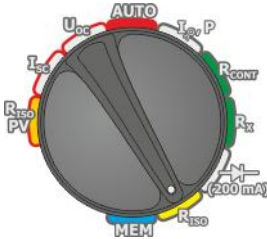
3.1.2 Messung des Isolationswiderstands (AC)



WARNUNG

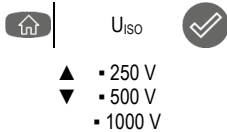
Das getestete Objekt darf nicht unter Spannung stehen.

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf die Position **R_{ISO}**.

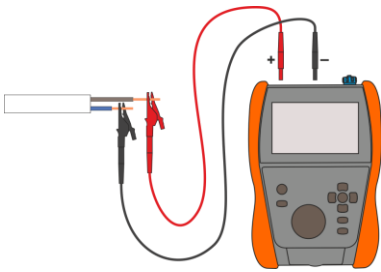
2



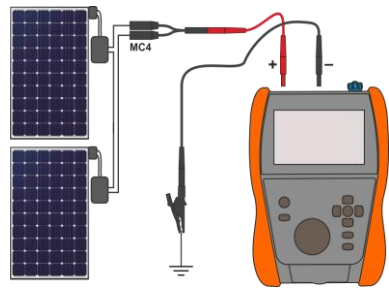
- Drücken und halten Sie **SET/SEL**.
- Stellen Sie die Messspannung nach dem Algorithmus und nach den Regeln ein, die in der allgemeinen Parametereinstellung beschrieben sind.
- Bei PV-Anlagen mit Optimierern darf die Messspannung nicht höher sein als die vom Hersteller des Optimierers empfohlene.

3

Schließen Sie die Messleitungen gemäß den Zeichnungen an.

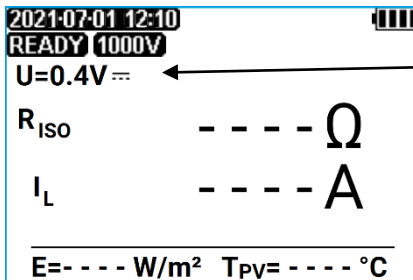


Standard R_{ISO}-Messung



R_{ISO}-Messung in PV-Anlagen mit Optimierern

4



Das Messgerät ist bereit für die Messung.

Voltmeter zur Anzeige der Spannung am Objekt

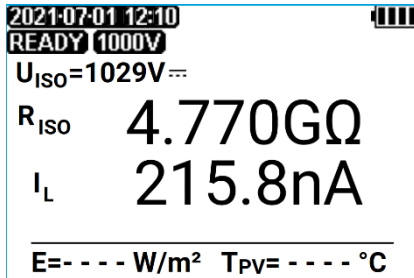
5



Drücken und halten Sie die START-Taste. Die Messung wird fortgesetzt, **bis die Taste losgelassen wird.**

Um die Messung zu sperren, halten Sie die Taste **ENTER gedrückt**, während Sie die Taste **START gedrückt halten**. Die Messung wird durch Drücken von **START** oder **ESC** unterbrochen.

6



Lesen Sie das Ergebnis vor.

U_{ISO} – Prüfspannung

I_L – Prüfstrom

E – Sonnenbestrahlungsstärke des geprüften Objekts

T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts



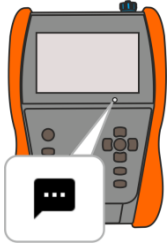
WARNUNG

Bei der Messung des Isolationswiderstandes treten an den Enden der Messleitungen des Messgerätes gefährliche Spannungen im Bereich von 250... 1050 V auf. Es ist verboten, die Messleitungen abzutrennen und die Stellung des Funktionsschalters zu ändern, bevor die Messung abgeschlossen ist. Die Nichtbeachtung der obigen Anweisung führt zu einem elektrischen Hochspannungsschlag und macht es unmöglich, das geprüfte Objekt zu entladen.



- Achten Sie bei der Messung, insbesondere bei hohen Widerständen, darauf, dass sich Messleitungen und Messfühler nicht berühren, da ein solcher Kontakt den Fluss von Oberflächenströmen verursachen kann, was zu zusätzlichen Fehlern in den Messergebnissen führt.
- Das Messgerät gibt ein kontinuierliches Tonsignal aus, bis die Prüfspannung 90 % des voreingestellten Wertes erreicht (und auch, wenn 110 % des voreingestellten Wertes überschritten werden).
- Während der Messung gibt das Messgerät alle fünf Sekunden einen Signalton ab – das erleichtert die Erfassung der Zeitparameter.
- Wenn der Messzyklus durch Drücken von **ENTER** aufrechterhalten wird, wird dies durch angezeigt:
 - eine kurze Pause im Signalton, wenn die Prüfspannung 90 % nicht erreicht oder 110 % des eingestellten Wertes überschritten hat,
 - ein kurzer Piepton, wenn die Prüfspannung zwischen 90% und 110% des eingestellten Wertes liegt.
- Nach Abschluss der Messung wird die Kapazität des Messobjekts durch Kurzschließen der Klemmen "+" und "-" mit einem Widerstand von 140 k Ω entladen.
- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.

Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden



Der Isolationswiderstand wird gemessen.



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!**

LIMIT !!

Aktivierung der Strombegrenzung. Das angezeigte Symbol wird von einem Dauerpiepton begleitet.

NOISE!

- Das Prüfobjekt steht unter einer Spannung von 10 V...50 V. Die Messung ist möglich, aber ohne garantierte Genauigkeit.
- Das Prüfobjekt steht unter einer Spannung von mehr als 50 V. Die Messung wird gesperrt.

>2.000 GΩ

>5.000 GΩ

>9.999 GΩ

Messbereich ist überschritten.

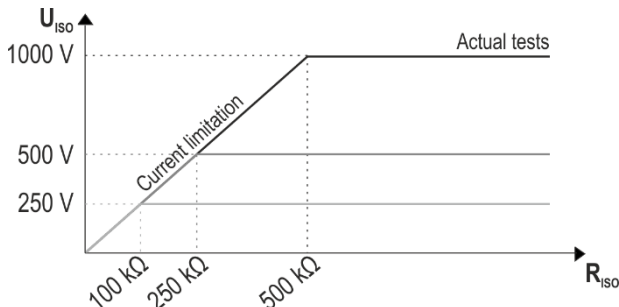


Das geprüfte Objekt wird entladen.

3.1.3 Zusätzliche Informationen

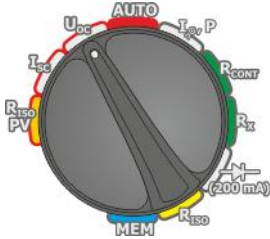
Das Messgerät misst den Isolationswiderstand, indem es an den geprüften Widerstand R_x die Prüfspannung U_{ISO} anlegt und den durch ihn fließenden Strom I misst, der von der Seite der + Klemme gesteuert wird. Bei der Berechnung des Wertes des Isolationswiderstandes wendet das Messgerät die technische Methode der Widerstandsmessung an ($R_x = U/I$). Die Messspannung wird aus den Werten 250 V, 500 V, 1000 V ausgewählt.

Der Ausgangsstrom des Wechselrichters ist auf 2 mA begrenzt. Das Messergebnis ist korrekt, aber an den Prüfklemmen ist die Prüfspannung niedriger als die vor der Messung gewählte Spannung (wie in der Abbildung unten dargestellt). Häufig kann es in der ersten Phase der Messung zu einer Strombegrenzung kommen, weil die Kapazität des geprüften Objekts geladen wird.



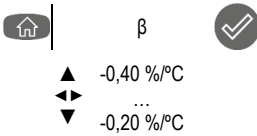
3.2 Gleichspannung des offenen Stromkreises U_{OC}

1



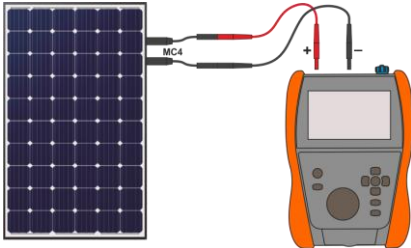
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf U_{OC} .

2



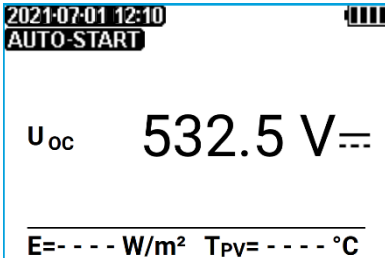
- Wenn das PVM-1021 mit dem IRM-1 kommuniziert, drücken und halten Sie **SET/SEL**.
- Stellen Sie den Temperaturkoeffizienten β für die geprüfte PV-Anlage nach dem Algorithmus und den Regeln ein, die unter "Einstellung der allgemeinen Parameter" beschrieben sind.

3



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an.

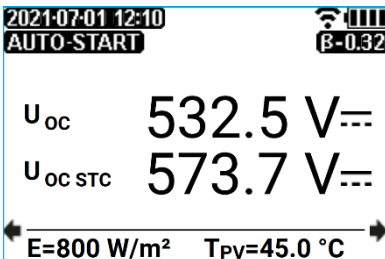
4



Messergebnis bei inaktiver Verbindung mit IRM-1

Lesen Sie das Ergebnis vor.

U_{OC} – gemessene Leerlaufspannung
 $U_{OC\ STC}$ – gemessene Spannung U_{OC} umgerechnet auf STC-Bedingungen
 E – Sonnenbestrahlungsstärke des geprüften Objekts
 T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts



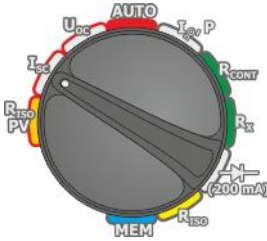
Messergebnis bei inaktiver Verbindung mit IRM-1



Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.

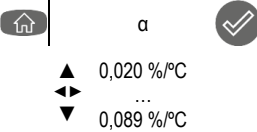
3.3 DC-Kurzschlussstrom I_{sc}

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf die Position I_{sc} .

2



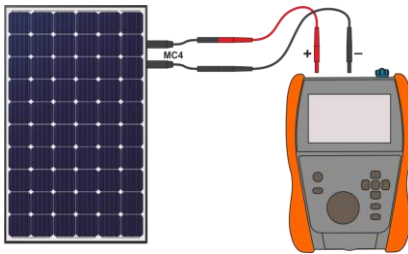
- Wenn das PVM-1021 mit dem IRM-1 kommuniziert, drücken und halten Sie **SET/SEL**.
- Legen Sie den Temperaturkoeffizienten α für die geprüfte PV-Anlage nach dem Algorithmus und den Regeln fest, die in der Einstellung der allgemeinen Parameter beschrieben sind.

3



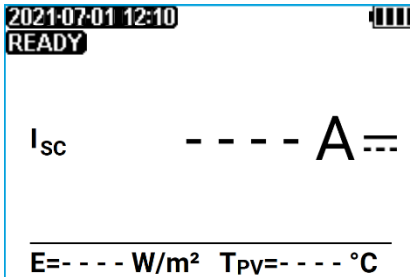
Wenn PVM-1021 in einer Installation mit einem Optimierer messen soll, drücken Sie kurz **SET/SEL**. Auf dem Bildschirm erscheint das **DC/DC**-Etikett.

4



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an.

5



Das Messgerät ist bereit für die Messung, wenn es eine Spannung $U_{dc} \geq 10 \text{ V}$ auf dem Objekt erkennt.

6



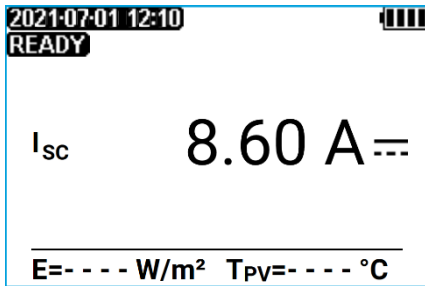
Drücken Sie **START**.



HINWEIS!

Während der Messung wird die Photovoltaikanlage für kurze Zeit kurzgeschlossen. Die Messleitungen dürfen während der Messung nicht abgeklemmt werden – es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung und der Beschädigung des Messgerätes.

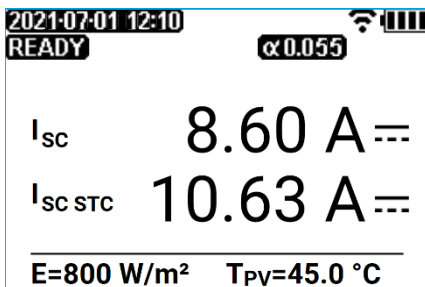
7



Messergebnis bei inaktiver Verbindung mit IRM-1

Lesen Sie das Ergebnis vor.

- I_{sc} – gemessener Kurzschlussstrom
- $I_{sc\ STC}$ – gemessener Strom I_{sc} umgerechnet auf STC-Bedingungen
- E – Sonnenbestrahlungsstärke des geprüften Objekts
- T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts



Messergebnis bei aktiver Verbindung mit IRM-1



- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.
- In Installationen, die mit Optimierern ausgestattet sind, sollten Kurzschlussstrommessungen im **DC/DC**-Modus durchgeführt werden. Aufgrund des Designs der Optimierer können sie jedoch unwirksam oder mit einem unbestimmten Fehler behaftet sein.

Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden

LIMIT!

Zu große Kapazität des getesteten Objekts. Einschaltung der Strombegrenzung. Die Anzeige des Symbols wird von der Meldung $I_{sc} > 20A$ begleitet.

NOISE!

- Die Meldung wird nach der Messung angezeigt. Sie weist auf erhebliche Abweichungen zwischen den Teilmessungen hin. Das Messergebnis kann mit einem großen unbestimmten Fehler (meistens positiv) behaftet sein.
- Keine Daten von IRM-1 vor und nach der Kurzschlussstrommessung.



Die Messleitungen sind vertauscht oder verpolt. Die Messung ist blockiert.

3.4 Automatische Messungen (DC)

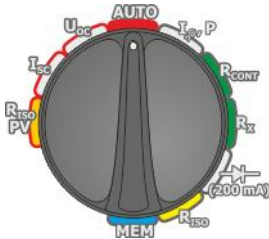
Bei automatischen Messungen kann der Benutzer die Parameter R_{ISO} PV, U_{OC} , I_{SC} mit einem Anschluss messen (jedoch nicht I_{SC} DC/DC für Installationen mit einem Optimierer - hier muss eine Einzelmessung durchgeführt werden).



WARNUNG

- Schränken Sie vor der Prüfung des Objekts den Zugang für Unbefugte ein.
- Berühren Sie während der Messung keine Metallteile der Fotovoltaikanlage und die Rückseite der Module.

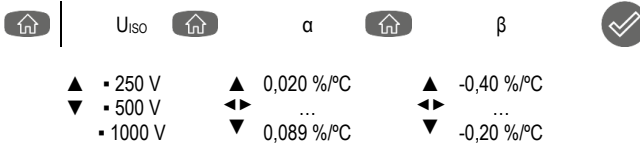
1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **AUTO**.

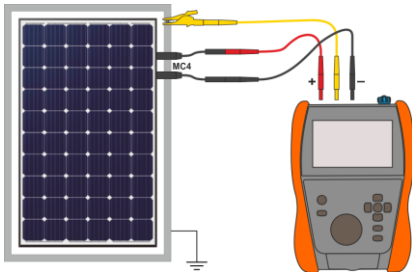
2

Drücken und halten Sie **SET/SEL**. Geben Sie die Einstellungen nach dem folgenden Algorithmus und nach den in der allgemeinen Parametereinstellung beschriebenen Regeln ein. Die α - und β -Koeffizienten sind verfügbar, wenn das PVM-1021 mit dem IRM-1 kommuniziert.

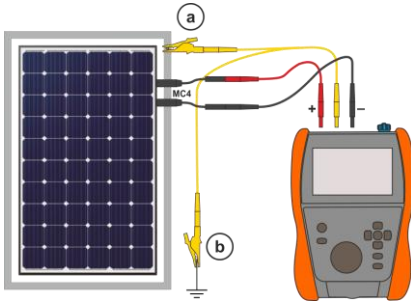


3

Schließen Sie die Messleitungen gemäß den Zeichnungen an.

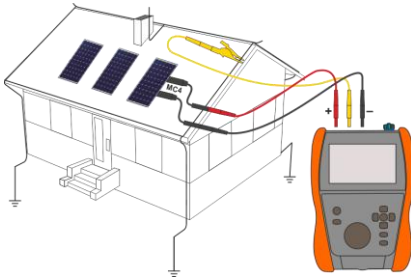


Die PV-Anlage hat eine zugängliche, geerdete Struktur (einschließlich der Rahmen der Module). Dann ist eine Messung ausreichend.



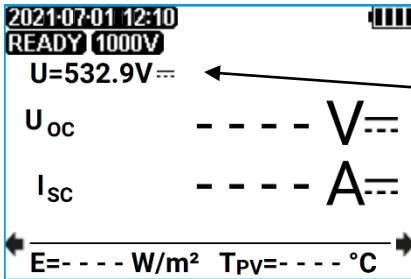
Die PV-Anlage hat keine geerdete Struktur. Dann sind zwei Messungen erforderlich:

- (a) zwischen den Systemdrähten "+", "-" und dem Systemrahmen,
- (b) zwischen den Systemdrähten "+", "-" und dem Systemrahmen,



Die PV-Anlage verfügt über keine leitfähigen Teile (z. B. Solardachziegel). Dann sollte die Messung zwischen den Systemdrähten "+", "-" und der Erdung des Gebäudes vorgenommen werden.

4



Das Messgerät ist bereit für die Messung, wenn es eine Spannung $U_{oc} \geq 10 \text{ V}$ erkennt.

Voltmeter zur Anzeige der Spannung am Objekt

5



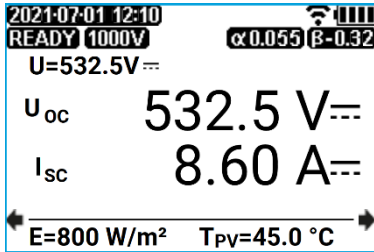
Drücken Sie **START**.



HINWEIS!

Während der Messung wird die Photovoltaikanlage für kurze Zeit kurzgeschlossen. Die Messleitungen dürfen während der Messung nicht abgeklemmt werden – es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung und der Beschädigung des Messgerätes.

6



Lesen Sie die Ergebnisse vor.

Der Übergang zwischen den Bildschirmen erfolgt mit den Tasten ◀ ▶. Wenn das PVM-1021 mit dem IRM-1 kommuniziert, gibt es einen zusätzlichen Bildschirm mit den in STC-Bedingungen umgewandelten Werten U_{OC} , I_{SC} .

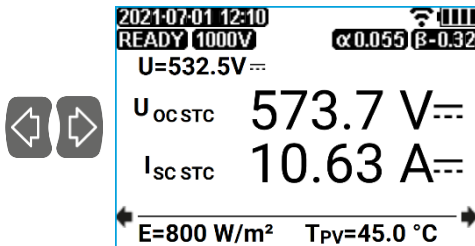
U – Voltmeter zur Anzeige der Spannung am Objekt

U_{OC} – gemessene Leerlaufspannung

I_{SC} – gemessener Kurzschlussstrom

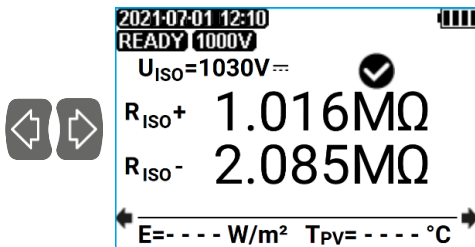
E – Sonnenbestrahlungsstärke des geprüften Objekts

T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts



$U_{OC\ STC}$ – gemessene Spannung U_{OC} umgerechnet auf STC-Bedingungen

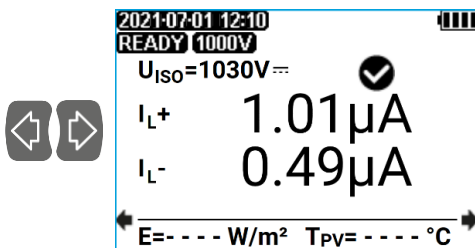
$I_{SC\ STC}$ – gemessener Strom I_{SC} umgerechnet auf STC-Bedingungen



✓ – Übereinstimmung des Ergebnisses mit den Anforderungen der Norm IEC 62446

R_{ISO+} – R + Widerstand

R_{ISO-} – R- Widerstand



I_{L+} – Strom, der durch den Widerstand R+ fließt

I_{L-} – Strom, der durch den R-Widerstand fließt



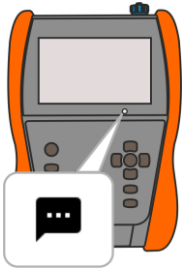
WARNUNG

- Während der Messung des Isolationswiderstandes liegt an den Enden der Messleitungen des Messgerätes eine gefährliche Spannung im Bereich von 1000...1050 V an.
- Es ist verboten, die Messleitungen abzutrennen und die Stellung des Funktionsschalters vor Abschluss der Messung zu ändern. Die Nichtbeachtung der obigen Anweisung führt zu einem elektrischen Hochspannungsschlag und macht es unmöglich, das geprüfte Objekt zu entladen.



- Das Messgerät gibt ein kontinuierliches Tonsignal aus, bis die Prüfspannung 90 % des voreingestellten Wertes erreicht (und auch, wenn 110 % des voreingestellten Wertes überschritten werden).
- Während der Messung gibt das Messgerät alle fünf Sekunden einen Signalton ab – das erleichtert die Erfassung der Zeitparameter.
- Nach Abschluss der Messung wird die Kapazität des Messobjekts durch Kurzschließen der Klemmen "+" und "-" mit einem Widerstand von 140 kΩ entladen.
- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.

Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden



 Der Isolationswiderstand wird gemessen.



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!**

LIMIT !!

R_{ISO} (PV)

Aktivierung der Strombegrenzung. Das angezeigte Symbol wird von einem Dauerpiepton begleitet.

I_{SC}

Zu große Kapazität des getesteten Objekts. Einschaltung der Strombegrenzung. Die Anzeige des Symbols wird von der Meldung **I_{SC} >20A** begleitet.

NOISE!

R_{ISO} (PV)

Die Messung wurde durchgeführt, jedoch ohne garantierte Genauigkeit, da während der Messung Störungen auftraten, die dazu führten, dass sich die Proben um mehr als 1% voneinander unterschieden.

I_{SC}

- Die Meldung wird nach der Messung angezeigt. Sie weist auf erhebliche Abweichungen zwischen den Teilmessungen hin. Das Messergebnis kann mit einem großen unbestimmten Fehler (meistens positiv) behaftet sein.
- Keine Daten von IRM-1 vor und nach der Kurzschlussstrommessung.



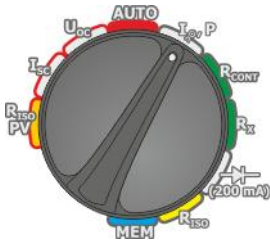
Das geprüfte Objekt wird entladen.



Die Messleitungen sind vertauscht oder verpolt. Die Messung ist blockiert.

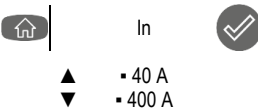
3.5 Messung von Betriebsstrom und Leistung

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **I, P**.

2

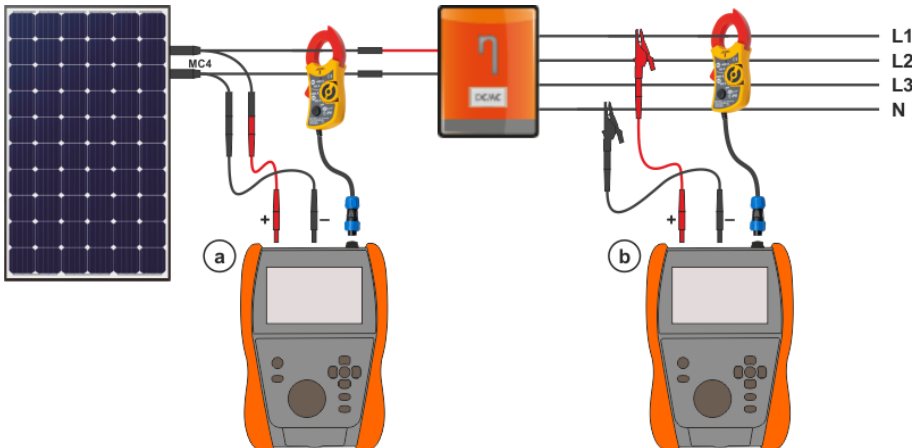


- Stellen Sie den Messbereich an der C-PV-Zange ein.
- Drücken und halten Sie **SET/SEL**.
- Geben Sie den Messbereich der C-PV-Zangen nach dem Algorithmus und nach den Regeln ein, die in der allgemeinen Parametereinstellung beschrieben sind.
- Setzen Sie die Zangen zurück (**Abschn. 3.6**).

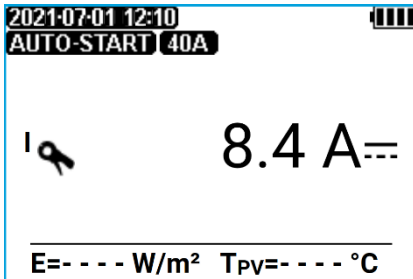
3

Schließen Sie das Messgerät an.

- DC-seitige Messung.
- AC-seitige Messung.



6



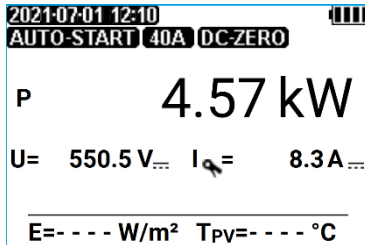
Lesen Sie die Ergebnisse vor.

Der Übergang zwischen den Messfunktionen erfolgt mit der Taste **SET/SEL**.

I_{q} – gemessener Strom

E – Sonnenbestrahlungsstärke des geprüften Objekts

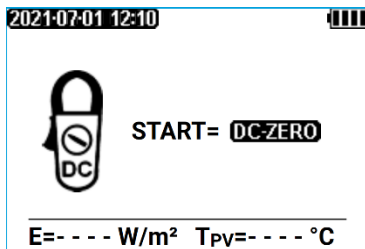
T_{PV} – Temperatur des geprüften Objekts



P – vom geprüften Objekt erzeugte (negatives Vorzeichen) oder verbrauchte (positives Vorzeichen) Leistung

U – gemessene Spannung

I_{q} – gemessener Strom



Bildschirm zum Zurücksetzen (Nullstellen) der Klammern. Siehe **Abschn. 3.6**.



- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.
- Wenn ein Fehler bei der Verbindung von Spannungs- und Stromzange festgestellt wird, d.h. wenn die gemessene Spannung DC und der Strom AC ist (oder umgekehrt), wird die Leistung P mit einem Fragezeichen angezeigt, das auf diesen Fehler hinweist. **Diese Art von Ergebnis kann nicht im Speicher abgelegt werden.**

3.6 Zurücksetzen von C-PV-Zangen

Vor der Messung des Betriebsstroms einer PV-Anlage oder der Leistung (**Abschn. 3.5**), setzen Sie die C-PV-Zange zurück. Schließen Sie dazu die Zangen an das Messgerät an, schalten Sie die Funktion **I**, **P** ein und verwenden Sie dann die Taste **SET/SEL**, um zum Bildschirm für die Nullstellung der Zangen zu gelangen.



Wenn Sie **START** drücken, wird das Gerät zurückgesetzt, so dass das Messgerät Nullstrom anzeigt. Erst dann können Sie die Zangen an das geprüfte Objekt anschließen.



Durch erneute Eingabe der Option und Drücken von **START** wird das Zurücksetzen deaktiviert.

Alternativ können Sie den **DC ZERO**-Knopf am Gehäuse der Zangen so einstellen, dass die Strommesswerte so nahe wie möglich bei Null liegen. Es wird jedoch empfohlen, die Zangen im Messgerät gemäß dem oben beschriebenen Verfahren zu nullen.

3.7 Niederspannungsmessung des Widerstands

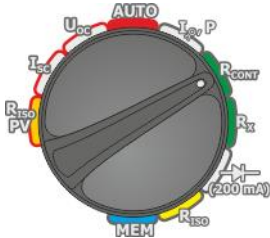


HINWEIS!

Messungen des Widerstands R_X , R_{CONT} und der Kompensation von Prüflösungen dürfen nicht unter Spannung durchgeführt werden. Dadurch kann das Messgerät beschädigt werden.


3.7.1 Kompensation des Prüflösungswiderstandes – Autozeroing

1

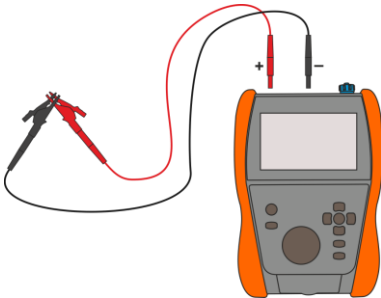


- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf R_{CONT} oder R_X .

2

Verwenden Sie die Taste , um den automatischen Nullstellungsmodus aufzurufen.

3



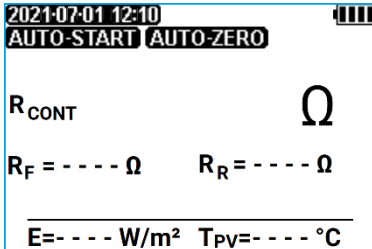
Schließen Sie die Messleitungen kurz.

4



Aktivieren Sie den automatischen Nullabgleich durch Drücken der START-Taste.

5



Nach Abschluss des automatischen Nullabgleichs schaltet das Messgerät automatisch in den Modus "Messbereitschaft".



- Die Meldung **AUTO-ZERO** bleibt nach dem Umschalten in eine der Messfunktionen (Widerstands- oder Durchgangsmessung) auf dem Display und zeigt an, dass die Messung mit kompensiertem Mindestleitungswiderstand durchgeführt wird.
- Der Ausgleich bleibt auch nach dem Ausschalten des Messgeräts erhalten.
- Um die Kompensation zu entfernen, führen Sie die oben genannten Schritte mit offenen Messleitungen durch. Nach dem Verlassen des Messbildschirms wird die Meldung **AUTO-ZERO** nicht mehr angezeigt.

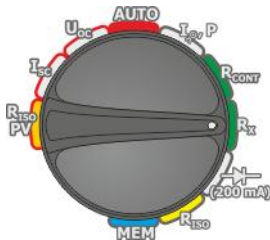
Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!**

3.7.2 Niederstrom-Widerstandsmessung

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **R_x**.

2

2021-07-01 12:10
AUTO-START

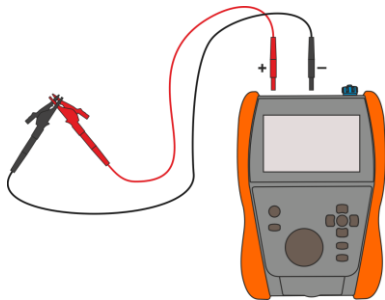
R >1999 Ω

E----- W/m² T_{PV}----- °C



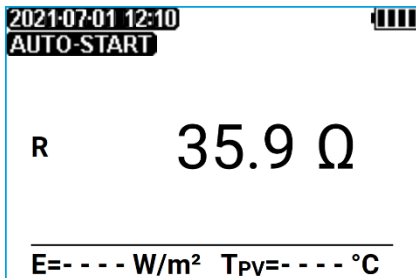
Das Messgerät ist bereit für die Messung.

3



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an.

4

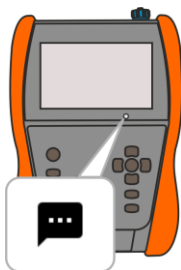


Lesen Sie das Messergebnis ab.



Bei $R < 30 \Omega$ wird ein akustisches Signal erzeugt und die Signaldiode leuchtet grün auf.

Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden



Elektrische Durchgängigkeit festgestellt.



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!**

AUTO-ZERO

Die Messleitungskompensation ist für Niederspannungswiderstandsmessungen aktiviert.

AUTO-START

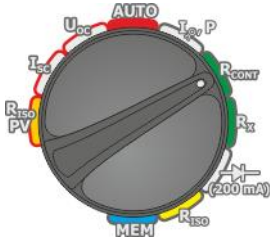
Automatische Aktivierung der Messung.

>1999 Ω

Messbereich ist überschritten.

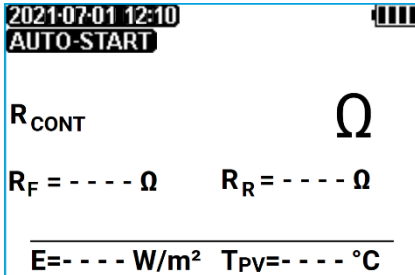
3.7.3 Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ± 200 mA Strom

①



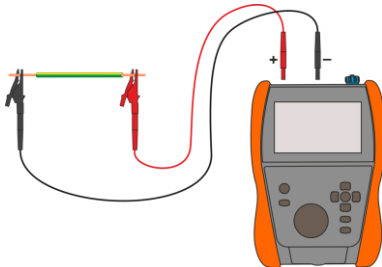
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **R_{CONT}**.

②



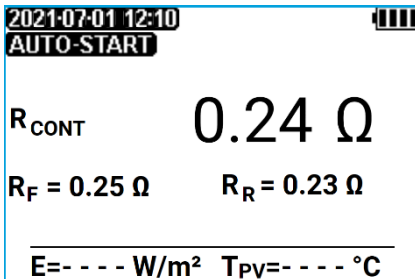
Das Messgerät ist bereit für die Messung.

③



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an. Die Messung startet automatisch bei Widerständen kleiner als 21 Ω . Die Messung kann auch mit der Taste **START** ausgelöst werden.

④



Lesen Sie das Messergebnis ab.

Das Ergebnis ist das arithmetische Mittel der Werte von zwei Messungen bei einem Strom von 200 mA mit entgegengesetzten Polaritäten **R_F** und **R_R**.

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

5




Drücken Sie die START-Taste, um die nächste Messung zu starten, ohne die Messleitungen vom Objekt zu trennen, oder um den Widerstand zu messen, der $\geq 21 \Omega$ beträgt.



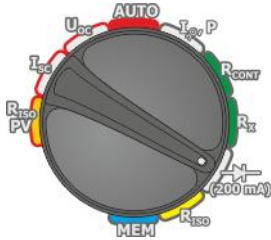
Das nach dem Drücken von **START** erhaltene Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschn. 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.


Zusätzliche Informationen, die vom Messgerät angezeigt werden

	Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. Trennen Sie sofort das Messgerät vom Messobjekt (beide Leitungen)!
AUTO-ZERO	Die Messleitungskompensation ist bei Niederspannungswiderstandsmessungen eingeschaltet.
AUTO-START	Automatische Aktivierung der Messung.
NOISE!	Die nach der Messung erscheinende Meldung weist auf erhebliche Diskrepanzen zwischen den Teilmessungen hin (siehe 4). Das Messergebnis kann durch einen großen, nicht spezifizierten Fehler beeinträchtigt sein. Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none">• Interferenzen auf dem Messobjekt zu groß,• Instabilität des Objekts oder der Verbindungen des Messgeräts mit diesem Objekt (unsichere galvanische Verbindungen).
>1999 Ω	Messbereich ist überschritten.

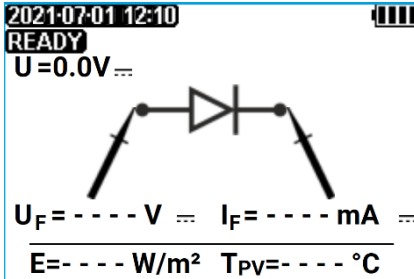
3.8 Diodentest mit 200 mA Strom

1



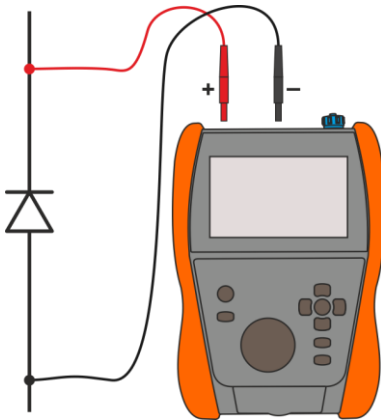
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf  (200 mA) .

2



Der Bildschirm für die Messung von Spannung und Strom der Diode mit positiver Polarität (in Durchlassrichtung) ist abgebildet.

3



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an. Die Polarität beim Anschluss der Diode spielt keine Rolle – das Messgerät stellt sie vor der Messung automatisch ein.

4



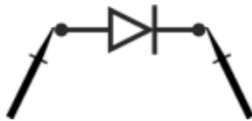
Drücken Sie **START**.

5

2021-07-01 12:10

READY

U=0.0V ...


 $U_F = 0.88V$ $I_F = 209.3mA$
 $E = \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{ W/m}^2$ $T_{PV} = \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{ } ^\circ\text{C}$


Lesen Sie das Messergebnis ab.

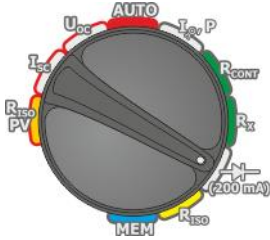
Wenn die gemessene Diode in Ordnung ist, werden die gemessenen Diodenparameter angezeigt. Andernfalls werden Symbole angezeigt, die über eine Beschädigung (Kurzschluss oder Öffnung) des gemessenen Elements informieren.




- Während der Messung der Parameter U_F / I_F wird die Korrektheit des Anschlusses der Diode an das Messgerät überprüft. Im Rahmen der Messungen wird bei einem umgekehrten Anschluss eine Information über diese Tatsache angezeigt (neben den Sondensymbolen wird eine Information über die Polarität der an die entsprechende Spitze der gemessenen Diode angeschlossenen Sonde angezeigt).
- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.
- Der Speicher dieser Messung ist in zwei Teile unterteilt: **Diodentest mit 200 mA Strom** (in Durchlassrichtung U_F / I_F) und **Sperrdiodentest mit 1000 V Strom** (in Sperrrichtung, U_R / I_R). Um alle Diodenparameter im Speicher zu haben, ist es notwendig, dass:
 - ⇒ einen Test mit einem Strom von 200 mA durchführen und diesen in der Speicherzelle speichern,
 - ⇒ einen Sperrdiodentest mit 1000 V durchführen und in der gleichen Zelle speichern. Wenn Parameter zum ersten Mal in der Zelle gespeichert werden, wird keine Warnung über das Überschreiben von Daten angezeigt.

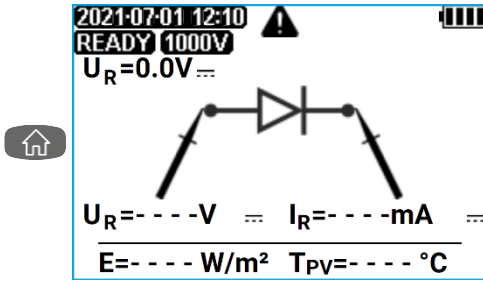
3.9 Prüfung der Sperrdiode mit 1000 V Spannung

1



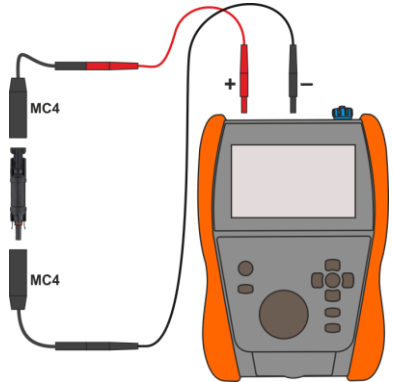
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf  (200 mA).

2



Drücken Sie **SET/SEL**, um den Bildschirm für die Messung der negativen Spannung und des Stroms (in Sperrichtung) zu aktivieren. Mit diesem Test wird überprüft, ob die Sperrdiode 1000 Volt in Rückwärtsrichtung korrekt widersteht.

3



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an. Die Polarität beim Anschluss der Diode spielt keine Rolle – das Messgerät stellt sie vor der Messung automatisch ein.

4



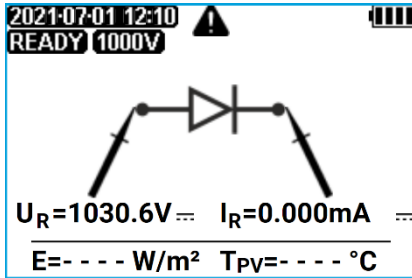
Drücken Sie **START**.



WARNUNG

Während der Messung der Parameter U_R / I_R erzeugt das Messgerät eine gefährliche Messspannung von 1000 V.

5



Lesen Sie das Messergebnis ab.

Wenn die gemessene Diode in Ordnung ist, werden die gemessenen Diodenparameter angezeigt. Andernfalls werden Symbole angezeigt, die über eine Beschädigung (Kurzschluss oder Öffnung) des gemessenen Elements informieren.



- Während der Messung der Parameter U_R / I_R wird die Korrektheit des Anschlusses der Diode an das Messgerät überprüft. Im Rahmen der Messungen wird bei einem umgekehrten Anschluss eine Information über diese Tatsache angezeigt (neben den Sondensymbolen wird eine Information über die Polarität der an die entsprechende Spitze der gemessenen Diode angeschlossenen Sonde angezeigt).
- Das Ergebnis kann im Speicher abgelegt werden (siehe **Abschnitt 4.1**). Das letzte Messergebnis bleibt gespeichert, bis die START-Taste erneut gedrückt oder die Position des Drehschalters geändert wird.
- Der Speicher dieser Messung ist in zwei Teile unterteilt: **Diodentest mit 200 mA Strom** (in Durchlassrichtung U_F / I_F) und **Sperrdiodentest mit 1000 V Strom** (in Sperrrichtung, U_R / I_R). Um alle Diodenparameter im Speicher zu haben, ist es notwendig, dass:
 - ⇒ einen Test mit einem Strom von 200 mA durchführen und diesen in der Speicherzelle speichern,
 - ⇒ einen Sperrdiodentest mit 1000 V durchführen und in der gleichen Zelle speichern. Wenn Parameter zum ersten Mal in der Zelle gespeichert werden, wird keine Warnung über das Überschreiben von Daten angezeigt.

4 Speicherung der Messergebnisse

Der gesamte Speicher ist in 99 Speicherobjekte mit je 40 Speicherzellen unterteilt. Zusätzlich kann in jedes Objekt ein Sammeldatensatz eingetragen werden. Dies ergibt eine Gesamtzahl von 4059 Datensätzen. Aufgrund der dynamischen Speicherzuweisung kann jede der Speicherzellen je nach Bedarf eine unterschiedliche Anzahl von Einzelmessergebnissen enthalten. Auf diese Weise kann eine optimale Nutzung des Speichers gewährleistet werden. Jedes Messergebnis kann in einer mit einer ausgewählten Nummer gekennzeichneten Speicherzelle und in einem ausgewählten Speicherobjekt abgelegt werden. Auf diese Weise kann der Benutzer des Messgeräts nach Belieben den einzelnen Messpunkten Speicherzellennummern und den einzelnen Einrichtungen Speicherobjektnummern zuordnen. Der Benutzer kann auch Messungen in beliebiger Reihenfolge durchführen und wiederholen, ohne dass andere Daten verloren gehen.

Der Speicher der Messergebnisse **wird nicht gelöscht**, wenn das Messgerät ausgeschaltet wird. Dadurch können die Daten später ausgelesen oder an einen Computer gesendet werden. Auch die Nummer einer aktuellen Speicherzelle oder eines Speicherobjekts wird nicht verändert.



- Die Ergebnisse der Messungen aller Messfunktionen können in einer Speicherzelle abgelegt werden.
- Nach jeder Eingabe eines Messergebnisses in eine Zelle wird deren Nummer automatisch erhöht. Stellen Sie die entsprechende Zellennummer ein, um die Eingabe von aufeinanderfolgenden Messergebnissen zu einem bestimmten Messpunkt (Objekt) in eine einzige Zelle zu ermöglichen.
- Alle Messungen können gespeichert werden, mit Ausnahme des Rx-Widerstands.
- Es wird empfohlen, den Speicher nach dem Ablesen der Daten oder vor der Durchführung einer neuen Messreihe zu löschen, die möglicherweise in denselben Speicherzellen wie die vorherigen gespeichert werden.

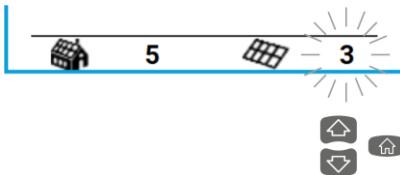
4.1 Aufzeichnung von Messergebnisdaten im Speicher

1



Drücken Sie nach Abschluss der Messung **ENTER**.

2



Das Messgerät befindet sich im Speichermodus. Wählen Sie ein Objekt und eine Zelle nach **Abschn. 4.2** oder verlassen Sie die aktuelle Zelle.




Die Zelle ist leer.

R_{CONT} 0.25 Ω
 $R_F = 0.24 \Omega$ $R_R = 0.25 \Omega$

Die Zelle enthält das Ergebnis des gleichen Typs, das eingegeben werden soll.

Riso ~
 Uoc, E
 Isc, E
 Riso ~
 Riso ~

Rcont
 $I_{\phi}, P_{E\sim}$
 I_{ϕ}, P_{\sim}


Die Zelle wird durch das Ergebnis des angezeigten Typs belegt.

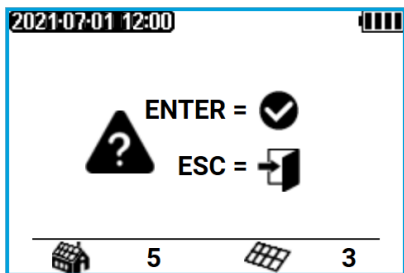
Die Zelle ist mit den Ergebnissen der angezeigten Typen belegt.

3



Bestätigen Sie die Auswahl durch Drücken von **ENTER**.

4



Der Versuch, ein Ergebnis zu überschreiben, verursacht die Anzeige von Warnungen.



Drücken Sie **ENTER**, um das Ergebnis zu überschreiben, oder **ESC**, um abzubrechen.



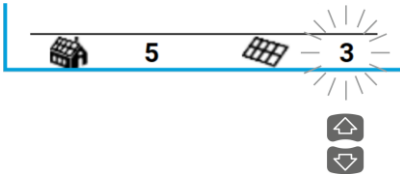
Alle Ergebnisse (Hauptergebnis und zusätzliche Ergebnisse) für eine bestimmte Messfunktion, voreingestellte Messeinstellungen, Datum und Uhrzeit der Messung werden im Speicher abgelegt. Zusätzliche Daten aus dem IRM-1-Strahlungsmessgerät können ebenfalls gespeichert werden.

4.2 Ändern der Zellen- und Banknummer

1



Drücken Sie nach Abschluss der Messung **ENTER**. Das Messgerät befindet sich im Speichermodus.



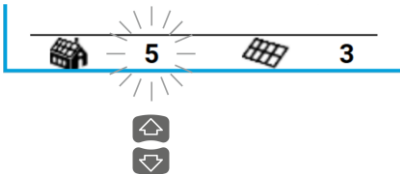
Die Handynummer blinkt.

Sie können die Zellennummer durch Drücken von **▲▼** ändern.

2



Verwenden Sie die SET/SEL-Taste, um die Nummer der aktiven oder zu löschenden Zelle oder des Objekts (blinkend) auszuwählen.

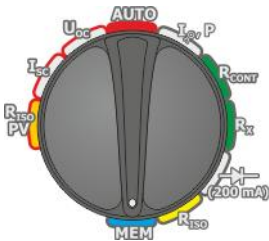


Die Objektnummer blinkt.

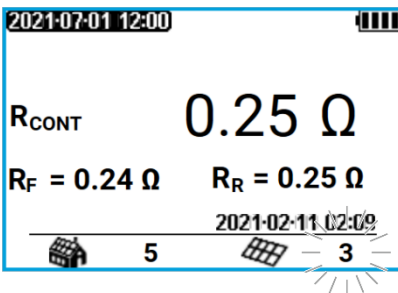
Sie können die Banknummer durch Drücken von **▲▼** ändern.

4.3 Anzeigen von Speicherdaten

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **MEM**.



Der Inhalt der zuletzt gespeicherten Zelle wird angezeigt.

Die Handynummer blinkt.

Um die Nummer der Bank/Zelle zu ändern, deren Inhalt Sie sehen möchten, drücken Sie **SET/SEL** und dann **▲▼**. Wenn die Bank- oder Zellennummer blinkt, kann sie geändert werden.

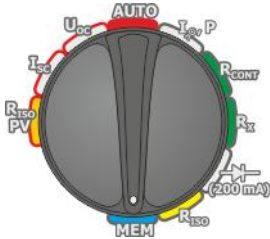
In der folgenden Tabelle ist die Reihenfolge der Datenspeicherung für einzelne Messergebnisse angegeben.

Messfunktion (Ergebnisgruppe)	Ergebnisse der Komponenten
U_{OC}	$U_{OC}, U_{OC\ STC}$
U_{OC}, E	$U_{OC}, U_{OC\ STC}$ $E, T_{PV}, T_A, \triangle$
I_{SC}	$I_{SC}, I_{SC\ STC}$
I_{SC}, E	$I_{SC}, I_{SC\ STC}$ $E, T_{PV}, T_A, \triangle$
$R_{ISO\ \dots}$	$U_{ISO}, R_{ISO\ +}, R_{ISO\ -}$ U_{ISO}, I_{L+}, I_{L-}
R_{ISO-}	U_{ISO} R_{ISO} I_L
R_{CONT}	R_{CONT} R_F, R_R
$I_{\text{☉}}, P_{\dots}$	$I_{\text{☉}} \text{ oder } P_{\dots}, U, I_{\text{☉}}$
$I_{\text{☉}}, P_{\dots}, E$	$I_{\text{☉}} \text{ oder } P_{\dots}, U, I_{\text{☉}}$ $E, T_{PV}, T_A, \triangle$
$I_{\text{☉}}, P_{\sim}$	$I_{\text{☉}} \text{ oder } P_{\sim}, U, I_{\text{☉}}$
$I_{\text{☉}}, P_{\sim}, E$	$I_{\text{☉}} \text{ oder } P_{\sim}, U, I_{\text{☉}}$ $E, T_{PV}, T_A, \triangle$
\oplus	U_R, I_R U_F, I_F

4.4 Löschen von Speicherdaten

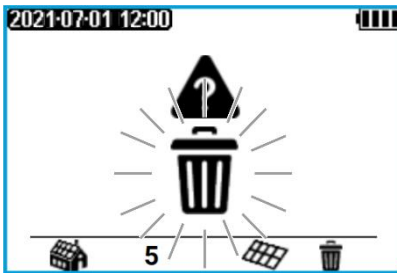
4.4.1 Löschen des ausgewählten Objekts und seiner Zellen

①




- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **MEM**.

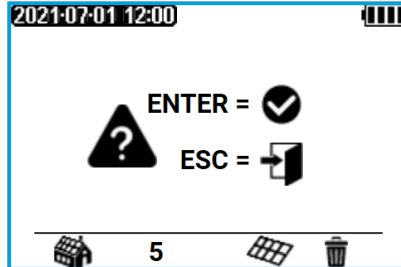
②



Stellen Sie die Nummer des zu löschenden Objekts nach **Abschn. 4.2**.

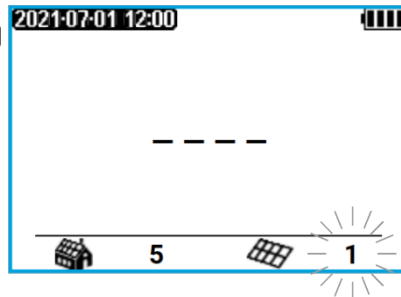
Stellen Sie die Zellennummer auf einem ausgewählten Objekt  (vor "1") ein. Es erscheinen die Symbole  , die anzeigen, dass das Objekt zum Löschen bereit ist.

③



Drücken Sie **ENTER**. Es wird eine Aufforderung zur Bestätigung des Löschvorgangs angezeigt.

④

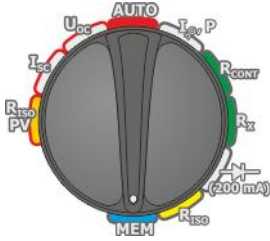


Drücken Sie **ENTER**, um mit dem Löschen zu beginnen, oder **ESC**, um abbrechen.

Wenn der Löschvorgang abgeschlossen ist, gibt das Messgerät drei kurze Signaltöne aus und setzt die Zellennummer auf "1".

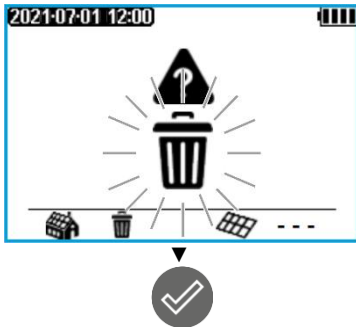
4.4.2 Löschung des gesamten Speichers




1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Stellen Sie den Drehschalter der Funktionsauswahl auf **MEM**.

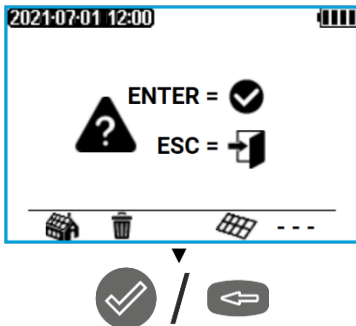
2



Setzen Sie die Objektnummer auf  (vor 1). Es erscheinen die Symbole  , die die Bereitschaft zum Löschen signalisieren.

Drücken Sie **ENTER**.

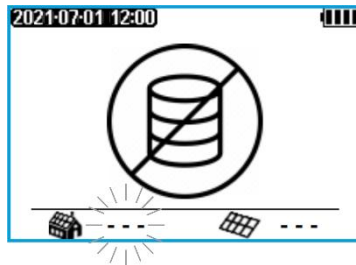
3



Es wird eine Aufforderung zur Bestätigung des Löschvorgangs angezeigt.

Drücken Sie **ENTER**, um mit dem Löschen zu beginnen, oder **ESC**, um abzubrechen.

4



Wenn der Löschvorgang abgeschlossen ist, gibt das Messgerät drei kurze Signaltöne aus und setzt die Zellnummer auf "1".

5 Kommunikation

Das PVM-1021 ist mit zwei Kommunikationskanälen ausgestattet: drahtloses Bluetooth und drahtloses LoRa®.

Für die Übertragung der Ergebnisse aus dem Speicher des Geräts wird eine **drahtlose Kommunikation im Bluetooth-Standard** verwendet.

Die drahtlose Kommunikation im LoRa®-Standard wird verwendet, um Messergebnisse vom IRM-1 zu empfangen. Ein Verlust der Kommunikation führt nicht zu einem Datenverlust. Die Messwerte werden dann im temporären Speicher des IRM-1 aufgezeichnet und nach Wiederherstellung der Kommunikation an das Messgerät PVM-1021 übertragen.

5.1 Zubehörsatz zum Anschluss des Messgeräts an einen PC

Um die Kommunikation des Messgerätes mit einem Computer zu gewährleisten, ist ein Bluetooth-Modul mit einer zusätzlichen Software erforderlich. Ein Programm, das zu diesem Zweck verwendet werden kann, ist **Sonel Reader**. Es ermöglicht dem Benutzer, die im Speicher des Messgeräts gespeicherten Messdaten zu lesen und anzuzeigen. Die Software kann kostenlos von der Website des Herstellers heruntergeladen werden. Informationen über die Verfügbarkeit anderer Programme, die mit dem Messgerät zusammenarbeiten, erhalten Sie vom Hersteller oder seinen autorisierten Händlern.

Die Software kann für viele von SONEL S.A. hergestellte Geräte verwendet werden, die mit einer USB-Schnittstelle und/oder einem Funkmodul ausgestattet sind.

Ausführliche Informationen sind beim Hersteller und bei den Händlern erhältlich.

5.2 Datenübertragung mit Bluetooth-Modul

- 1  +  Halten Sie die Taste **SET/SEL** gedrückt, schalten Sie das Messgerät ein und warten Sie auf den Bildschirm zur Auswahl der Parameter (siehe **Abschn. 2.2**).
- 2  Gehen Sie mit der Taste **SET/SEL** zum Parameter .
- 3 
 Verwenden Sie die Tasten **▲ ▼**, um **Auto** einzustellen.
- 4  Drücken Sie **ENTER** und halten Sie die Taste gedrückt, um die Einstellungen zu bestätigen. Von nun an wird nach Auswahl der MEM-Position mit dem Drehknopf das Symbol  auf dem Bildschirm angezeigt.
- 5 Schließen Sie das Bluetooth-Modul an die USB-Buchse des PCs an, sofern es nicht in den PC integriert ist.
- 6 Geben Sie während der Kopplung des Messgeräts mit einem PC einen PIN-Code ein, der mit dem in den Haupteinstellungen festgelegten PIN-Code des Messgeräts kompatibel ist.
- 7 Starten Sie **Sonel Reader** auf dem Computer.






Die Standard-PIN des Messgeräts ist **1234**. Einstellung im Messgerät nach **Abschn. 2.2**.

6 Fehlersuche

Bevor Sie das Gerät zur Reparatur einschicken, rufen Sie unseren Service an. Vielleicht ist das Messgerät nicht beschädigt und das Problem wurde durch andere Gründe verursacht.

Das Messgerät kann nur in vom Hersteller autorisierten Werkstätten repariert werden.

Die Fehlersuche bei typischen Problemen bei der Verwendung des Messgeräts wird in der nachstehenden Tabelle beschrieben.

Symptom	Ursache	Aktion
Das Messgerät startet nicht, nachdem Sie die Taste  gedrückt haben.	Entladene oder falsch eingelegte Batterien/Akkus.	Prüfen Sie, ob die Batterien richtig eingelegt sind, tauschen Sie sie aus und/oder laden Sie die Akkus auf. Wenn dies nicht hilft, schicken Sie das Messgerät zur Wartung ein.
Während der Spannungsmessung wird das folgende Symbol angezeigt:  .		
Wenn das Messgerät an eine Spannungsquelle angeschlossen ist, zeigt es einen Wert von Null oder nahe Null an.	Das Messgerät ist beschädigt (durchgebrannte Sicherungen im Gerät).	Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.
Messfehler, nachdem das Messgerät von einer kalten Umgebung an einen warmen und feuchten Ort gebracht wurde.	Keine Akklimatisierung.	Führen Sie die Messungen erst durch, wenn das Messgerät die Umgebungstemperatur erreicht hat (etwa 30 Minuten) und getrocknet ist.
Fehler E222.	An den Klemmen liegt eine zu hohe Spannung mit umgekehrter Polarität an.	Trennen Sie das Messgerät von der Spannung, schalten Sie es aus und wieder ein.
Fehler E224.	Schäden am IGBT-Transistor.	Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.
Fehler E225. 	Schäden am IGBT-Transistor und Hauptrelais.	Trennen Sie das Messgerät vom Prüfobjekt auf schnelle und entschlossene Weise . Minimieren Sie das Brennen des Lichtbogens zwischen den getrennten Elementen. Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.
Anderer Fehlercode.	Nicht spezifiziert.	Schalten Sie das Messgerät aus und wieder ein. Bleibt der Fehler bestehen, senden Sie das Gerät an das Service-Center.

7 Stromversorgung

7.1 Überwachung der Stromversorgungsspannung

Der Ladezustand der Batterien wird durch das Symbol auf dem Bildschirm angezeigt:



Batterien/Akkus geladen.



Batterien/Akkus entladen.



Ersetzen Sie die Batterien oder laden Sie die Akkus auf. Das Messgerät schaltet sich automatisch aus.



Bei Messungen, die mit einer unzureichenden Versorgungsspannung durchgeführt werden, besteht die Gefahr zusätzlicher Fehler, die der Benutzer nicht auswerten kann.

7.2 Auswechseln der (wiederaufladbaren) Batterien

Das Messgerät wird mit vier AA-Alkalibatterien LR6 oder wiederaufladbaren Batterien des Typs NiMH betrieben. Die (wiederaufladbaren) Batterien werden in das Fach an der Unterseite des Gehäuses gelegt.



WARNUNG

Bevor Sie die (wiederaufladbaren) Batterien austauschen, trennen Sie die Messleitungen vom Messgerät ab.

Zum Auswechseln der Batterien/Akkus:

1. Trennen Sie die Leitungen vom Messkreis und schalten Sie das Messgerät aus,
2. Entfernen Sie die Schrauben, mit denen die Batterieabdeckung an der Unterseite des Fachs befestigt ist,
3. Tauschen Sie alle Batterien (Akkus) aus. Achten Sie beim Einlegen neuer Batterien/Akkus auf die richtige Polarität ("-" auf dem elastischen Teil der Kontaktplatte). Eine Verpolung beschädigt weder das Messgerät noch die Batterien, aber das Messgerät funktioniert nicht.
4. Bringen Sie die Abdeckung des Batteriefachs an und ziehen Sie sie fest.



HINWEIS!

- **Stellen Sie** nach dem Auswechseln der Batterien/Akkus immer **die Stromversorgungsquelle ein**. Diese Einstellung beeinflusst die korrekte Anzeige des Ladestatus (die Entladeeigenschaften von Einwegbatterien und wiederaufladbaren Batterien sind unterschiedlich).
- Lassen Sie das Messgerät reparieren, wenn die Batterie im Inneren des Fachs ausläuft.

Wiederaufladbare Batterien müssen in einem externen Ladegerät aufgeladen werden.

7.3 Allgemeine Regeln für die Verwendung von Nickel-Metallhydrid-Akkus (Ni-MH)

- Wenn Sie das Gerät längere Zeit nicht benutzen, nehmen Sie die wiederaufladbaren Batterien heraus und bewahren Sie sie separat auf.
- Lagern Sie die wiederaufladbaren Batterien an einem trockenen, kühlen und gut belüfteten Ort und schützen Sie sie vor direkter Sonneneinstrahlung. Die Temperatur für eine lange Lagerung sollte unter 30°C liegen. Wenn die Batterien lange bei hohen Temperaturen gelagert werden, können die chemischen Prozesse ihre Lebensdauer verringern.
- Die NiMH-Akkus halten in der Regel 500-1000 Ladezyklen aus. Solche Batterien erreichen ihre volle Kapazität nach der Formierung (2-3 Entlade- und Ladezyklen). Der wichtigste Faktor, der die Lebensdauer des Akkus beeinflusst, ist die Entladetiefe. Je tiefer die Entladung ist, desto kürzer ist die Lebensdauer des Akkus.
- Der Memory-Effekt tritt bei NiMH-Akkus in begrenztem Umfang auf. Diese Akkus können ohne schwerwiegendere Folgen wieder aufgeladen werden. Es wird jedoch empfohlen, sie alle paar Zyklen vollständig zu entladen.
- Während der Lagerung von Ni-MH-Akkus kommt es zu einer Selbstentladung von etwa 30 % pro Monat. Wenn die Batterien bei hohen Temperaturen gelagert werden, kann sich dieser Prozess sogar um das Doppelte beschleunigen. Um eine übermäßige Entladung der Batterien zu vermeiden (nach der die Formierung erforderlich wird), laden Sie die Batterien von Zeit zu Zeit auf (auch unbenutzte Batterien).
- Moderne Schnellladegeräte erkennen eine zu niedrige und zu hohe Temperatur der Akkus und reagieren entsprechend. Ist die Temperatur zu niedrig, sollte der Ladevorgang nicht beginnen, da er

einen Akku unwiderruflich beschädigen könnte. Der Anstieg der Akkutemperatur ist ein typisches Signal, um den Ladevorgang zu stoppen. Neben dem schnelleren Temperaturanstieg eines Akkus, der nicht vollständig geladen wird, führt das Laden bei hohen Umgebungstemperaturen jedoch zu einer verkürzten Lebensdauer.

- Denken Sie daran, dass die Akkus beim Schnellladen auf etwa 80 % ihrer Kapazität aufgeladen werden. Bessere Ergebnisse können Sie erzielen, wenn Sie den Ladevorgang fortsetzen: Das Ladegerät schaltet dann in den Kleinstrom-Lademodus, und nach einigen Stunden sind die Akkus vollständig geladen.
- Laden Sie die Batterien nicht auf und verwenden Sie sie nicht bei extremen Temperaturen, da diese die Lebensdauer der Batterien verkürzen. Vermeiden Sie die Verwendung der batteriebetriebenen Geräte an sehr heißen Orten. Die Nennbetriebstemperatur muss jederzeit eingehalten werden.

8 Reinigung und Wartung



HINWEIS!

Verwenden Sie nur die vom Hersteller in diesem Handbuch beschriebenen Wartungsmethoden.

Reinigen Sie das Gehäuse des Messgeräts mit einem feuchten Tuch und handelsüblichen Reinigungsmitteln. Verwenden Sie keine Lösungsmittel und keine Reinigungsmittel, die das Gehäuse zerkratzen könnten (Pulver, Paste, etc.).

Die Sonden können mit Wasser gereinigt und dann trocken gewischt werden. Vor längerer Lagerung empfiehlt es sich, die Sonden mit einem beliebigen Maschinenfett zu schmieren.

Reinigen Sie die Leitungen mit Wasser und Reinigungsmitteln und wischen Sie sie anschließend trocken.

Das elektronische System des Zählers ist wartungsfrei.

9 Lagerung

Beachten Sie bei der Lagerung des Geräts die folgenden Empfehlungen:

- Trennen Sie alle Leitungen vom Messgerät,
- Reinigen Sie das Messgerät und alle Zubehörteile gründlich,
- Wenn Sie das Gerät für längere Zeit nicht benutzen, nehmen Sie die Batterien heraus,
- bei längerer Lagerung die Batterien von Zeit zu Zeit nachladen, um eine Tiefentladung zu vermeiden.

10 Demontage und Entsorgung

Gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte sollten selektiv gesammelt werden, d. h. nicht zusammen mit anderen Abfallarten.

Elektroaltgeräte sind gemäß den örtlich geltenden Richtlinien an einer Sammelstelle abzugeben.

Bevor Sie das Gerät an die Sammelstelle schicken, dürfen Sie keine Teile selbst abbauen.

Beachten Sie die örtlichen Vorschriften zur Entsorgung von Verpackungen und gebrauchten Batterien.

11 Technische Daten

11.1 Grundlegende Daten

⇒ Die in der Spezifikation der Genauigkeit verwendete Abkürzung "v.Mw." bezeichnet vom gemessenen Wert

11.1.1 DC-Spannungsmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...1000,0 V	0,1 V	±(0,5% v.Mw. + 2 Digits)

11.1.2 AC True RMS Spannungsmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...600,0 V	0,1 V	±(2% v.Mw. + 6 Digits)

- Frequenzbereich: 45...65 Hz

11.1.3 Frequenzmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
40,0...300,0 Hz	0,1 Hz	±0,2 Hz

- Spannungsbereich: 10...600 V

11.1.4 Messung von I_{SC} Kurzschlussstrom

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...20,00 A DC	0,01 A	±(1% v.Mw. + 2 Digits)*

* Für Modus I_{SC} DC/DC wird der Fehler nicht angegeben

- Maximale Kapazität der gemessenen Anlage bei Spannung von 1000 V DC: 6 μ F

11.1.5 Messung des Isolationswiderstands des Moduls/der PV-Anlage

Messung von R_{ISO} Widerstand

Prüfbereich nach EN IEC 61557-2 für $U_{ISO} = 250 \text{ V} / 500 \text{ V} / 1000 \text{ V}$: 250,0 k Ω ...300,0 M Ω

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	±(8% v.Mw. + 8 Digits)*
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...300,0 M Ω	0,1 M Ω	

* Wenn sich die $R_{ISO}PV+$ und $R_{ISO}PV-$ -Werte um mehr als 20% unterscheiden, dann:

1. wird der geringere Widerstand ($R_{ISO}PV_1$) mit der angegebenen Genauigkeit gemessen,
2. ist der größere Widerstand ($R_{ISO}PV_2$) ein unsicherer Wert, der mit nicht spezifizierter Genauigkeit gemessen wird.
3. ist die Summe des größeren Widerstands und seiner nicht spezifizierten Genauigkeit größer oder gleich dem geringeren Widerstand: $R_{ISO}PV_2 + \Delta(R_{ISO}PV_2) \geq (R_{ISO}PV_1)$.

- Art der Prüfspannung: DC
- Prüfspannung: 250 V, 500 V, 1000 V
- Genauigkeit der erzeugten Spannung ($R_{LOAD} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): 0...+5% vom eingestellten Wert
- Erkennung einer gefährlichen Spannung vor Beginn einer Messung
- Entladen des geprüften Objekts
- Messung der Spannung an den Anschlüssen "+", "-" im Bereich von: 0...600 V AC, 0...1000 V DC gegenüber Erde
- Maximal gemessene Spannung gegenüber Erde: 610 V AC, 1010 V DC
- Prüfstrom: 2,4...2,8 mA
- Bei einer Spannung >50 V RMS an den Klemmen wird die Messung blockiert

Messung des Ableitstroms

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0... I_{Lmax}	mA, μ A, nA	Abhängig von Widerstandsmesswerten

- I_{Lmax} – maximaler Strom bei Kurzschluss der Leitungen
- Auflösung und Einheiten ergeben sich aus dem Messbereich des individuellen Isolationswiderstandes

11.1.6 Messung des Isolationswiderstands

Prüfbereich nach EN IEC 61557-2 für $U_{ISO} = 250$ V: 250,0 k Ω ...2,000 G Ω

Anzeigebereich für $U_N = 250$ V	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	\pm (3% v.Mw. + 8 Digits)
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,000...2,000 G Ω	0,001 G Ω	

Prüfbereich nach EN IEC 61557-2 für $U_N = 500$ V: 250,0 k Ω ...5,000 G Ω

Anzeigebereich für $U_N = 500$ V	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	\pm (3% v.Mw. + 8 Digits)
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,000...5,000 G Ω	0,001 G Ω	\pm (4% v.Mw. + 6 Digits)

Prüfbereich nach EN IEC 61557-2 für $U_{ISO} = 1000$ V: 500,0 k Ω ...9,999 G Ω

Anzeigebereich für $U_N = 1000$ V	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	\pm (3% v.Mw. + 8 Digits)
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,000...9,999 G Ω	0,001 G Ω	\pm (4% v.Mw. + 6 Digits)

- Art der Prüfspannung: DC
- Prüfspannung: 250 V, 500 V, 1000 V
- Genauigkeit der erzeugten Spannung ($R_{LOAD} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): 0...+5% vom eingestellten Wert
- Erkennung einer gefährlichen Spannung vor Beginn einer Messung
- Entladen des geprüften Objekts
- Messung der Spannung an den Anschlüssen "+", "-" im Bereich von: 0...600 V AC, 0...1000 V DC
- Maximal gemessene Spannung: 610 V AC, 1010 V DC
- Prüfstrom: 2,4...2,8 mA
- Bei einer Spannung >50 V RMS an den Klemmen wird die Messung blockiert

Messung des Ableitstroms

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0... I_{Lmax}	mA, μ A, nA	Abhängig von Widerstandsmesswerten

- I_{Lmax} – maximaler Strom bei Kurzschluss der Leitungen
- Auflösung und Einheiten ergeben sich aus dem Messbereich des individuellen Isolationswiderstandes

11.1.7 Messung von Betriebsstrom und Wirkleistung

P Wirkleistungsmessung – AC- und DC-Spannung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...100,00 kW	0,01 kW	±(6% v.Mw. + 5 Digits)

AC- und DC-Strommessung bei P Wirkleistungsmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...40,0 A	0,1 A	±(5% v.Mw. + 2 Digits)

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
1,0...400,0 A	0,1 A	±(5% v.Mw. + 8 Digits)

11.1.8 Niederspannungsmessung der Kontinuität des Stromkreises und des Widerstands

Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ±200 mA Strom

Messbereich nach EN IEC 61557-4: 0,11...1999 Ω

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.Mw. + 3 Digits)
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	±(4% v.Mw. + 3 Digits)

- DC-Spannung an offenen Anschlüssen: $4\text{ V} < U_{oc} < 8\text{ V}$
- Ausgangsstrom bei $R \leq 2\ \Omega$: min. 200 mA DC
- Kompensation des Prüflitungswiderstands
- Messungen für beide Strompolarisationen

Messung des Widerstands bei niedrigem Strom

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% v.Mw. + 3 Digits)
200...1999 Ω	1 Ω	

- DC-Spannung an offenen Anschlüssen: $4\text{ V} < U_{oc} < 8\text{ V}$
- Kurzschlussstrom I_{sc} : 5...15 mA DC
- Audiosignal für gemessenen Widerstand $< 30\ \Omega \pm 10\%$
- Kompensation des Prüflitungswiderstands

11.1.9 Umrechnung von Messergebnissen in STC-Bedingungen

Die Umrechnung des Messergebnisses in STC-Bedingungen erfolgt nur, wenn die vom IRM-1 gemessene Bestrahlungsstärke innerhalb seines Messbereichs liegt und 100 W/m^2 überschreitet.

11.2 Betriebsdaten

- | | | |
|----|--|--|
| a) | Art der Isolierung gemäß EN 61010-1 und EN IEC 61557 | doppelt |
| b) | Messkategorie nach EN IEC 61010-2-030..... | III 1000 V |
| c) | Schutzart des Gehäuses nach EN 60529..... | IP54 |
| d) | Stromversorgung für das Messgerät LR6-Alkalibatterien oder NiMH-Akkus der Größe AA (4 Stück) | |
| e) | Abmessungen | 244 x 169 x 71 mm |
| f) | Gewicht | ca. 1,3 kg |
| g) | Lagertemperatur..... | -20... +60°C |
| h) | Betriebstemperatur..... | -10... +40°C |
| i) | Feuchtigkeit..... | 20...80% |
| j) | Referenztemperatur | +23 ± 2°C |
| k) | Referenzfeuchtigkeit..... | 40...60% |
| l) | Höhe (über dem Meeresspiegel): | <2000 m* |
| m) | Auto-OFF Zeit..... | 5, 10, 15 min oder keine |
| n) | Display..... | grafisches LCD |
| o) | Speicher für Messergebnisse | 4059 Datensätze |
| p) | Datenübertragung | |
| | ▪ Schnittstelle | Bluetooth |
| | ▪ Reichweite | bis zu 10 m |
| q) | Kommunikation mit IRM-1 | |
| | ▪ interface | LoRa® |
| | ▪ Reichweite | bis zu 300 m |
| r) | Design, Konstruktion und Fertigung entsprechen den Qualitätsstandards | |
| | | ISO 9001, ISO 14001 und ISO 45001 |
| s) | das Gerät erfüllt die Anforderungen der Norm | EN 61010-1, EN IEC 61557, EN IEC 61010-2-030 |
| t) | das Produkt erfüllt die EMV-Anforderungen (Störfestigkeit für industrielle Umgebungen) gemäß den folgenden Normen: | EN IEC 61326-1, EN IEC 61326-2-2 |

ANMERKUNG

* Informationen über die Verwendung des Messgeräts in einer Höhe von 2000 bis 5000 m ü. M.

Für die Spannungseingänge -, $\frac{I}{II}$, + gilt das Gerät als herabgestuft auf die Messkategorie CAT III 600 V (von 2001 bis 4000 m ü. M.) oder CAT III 300 V (von 4001 bis 5000 m ü. M.) gegen Erde. Die auf dem Gerät angegebenen Kennzeichnungen und Symbole gelten für den Einsatz in Höhen ≤2000 m.



HINWEIS!

Das Messgerät ist in der Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMC) als Gerät der Klasse A klassifiziert (für den Einsatz in industriellen Umgebungen – gemäß EN 55011). Störungen und Beeinträchtigungen der Funktion von anderen Geräten müssen in Kauf genommen werden, sollte das Messgerät in anderer Umgebung verwendet werden (z.B. Haushalt).



SONEL S. A. erklärt hiermit, dass der Radiogerättyp PVM-1021 mit der Richtlinie 2014/53/EU vereinbar ist. Der volle Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse verfügbar: <https://sonel.pl/de/download/konformitatserklarungen/>

11.2.1 Maximale Betriebszeit mit einem Satz Batterien

Messung	Beleuchtung		
	Aus	Niveau 1	Niveau 2
	Betriebszeit (Anzahl von Messungen)		
Isolationswiderstand (PV)	16 h (570)	9 h 30 min (471)	5 h (377)
Isolationswiderstand (AC)	4 h 45 min	3 h 48 min	3 h 9 min
Gleichspannung des offenen Stromkreises Uoc	16 h	9 h	5 h
DC-Kurzschlussstrom I _{sc}	14 h (17000)	7 h 30 min (9400)	4 h 30 min (5300)
Automatische Messungen	16 h (559)	9 h (463)	5 h (372)
Messung von Betriebsstrom und Leistung	16 h	9 h	5 h
Niederstrom-Widerstandsmessung (R _x)	7 h 30 min	4 h 30 min	3 h
Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ±200 mA Strom (R _{CONT})	7 h 30 min (10800)	4 h 30 min (7700)	3 h (5700)
Diodentest	16 h	9 h	5 h

Bedingungen

- Alkali-Batterien
- R_{ISO(PV)}>60 MΩ an den Leitungen +POS, -NEG des PV-Moduls
- R_{ISO(AC)}>30 MΩ
- R_x<10 Ω
- R_{CONT}<10 Ω
- Temperatur 23°C ± 2°C

11.2.2 Maximale Betriebszeit mit einer Akkuladung

Messung	Beleuchtung		
	Aus	Niveau 1	Niveau 2
	Betriebszeit (Anzahl von Messungen)		
Isolationswiderstand (PV)	13 h (760)	8 h 30 min (608)	6 h 30 min (504)
Isolationswiderstand (AC)	6 h 20 min	5 h	4 h 10 min
Gleichspannung des offenen Stromkreises Uoc	13 h	8 h 30 min	6 h 30 min
DC-Kurzschlussstrom I _{sc}	13 h (13800)	8 h 30 min (9700)	6 h 30 min (7200)
Automatische Messungen	13 h (750)	8 h 30 min (600)	6 h 30 min (495)
Messung von Betriebsstrom und Leistung	13 h	8 h 30 min	6 h 30 min
Niederstrom-Widerstandsmessung (R _x)	8 h	6 h	5 h
Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ±200 mA Strom (R _{CONT})	8 h (25000)	6 h (23000)	5 h (20000)
Diodentest	13 h	8 h 30 min	6 h 30 min

Bedingungen

- Ni-MH-Akkus 1900 mAh
- R_{ISO(PV)}>60 MΩ an den Leitungen +POS, -NEG des PV-Moduls
- R_{ISO(AC)}>30 MΩ
- R_x<10 Ω
- R_{CONT}<10 Ω
- Temperatur 23°C ± 2°C

12 Hersteller

Gerätehersteller für Garantieansprüche und Service:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polen

Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung)

E-Mail: customerservice@sonel.com

Webseite: www.sonel.com



ACHTUNG!

Service Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN

MESSWERTMELDUNGEN

Messungen



Das geprüfte Objekt steht unter Spannung. Die Messung ist blockiert. **Trennen Sie sofort das Messgerät von dem geprüften Objekt (beide Leitungen).**



Schäden am IGBT-Transistor und Hauptrelais. Trennen Sie das Messgerät vom Prüfobjekt **auf schnelle und entschlossene Weise**. Minimieren Sie das Brennen des Lichtbogens zwischen den getrennten Elementen. Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.



Sie müssen das Handbuch konsultieren.



Die Entscheidung des Nutzers ist notwendig.



Entladen des Objekts.

LIMIT !!

R_{iso} (PV), R_{iso} (AC)

Aktivierung der Strombegrenzung. Das angezeigte Symbol wird von einem Dauerpiepton begleitet.

I_{sc}

Zu große Kapazität des getesteten Objekts. Einschaltung der Strombegrenzung. Die Anzeige des Symbols wird von der Meldung I_{sc} >20A begleitet.

NOISE!

R_{iso} (PV)

Die Messung wurde durchgeführt, jedoch ohne garantierte Genauigkeit, da während der Messung Störungen auftraten, die dazu führten, dass sich die Proben um mehr als 1% voneinander unterschieden.

R_{iso} (AC)

- Das Prüfobjekt steht unter einer Spannung von 10 V...50 V. Die Messung ist möglich, aber ohne garantierte Genauigkeit.
- Das Prüfobjekt steht unter einer Spannung von mehr als 50 V. Die Messung wird gesperrt.

I_{sc}

- Die Meldung wird nach der Messung angezeigt. Sie weist auf erhebliche Abweichungen zwischen den Teilmessungen hin. Das Messergebnis kann mit einem großen unbestimmten Fehler (meistens positiv) behaftet sein.

- Keine Daten von IRM-1 vor und nach der Kurzschlussstrommessung.

R_{CONT}

Die nach der Messung erscheinende Meldung weist auf erhebliche Diskrepanzen zwischen den Teilmessungen hin. Das Messergebnis kann durch einen großen, nicht spezifizierten Fehler beeinträchtigt sein.

READY

Das Messgerät ist bereit für die Messung.



Die maximale Temperatur des Messgeräts ist überschritten. Die Messung wird blockiert.

AUTO-START

Automatische Aktivierung der Messung.

AUTO-ZERO

Die Messleitungskompensation ist für Niederspannungswiderstandsmessungen aktiviert.

DC-ZERO

Nullstellung der Stromzangen im DC-Bereich.

Batterie-/Akkustatus



Angeklagt.



Entlassen.



Vollständig entladen. Das Messgerät schaltet sich automatisch aus. Ersetzen Sie die Batterien oder laden Sie sie auf.



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

Tel. +48 74 884 10 53
E-Mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com