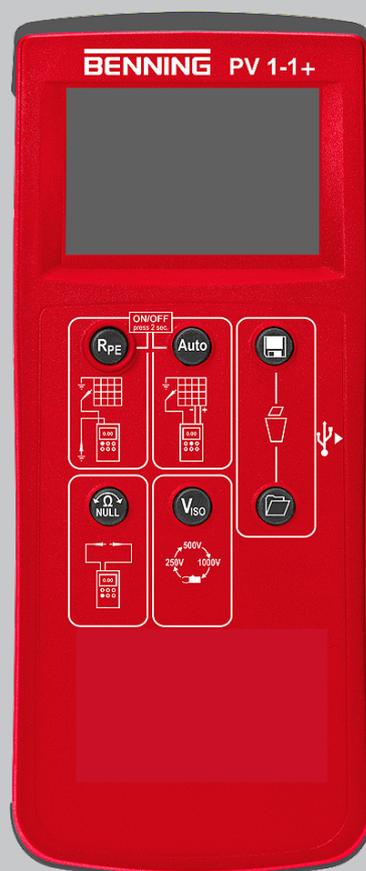


# BENNING

## Bedienungsanleitung Deutsche Originalversion

# BENNING PV 1-1+

5290 / 06/2023 de



# Impressum

## Hinweise zur Dokumentation

Stellen Sie sicher, dass für das vorhandene Produkt die zutreffende Dokumentation angewendet wird. Zum sicheren Umgang sind Kenntnisse notwendig, die durch die Dokumentation vermittelt werden.

Das Produkt darf nur unter Beachtung dieser Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise, gehandhabt werden. Das Personal muss für die jeweilige Aufgabenstellung qualifiziert sein und die Befähigung besitzen, Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

## Hersteller und Rechtsinhaber

BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG  
Münsterstraße 135 – 137  
46397 Bocholt  
Deutschland  
Telefon: +49 2871 / 93-0  
E-Mail: [duspol@benning.de](mailto:duspol@benning.de)  
Internet: [www.benning.de](http://www.benning.de)  
Handelsregister Coesfeld HRA-Nr. 4661

## Copyright

© 2023, BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument, insbesondere alle Inhalte, Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt.

Kein Teil dieser Dokumentation oder der dazugehörigen Inhalte darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## Haftungsausschluss

Der Inhalt der Dokumentation wurde auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, sodass Benning für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernimmt. Der Inhalt in dieser Dokumentation wird regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

## Allgemeine Gleichbehandlung

Benning ist sich der Bedeutung der Sprache in Bezug auf die Gleichberechtigung der verschiedenen Geschlechter bewusst und stets bemüht, diesem Rechnung zu tragen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die durchgängige Umsetzung differenzierender Formulierungen verzichtet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Allgemeine Hinweise .....	7
1.2	Historie .....	8
1.3	Service & Support .....	9
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b> .....	<b>10</b>
2.1	Warnhinweiskonzept .....	10
2.2	Normen .....	10
2.3	Verwendete Symbole .....	11
2.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	12
2.5	Besondere Gefahrenarten .....	14
<b>3</b>	<b>Lieferumfang</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Gerätebeschreibung</b> .....	<b>16</b>
4.1	Geräteaufbau .....	16
4.2	Funktionen .....	18
4.2.1	Messwertspeicher .....	19
4.2.2	Datenlogger und Treiber installieren .....	20
4.2.3	Messwerte über USB-Schnittstelle auslesen .....	20
4.2.4	Fehlermeldungen .....	21
4.2.5	BENNING SUN 2 .....	22
4.3	Messbereiche .....	22
4.3.1	Widerstandsbereiche .....	22
4.3.2	Spannungsbereiche .....	23
4.3.3	Strombereiche .....	23
<b>5</b>	<b>Bedienen</b> .....	<b>24</b>
5.1	Voraussetzungen für Prüfungen und Messungen .....	24
5.2	Sicherheitsmessleitungen anschließen .....	25
5.3	Konfigurieren .....	26
5.3.1	Auto-Power-Off ( APO) einstellen .....	26
5.3.2	Datum und Uhrzeit einstellen .....	26
5.3.3	Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durchführen .....	27
5.4	Schutzleiterwiderstand messen .....	28
5.5	Automatische PV-Messung durchführen .....	30
5.6	Gleich- und Wechselspannung messen .....	32
5.7	Strom messen mit optionalem BENNING CC 3 .....	33
5.8	Mehrere identische PV-Module / PV-Stränge messen .....	34
5.9	BENNING SUN 2 (optional) .....	35

5.9.1	Gerät mit BENNING SUN 2 koppeln.....	35
5.9.2	Gerät vom BENNING SUN 2 entkoppeln.....	36
5.9.3	Funkübertragung des BENNING SUN 2 aktivieren oder deaktivieren.....	37
<b>6</b>	<b>Instandhalten .....</b>	<b>38</b>
6.1	Wartungsplan .....	38
6.2	Spannungsfreiheit herstellen.....	38
6.3	Gerät reinigen .....	39
6.4	Batterien wechseln.....	40
6.5	Gerät kalibrieren.....	41
6.6	Sicherung wechseln .....	41
<b>7</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>Entsorgung und Umweltschutz.....</b>	<b>44</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>45</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Geräteaufbau BENNING PV 1-1+ .....	16
Abb. 2	Digitalanzeige .....	17
Abb. 3	Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen .....	27
Abb. 4	Schutzleiterwiderstand .....	28
Abb. 5	Automatische PV-Messung .....	30
Abb. 6	Gleich- und Wechselspannungsmessung .....	32
Abb. 7	Strommessung mit optionalem BENNING CC 3.....	33
Abb. 8	Automatische PV-Messung .....	34
Abb. 9	Funkverbindung zum BENNING SUN 2 .....	37
Abb. 10	Batteriewechsel (beispielhaft).....	40

# Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Historie.....	8
Tab. 2	Symbole auf dem Gerät.....	11
Tab. 3	Symbole in der Bedienungsanleitung .....	11
Tab. 4	Symbole (Warnungen) auf der Digitalanzeige .....	17
Tab. 5	Symbole (Messfunktionen) auf der Digitalanzeige .....	18
Tab. 6	Fehlermeldungen.....	21
Tab. 7	Messbereich zur Messung des Schutzleiterwiderstands RPE.....	22
Tab. 8	Messbereich zur Messung des Isolationswiderstands RISO .....	23
Tab. 9	Voreingestellte Grenzwerte des Isolationswiderstands .....	23
Tab. 10	Messbereich zur Messung der Leerlaufspannung VOC des PV-Moduls oder PV-Strangs .....	23
Tab. 11	Messbereich zur Messung der Spannung über die 4 mm-Prüfbuchsen.....	23
Tab. 12	Messbereich zur Messung des Kurzschlussstroms ISC des PV-Moduls oder PV-Strangs .....	23
Tab. 13	Messbereich zur Messung des Stroms über den Stromzangenadapter BENNING CC 3 (optional) .....	23
Tab. 14	Wartungsplan.....	38
Tab. 15	Technische Daten.....	42

# 1 Einleitung

Der beschriebene batteriebetriebene Photovoltaiktester BENNING PV 1-1+, im Folgenden nur noch „Gerät“ genannt, ist für die Inbetriebnahme- und Wiederholungsprüfung von netzgekoppelten Photovoltaik-Systemen gemäß IEC / DIN EN 62446-1 (VDE 0126-23-1) und IEC / DIN EN 62446-2 (VDE 0126-23-2) vorgesehen. Das Gerät ermöglicht Ihnen die Durchführung der folgenden Prüfungen und Messungen:

- Schutzleiterwiderstands-Messung mit 200 mA-DC Prüfstrom
- Automatische Anzeige der Spannungspolarität mit akustischer / visueller Warnung bei Falschpolung
- Leerlaufspannungs-Messung am PV-Modul / PV-Strang bis 1 000 V-DC
- Kurzschlussstrom-Messung am PV-Modul / PV-Strang bis 15 A-DC
- Isolationswiderstands-Messung mit Prüfspannung 250 V-DC, 500 V-DC oder 1 000 V-DC
- Funktionstest durch Strommessung mittels optionalem Stromzangenadapter BENNING CC 3 bis 40 A-AC / A-DC
- Messung der solaren Einstrahlung, PV-Modul- und Umgebungstemperatur mittels optionalem Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 2

## Weitere Informationen

<http://tms.benning.de/pv1-1>



Im Internet direkt unter dem angegebenen Link oder unter [www.benning.de](http://www.benning.de) (Produktsuche) finden Sie z. B. folgende weitere Informationen:

- Bedienungsanleitung des Geräts in mehreren Sprachen
- Abhängig vom Gerät weitere Informationen (z. B. Broschüren, Fachberichte, FAQs)

## 1.1 Allgemeine Hinweise

### Zielgruppe

Die Bedienungsanleitung richtet sich an folgende Personengruppen:

- Elektrofachkräfte und ausgebildetes Fachpersonal

### Erforderliche Grundkenntnisse

Um diese Bedienungsanleitung zu verstehen, benötigen Sie allgemeine Kenntnisse über Prüf- und Messgeräte. Ferner benötigen Sie Grundkenntnisse zu folgenden Themen:

- Allgemeine Elektrotechnik

## Zweck der Bedienungsanleitung

Diese Bedienungsanleitung beschreibt das Gerät und informiert Sie über den Umgang damit. Bewahren Sie diese Bedienungsanleitung zum späteren Gebrauch sorgfältig auf. Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor dem Umgang mit dem Gerät und befolgen Sie die Anweisungen.

---

## HINWEIS

### Haftungsausschluss

Sorgen Sie dafür, dass jede Person, die das Gerät verwendet, diese Bedienungsanleitung vor dem Umgang mit dem Gerät gelesen und verstanden hat und in allen Punkten beachtet. Die Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung kann zu Produkt-, Sach- und / oder Personenschäden führen.

Für Schäden und Betriebsstörungen, die aus der Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung resultieren, übernimmt Benning keine Haftung.

Die Geräte unterliegen einer stetigen Weiterentwicklung. Änderungen in Form, Ausstattung und Technik behält sich Benning vor. Die Angaben in der vorliegenden Bedienungsanleitung entsprechen dem technischen Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung. Aus dem Inhalt dieser Bedienungsanleitung können daher keine Ansprüche auf bestimmte Eigenschaften des Geräts abgeleitet werden.

Angaben in dieser Bedienungsanleitung können jederzeit ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Benning ist nicht verpflichtet, die Angaben in Ihrer vorliegenden Bedienungsanleitung zu ergänzen oder auf dem neuesten Stand zu halten.

Wenden Sie sich mit allen technischen Fragen an den Technischen Support [► Seite 9].

## Warenzeichen

Alle verwendeten Warenzeichen, auch wenn diese nicht gesondert gekennzeichnet sind, sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer und werden anerkannt.

## 1.2 Historie

Ausgabestand	Neuerungen
06/2023	• Erstausgabe

Tab. 1: Historie

## 1.3 Service & Support

Wenden Sie sich für anfallende Reparatur- und Service-Arbeiten an Ihren Händler oder den BENNING Service.

### Technischer Support

Wenden Sie sich bei technischen Fragen zur Handhabung an den Technischen Support.

Telefon:	+49 2871 93-555
Telefax:	+49 2871 93-6555
E-Mail:	helpdesk@benning.de
Internet:	www.benning.de

### Retourenmanagement

Nutzen Sie für eine zügige und reibungslose Retourenabwicklung ganz einfach und bequem das BENNING Retourenportal:

<https://www.benning.de/service-de/retourenabwicklung.html>

Telefon:	+49 2871 93-554
E-Mail:	returns@benning.de

### Rücksendeadresse

BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG  
Retourenmanagement  
Robert-Bosch-Str. 20  
D - 46397 Bocholt

## 2 Sicherheit

### 2.1 Warnhinweiskonzept

Diese Bedienungsanleitung enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden beachten müssen. Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit und zur Vermeidung von Personenschäden sind durch ein Warndreieck gekennzeichnet. Hinweise zur alleinigen Vermeidung von Sachschäden sind ohne Warndreieck dargestellt. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



#### **⚠ GEFAHR**

##### **Akute Gefahrensituation für den Menschen**

Wenn Sie diesen Hinweis nicht beachten, werden irreversible oder tödliche Verletzungen eintreten.



#### **⚠ WARNUNG**

##### **Gefahr für den Menschen**

Wenn Sie diesen Hinweis nicht beachten, können irreversible oder tödliche Verletzungen eintreten.



#### **⚠ VORSICHT**

##### **Geringe Gefahr für den Menschen**

Wenn Sie diesen Hinweis nicht beachten, können leichte oder mittlere Verletzungen eintreten.



#### **ACHTUNG**

##### **Sachgefahr, keine Gefahr für den Menschen**

Wenn Sie diesen Hinweis nicht beachten, können Sachschäden eintreten.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Gefährdungsstufe verwendet. In einem Warnhinweis vor Personenschäden kann zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden enthalten sein.

### 2.2 Normen

Das Gerät ist gemäß den folgenden Normen hergestellt und geprüft und hat das Werk in einem sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand verlassen.

- IEC / DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)
- IEC / DIN EN 61557-1 (VDE 0413-1)
- IEC / DIN EN 61557-2 (VDE 0413-2)
- IEC / DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4)
- IEC / DIN EN 61557-10 (VDE 0413-10)

## 2.3 Verwendete Symbole

### Symbole auf dem Gerät

Symbol	Bedeutung
	Beachten Sie die Hinweise in der Bedienungsanleitung, um Gefahren zu vermeiden.
	Warnung vor elektrischer Gefahr. Beachten Sie die Hinweise in der Bedienungsanleitung, um Gefahren zu vermeiden.
CAT I	Messkategorie I ist für Prüf- und Mess-Stromkreise anwendbar, die keine direkte Verbindung zum Netz haben.
CAT II	Messkategorie II ist für Prüf- und Mess-Stromkreise anwendbar, die direkt mit Nutzeranschlüssen (z. B. Steckdosen) der Niederspannungs-Netzinstallation verbunden sind.
CAT III	Messkategorie III ist für Prüf- und Mess-Stromkreise anwendbar, die am Verteilerkreis der Niederspannungs-Netzinstallation des Gebäudes angeschlossen sind.
CAT IV	Messkategorie IV ist für Prüf- und Mess-Stromkreise anwendbar, die am Einspeisepunkt der Niederspannungs-Netzinstallation des Gebäudes angeschlossen sind."
	Das Gerät ist konform zu den EU-Richtlinien.
	Das Gerät ist konform zu den GB-Richtlinien.
	Führen Sie das Gerät am Ende seiner Lebensdauer den zur Verfügung stehenden Rückgabe- und Sammelsystemen zu.
	Das Gerät ist schutzisoliert (Schutzklasse II) ausgeführt.
	Beachten Sie die Bedienungsanleitung.
	Das Symbol weist auf die eingesetzten Batterien hin.
	Das Symbol weist auf eine eingebaute Sicherung hin.
	(DC) Gleichspannung oder Gleichstrom
	(AC) Wechselspannung oder Wechselstrom
	Erde (Spannung gegen Erde)

Tab. 2: Symbole auf dem Gerät

### Symbole in der Bedienungsanleitung

Symbol	Bedeutung
	Allgemeine Warnung
	Warnung vor elektrischer Spannung

Tab. 3: Symbole in der Bedienungsanleitung

## 2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Verwenden Sie das Gerät nur im Rahmen der zugehörigen technischen Daten. Abweichende Betriebsbedingungen gelten als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet allein der Benutzer des Geräts.

Beachten Sie insbesondere Folgendes:

- Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung erlischt der Haftungs- und Gewährleistungsanspruch. Für Schäden, die aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung resultieren, haftet allein der Benutzer des Geräts. Nicht bestimmungsgemäße Verwendung sind z. B.:
  - Verwendung von Komponenten, Zubehör, Ersatz- oder Austauschteilen, die nicht von Benning für den Einsatzfall freigegeben und zugelassen wurden
  - Nichtbeachtung, Manipulation, Änderungen oder Zweckentfremdung der Bedienungsanleitung oder der darin enthaltenen Anweisungen und Hinweise
  - Jede Form von missbräuchlicher Verwendung des Geräts
  - Eine andere oder darüber hinaus gehende Verwendung als in dieser Bedienungsanleitung beschrieben
- Gewährleistungs- und Haftungsansprüche sind generell ausgeschlossen, wenn Schäden auf höhere Gewalt zurückzuführen sind.
- Wenn vorgeschriebene Service-Dienste während der Gewährleistung nicht regelmäßig oder nicht rechtzeitig nach den Herstellervorgaben durchgeführt werden, kann über einen Gewährleistungsanspruch erst nach Vorliegen des Untersuchungsbefundes entschieden werden.

Wenden Sie sich bei Fragen an den Technischen Support [▶ Seite 9].

### Verwendung des Geräts

Beachten Sie bei der Verwendung des Geräts folgende grundsätzliche Pflichten:

- Trennen Sie vor Prüfungen und Messungen den PV-Generator allpolig vom PV-Wechselrichter. Der PV-Generator muss von der elektrischen Hauptversorgung isoliert sein. Weder Plus- noch Minuspol des PV-Generators dürfen geerdet sein.
- Stellen Sie sicher, dass alle Schaltgeräte und Trennvorrichtungen geöffnet sind und alle PV-Stränge gegeneinander isoliert sind.
- Beachten Sie, dass der PV-Generator die maximale Leerlaufspannung von 1 000 V, den maximalen Kurzschlussstrom von 15 A und die maximale DC-Leistung ( $P = V_{oc} \times I_{sc}$ ) von 10 kW nicht überschreiten darf.
- Führen Sie die Prüfungen und Messungen nur am einzelnen PV-Strang durch. Beachten Sie, dass sich die Kurzschlussströme ( $I_{sc}$ ) von parallel geschalteten PV-Strängen addieren und sich zusätzlich durch vorhandene Kapazitäten des PV-Generators erhöhen können.
- Stellen Sie sicher, dass im PV-Generator keine Leistungsoptimierer verbaut sind. Leistungsoptimierer können im Kurzschlussfall transiente Stromspitzen erzeugen, die den spezifizierten Kurzschlussstrom ( $I_{sc}$ ) des PV-Generators deutlich überschreiten.
- Verwenden Sie das Gerät nur in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand. Überprüfen Sie das Gerät vor jeder Inbetriebnahme auf Beschädigungen.
- Das Personal muss für die jeweilige Aufgabenstellung qualifiziert sein.
- Beachten Sie einschlägige Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.
- Verwenden Sie das Gerät nur in trockener Umgebung.
- Verwenden Sie das Gerät nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.
- Verwenden Sie geeignete (zugelassene) Sicherheitsmessleitungen.
- Um eine Gefährdung durch Fehlmessungen zu vermeiden, wechseln Sie entladene Batterien umgehend aus.

## 2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Um eine Gefährdung zu vermeiden, wechseln Sie eine defekte Sicherung umgehend aus.
- Beachten Sie, dass das Gerät ist nicht für den Dauerbetrieb ausgelegt. Die Gerätenutzung wird per Software und über eine Temperaturüberwachung begrenzt. Sobald die interne Betriebstemperatur den Maximalwert erreicht hat, wird die Funktion des Geräts eingeschränkt, um das Gerät abkühlen zu lassen.
- Trennen Sie das Gerät direkt nach beendeter Prüfung oder Messung vom PV-Generator.
- Verwenden Sie die 4 mm-Prüfbuchsen nur in Stromkreisen bis zur Überspannungskategorie CAT III mit maximal 300 V Leiter gegen Erde. Montieren Sie vor Messungen in Stromkreisen der Überspannungskategorie CAT III die dem Gerät beige gestellten Aufsteckkappen auf die Kontaktspitzen.
- Berühren Sie während Prüfungen und Messungen keine Metallteile des Prüfobjekts.
- Wenn Sie mit dem Gerät das Vorhandensein einer gefährlichen Spannung nachweisen möchten, prüfen Sie das Gerät vor und nach dieser Messung an einer bekannten Spannungsquelle oder Prüfeinrichtung.


**⚠️ WARNUNG**
**Gefährliche Spannung**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen sind durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung bei falscher Bedienung möglich.

- Berühren Sie die Sicherheitsmessleitungen nicht an den blanken Messspitzen bzw. an den blanken Kontakten der optionalen Krokodilklemmen, sondern nur im Handbereich.
- Beachten Sie, dass während der Isolationswiderstandsmessung gefährliche Prüfspannungen am Gerät anliegen können. Diese können bei kontaktierten Sicherheitsmessleitungen auch am Messstromkreis anliegen.
- Stecken Sie die Sicherheitsmessleitungen in die entsprechend gekennzeichneten Messbuchsen am Gerät und kontrollieren Sie den festen Sitz.
- Verwenden Sie nur zugelassene Sicherheitsmessleitungen.
- Montieren Sie die Aufsteckkappen auf die Kontaktspitzen der Sicherheitsmessleitungen (Stromkreise der Überspannungskategorie CAT III oder IV).
- Entfernen Sie beim Trennen des Messstromkreises immer zuerst die spannungsführende Sicherheitsmessleitung (Phase) und dann die Null-Sicherheitsmessleitung von der Messstelle.


**⚠️ WARNUNG**
**Öffnen des Geräts**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen sind durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung beim Öffnen des Geräts möglich. Das Gerät kann beschädigt werden.

- Machen Sie das Gerät vor dem Öffnen des Batteriefachs spannungsfrei.
- Öffnen Sie nicht das Gerät (Batteriefach ausgenommen).
- Wenden Sie sich für Reparaturen an Ihren Händler oder das Retourenmanagement [► Seite 9].

## Sicherstellen des Geräts

Wenn sich das Gerät nicht in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand befindet, ist ein gefahrloser Betrieb nicht mehr gewährleistet. Stellen Sie folgende Maßnahmen sicher:

- Nehmen Sie das Gerät außer Betrieb.
- Entfernen Sie das Gerät von der Messstelle.
- Sichern Sie das Gerät gegen unbeabsichtigte Inbetriebnahme.

Die folgenden Eigenschaften weisen darauf hin, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr gewährleistet ist:

- Das Gerät (Gehäuse oder Sicherheitsmessleitungen) weist sichtbare Beschädigungen auf oder ist feucht.
- Die Isolation der Sicherheitsmessleitungen ist beschädigt.
- Das Gerät arbeitet nicht vorschriftsmäßig (z. B. Fehler bei Messungen).
- Erkennbare Folgen von längerer Einlagerung unter unzulässigen Bedingungen.
- Erkennbare Folgen von schweren Transportbeanspruchungen.

## 2.5 Besondere Gefahrenarten



### **⚠ GEFAHR**

#### **Blanke Leiter oder Hauptleitungsträger**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung bei Arbeiten um blanke Leiter oder Hauptleitungsträger.

- Beachten Sie einschlägige Vorschriften zur Arbeitssicherheit.
- Falls erforderlich, verwenden Sie entsprechende Schutzausrüstung.



### **⚠ WARNUNG**

#### **Gefährliche Spannung**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen sind durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung bei Arbeiten an spannungsführenden Komponenten oder Anlagen möglich. Bereits Spannungen ab 30 V-AC und 60 V-DC können für Menschen lebensgefährlich sein.

- Beachten Sie einschlägige Vorschriften zur Arbeitssicherheit.
- Falls erforderlich, verwenden Sie entsprechende Schutzausrüstung.

## 3 Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Geräts gehören folgende Komponenten:

- 1 x Photovoltaiktester BENNING PV 1-1+ (Artikelnummer: 05042101)
- 1 x Trageriemen
- 1 x Transport- und Aufbewahrungstasche
- 2 x Sicherheitsmessleitung mit Prüfspitze (l = 1,2 m) (rot / schwarz)
- 2 x Sicherheitskrokodilklemme (rot / schwarz)
- 2 x Sicherheitsmessleitung für MC4-Steckverbinder (rot / schwarz)
- 2 x Sicherheitsmessleitung für „Sunclix“-Steckverbinder (rot / schwarz)
- 1 x USB-Verbindungskabel (USB-A-Stecker auf Micro-USB-B-Stecker)
- 6 x 1,5 V-Mignon-Batterie (AA, IEC LR6)
- 1 x Sicherung (F 500 mA, 1 000 V, 10 kA, Artikelnummer: 749771, zur Erstbestückung im Gerät eingebaut)
- 1 x Kurzbedienungsanleitung

### Optionales Zubehör

- Stromzangenadapter BENNING CC 3 (Artikelnummer: 044038)  
Wechselstrombereich: 0,2 ... 300 A  
Gleichstrombereich: 0,2 ... 300 A
- Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 2 (Artikelnummer: 050420)  
Messbereich solare Einstrahlung: 100 ... 1 250 W/m<sup>2</sup>  
Temperaturmessbereich: -30 ... 125 °C
- Saugnapf-Temperaturfühler für das BENNING SUN 2 zur Befestigung an der PV-Modulrückseite (Artikelnummer: 050424)
- PV-Modulhalterung für das BENNING SUN 2 zur sicheren Befestigung am PV-Modul (Artikelnummer: 050425)
- 40 m-Messleitung BENNING TA 5 (Artikelnummer: 044039)  
Anschluss Ø 4 mm-Sicherheitsprüfbuchse / -stecker, l = 40 m, mit Aufwickler und Handschlaufe
- Prüfplaketten „Nächster Prüftermin“, 300 Stück (Artikelnummer: 756212)

# 4 Gerätebeschreibung

## 4.1 Geräteaufbau

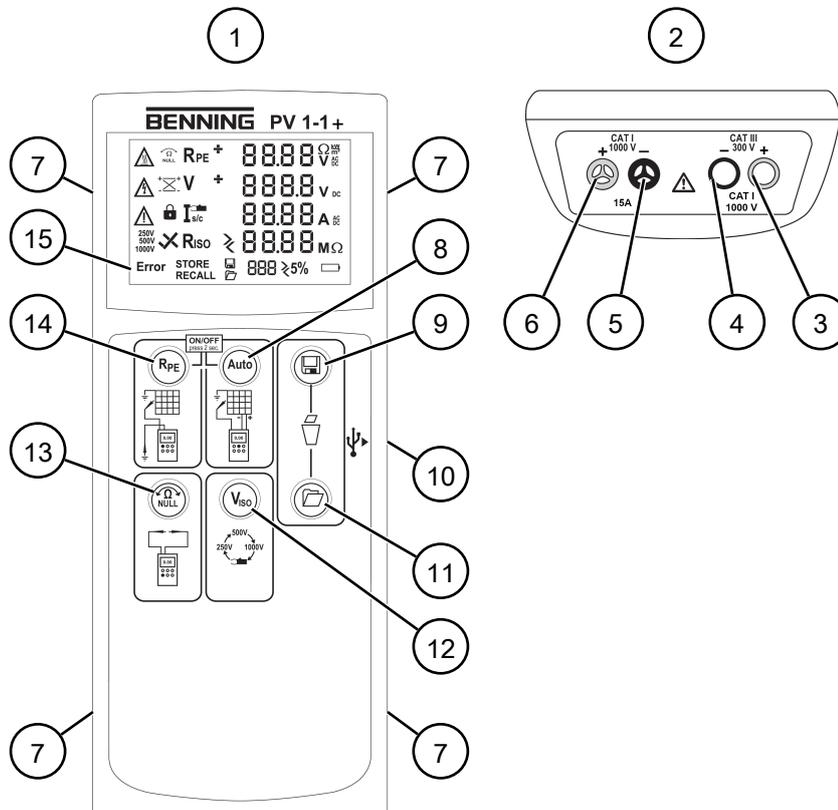


Abb. 1: Geräteaufbau BENNING PV 1-1+

1	Gerätevorderansicht	2	Geräteoberseite
3	Rote 4 mm-Prüfbuchse „+“	4	Schwarze 4 mm-Prüfbuchse „-“
5	Schwarze PV-Prüfbuchse „-“	6	Rote PV-Prüfbuchse „+“
7	Halterung für Trageriemen	8	Taste „Auto“
9	Taste „Speichern“	10	Micro-USB-B-Schnittstelle
11	Taste „Messwertspeicher“	12	Taste „V <sub>ISO</sub> “
13	Taste „Nullabgleich“	14	Taste „R <sub>PE</sub> “
15	Digitalanzeige		

### Geräterückseite

- Batteriefach
- Hinweise und Informationen zum Gerät
- Seriennummer (Aufkleber, auf Innenseite des Batteriedeckels)

## Digitalanzeige

Die Digitalanzeige ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt:

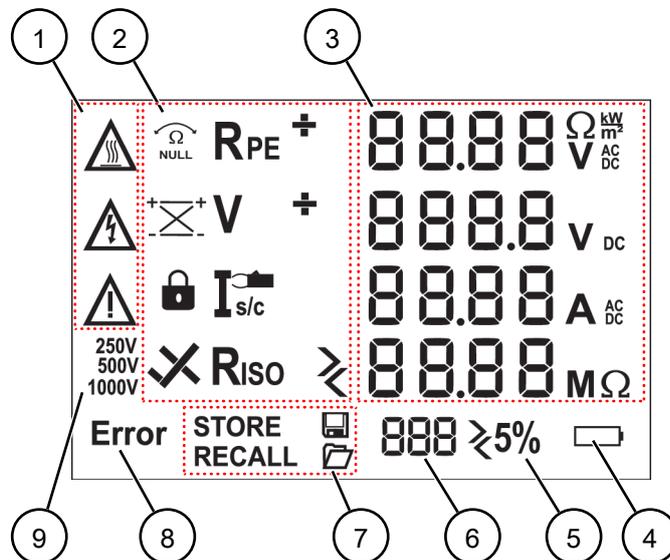


Abb. 2: Digitalanzeige

1	Warnsymbole	2	Anzeige von Messfunktionen
3	Anzeige von Messwerten und Einheiten	4	Batteriezustand
5	U/I-Abweichung	6	Speicherplatz der Messung im Messwertspeicher
7	Anzeige von Speicherfunktionen	8	Anzeige, dass eine Fehlermeldung vorliegt
9	Isolationsprüfspannung		

### Beschreibung der Symbole (Warnungen):

Symbol	Bedeutung
	Warnung vor heißen Oberflächen. Trennen Sie das Gerät bei eingblendetem Symbol sofort vom PV-Generator und schließen Sie dieses erst nach Erlöschen des Symbols wieder an.
	Warnung vor gefährlicher Spannung. Hochspannungs-Kontrollanzeige: Blinkt, wenn das Gerät an den PV-Sicherheitsmessleitungen das Anliegen einer gefährlichen Spannung erkennt (>30 V).
	Beachten Sie die Hinweise in der Bedienungsanleitung, um Gefahren zu vermeiden [► Seite 24].

Tab. 4: Symbole (Warnungen) auf der Digitalanzeige

**Beschreibung der Messfunktionen:**

Symbol	Benennung	Funktion
	Nullabgleich	Nullabgleich aktiv
$R_{PE}$	Schutzleiterwiderstands-Messung	Schutzleiterwiderstands-Messung aktiv
+/-	Polaritätsanzeige	Zeigt eine Verpolung der DC-Spannung an den 4 mm-Prüfbuchsen an. Bei AC-Spannung wird abwechselnd „+“ und „-“ angezeigt.
	Polaritätsanzeige PV	Zeigt eine Verpolung der DC-Spannung an den PV-Prüfbuchsen an.
V	Spannungsmessung	Spannungsmessung aktiv
	$R_{PE}$ LOCK	Fortlaufende Schutzleiterwiderstands-Messung aktiv
	Stromzangenmessung	Stromzangenmessung aktiv
	Positives Ergebnis der Isolationswiderstands-Messung	Der gemessene Isolationswiderstand liegt innerhalb der voreingestellten Grenzwerte.
	Negatives Ergebnis Isolationswiderstands-Messung	Der gemessene Isolationswiderstand liegt außerhalb der voreingestellten Grenzwerte.
5%	5 %-Abweichung	Zeigt eine Abweichung des angezeigten Messwerts (Leerlaufspannung oder Kurzschlussstrom) um mehr als 5 % vom Mittelwert der gespeicherten Messwerte.
> / <	Außerhalb des Messbereichs	Der Messwert liegt außerhalb des Messbereichs [▶ Seite 22].

Tab. 5: Symbole (Messfunktionen) auf der Digitalanzeige

## 4.2 Funktionen

### Ein- und Ausschalten

Mit den Tasten „ $R_{PE}$ “ und „Auto“ können Sie das Gerät ein- oder ausschalten (gleichzeitiges Gedrückthalten der beiden Tasten für ca. 2 Sekunden). Das Gerät bestätigt jede Ein- und Abschaltung mit einem Signalton.

Das Gerät schaltet sich nach der eingestellten Abschaltzeit selbsttätig aus (APO, Auto-Power-Off, Werkseinstellung 1 Minute) [▶ Seite 26].

### Datum und Uhrzeit

Das Gerät verfügt über eine integrierte Echtzeituhr, damit Speichervorgänge bzw. Speicherplätze automatisch einen Datums- und Zeitstempel erhalten.

Sie können das Datum und die Uhrzeit manuell einstellen [▶ Seite 26] oder die Werte des BENNING SUN 2 werden optional automatisch übernommen.

## 4.2.1 Messwertspeicher

Das Gerät kann bis zu 200 Displayanzeigen speichern. Abhängig von der durchgeführten Messung werden pro Speicherplatz der Schutzleiterwiderstand, die Leerlaufspannung, der Kurzschlussstrom, der Isolationswiderstand mit Prüfspannung oder der gemessene AC- / DC-Strom mit einem Datums- und Zeitstempel gespeichert.

### Messwerte speichern

Drücken Sie die Taste „Speichern“, um die angezeigten Messwerte im ersten freien Speicherplatz zu speichern. Eine erfolgreiche Speicherung wird mit dem Symbol „STORE“ auf der Digitalanzeige bestätigt.

### Messwerte aufrufen

Drücken Sie die Taste „Messwertspeicher“, um die gespeicherten Messwerte mit der zugehörigen Speicherplatznummer wieder aufzurufen. Das Symbol „RECALL“ erscheint auf der Digitalanzeige und die Speicherplatznummer wird angezeigt.

Durch erneutes Drücken der Taste „Messwertspeicher“ wechseln Sie zum nächsten Speicherplatz und durch Drücken der Taste „Speichern“ wechseln Sie zum vorherigen Speicherplatz.

### Messwertspeicher löschen

Drücken Sie gleichzeitig die Tasten „Speichern“ und „Messwertspeicher“, um den kompletten Messwertspeicher zu löschen.

### Mittelwert aufrufen

Das Gerät bestimmt die Mittelwerte der Leerlaufspannung und des Kurzschlussstroms des gesamten Messwertspeichers und speichert diese im Speicherplatz 0.

Wechseln Sie zum Speicherplatz 0, um die Mittelwerte aufzurufen. Das Symbol „RECALL“ erscheint auf der Digitalanzeige und die Mittelwerte der Leerlaufspannung und des Kurzschlussstroms werden angezeigt.

### 5 %-Abweichung vom Mittelwert

Bei einer 5 %-Abweichung des angezeigten gespeicherten Messwerts zum Mittelwert blinkt das Symbol „5 %-Abweichung“.

## 4.2.2 Datenlogger und Treiber installieren

Um die Messwerte des Geräts über die USB-Schnittstelle auf einem PC auszulesen, müssen Sie einmalig den Hardwaretreiber und das Programm „BENNING SOLAR Datalogger“ auf dem PC installieren.

### Voraussetzungen

- PC mit USB-A-Anschluss und ausreichend Speicherplatz
- Download des Hardwaretreibers und des Programms „BENNING SOLAR Datalogger“ von der Produktseite des Geräts  
<http://tms.benning.de/pv1-1>
- Entfernen Sie angeschlossene Sicherheitsmessleitungen.

### Vorgehen

1. Installieren Sie den heruntergeladenen Hardwaretreiber auf Ihrem PC.
2. Installieren Sie das heruntergeladene Programm „BENNING SOLAR Datalogger“ auf Ihrem PC.
3. Verbinden Sie das Gerät über das USB-Verbindungskabel mit Ihrem PC.  
Der Hardwaretreiber installiert sich auf einem freien COM-Port und bestätigt, sobald die neue Hardware benutzt werden kann.

## 4.2.3 Messwerte über USB-Schnittstelle auslesen

Sie können die Messwerte des Geräts über die USB-Schnittstelle auf einem PC auslesen und als csv- oder txt-Datei speichern.

### Voraussetzungen

- PC mit USB-A-Anschluss und ausreichend Speicherplatz
- Installierter Datenlogger und Treiber
- Entfernen Sie angeschlossene Sicherheitsmessleitungen.

### Vorgehen

1. Verbinden Sie das Gerät über das USB-Verbindungskabel mit Ihrem PC.
2. Starten Sie das Programm „BENNING SOLAR Datalogger“.
3. Klicken Sie unter Optionen auf „COM-Ports aktualisieren“ und wählen den entsprechenden COM-Port aus.  
Der verwendete COM-Port ist über den Geräte-Manager Ihres Systems ersichtlich.
4. Klicken Sie auf „Download“.
5. Drücken und halten Sie am Gerät für ca. 2 Sekunden die Taste „Messwertspeicher“ gedrückt, bis der Download erfolgt und der komplette Messwertspeicher ausgelesen wird.
6. Speichern Sie die ausgelesenen Messwerte als csv- oder txt-Datei.
7. Um die Messreihe z. B. über ein Tabellenkalkulationsprogramm zu öffnen, klicken Sie auf „Öffnen“.

## 4.2.4 Fehlermeldungen

Code	Bedeutung	Abhilfemaßnahme
FUSE	Die verbaute Sicherung ist defekt.	Wechseln Sie die Sicherung des Geräts [► Seite 41].
H0t	Die Elektronik des Geräts hat die maximal zulässige Temperatur erreicht. Die Funktion des Geräts ist eingeschränkt, bis das Gerät abgekühlt ist.	Trennen Sie das Gerät vom Messobjekt und lassen Sie dieses abkühlen.
HiSC	Der DC-Kurzschlussstrom hat den Maximalwert von 15 A überschritten. Die Messung wurde abgebrochen.	Führen Sie die Messung innerhalb des zulässigen Messbereichs durch.
HiOC	Die DC-Leerlaufspannung hat den Maximalwert von 1 000 V überschritten. Die Messung wurde abgebrochen.	
CAL	Das Gerät ist fehlerhaft.	Senden Sie das Gerät an einen autorisierten Service-Händler [► Seite 9] zurück.
Er 1, 2 etc.		
H0tF		
FEt		
rL 1, 2, 3 oder 4		Schalten Sie das Gerät aus und wieder ein. Wenn der Fehler weiterhin besteht, senden Sie das Gerät an einen autorisierten Service-Händler [► Seite 9] zurück.
EEPro		
rF		

Tab. 6: Fehlermeldungen

## 4.2.5 BENNING SUN 2

Das Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 2 ist ein optionales Zubehör und kann folgende Messwerte per Funk an das Gerät senden:

- Solare Einstrahlung (W/m<sup>2</sup>)
- PV-Modultemperatur
- Umgebungstemperatur
- Datums- und Zeitstempel

### Anzeige auf der Digitalanzeige des Geräts

- In Funkreichweite wird der Messwert der solaren Einstrahlung (W/m<sup>2</sup>) angezeigt.
- Außerhalb der Funkreichweite blinkt das Symbol „W/m<sup>2</sup>“.
- Außerhalb des Messbereiches der solaren Einstrahlung wird das Symbol „- - -“ eingeblendet.

### Synchronisation von Datum und Uhrzeit

Wenn sich das Gerät in Funkverbindung mit dem BENNING SUN 2 befindet und für Datum und Uhrzeit eine Abweichung größer 1 Minute feststellt, übernimmt das Gerät nach ca. 10 Sekunden automatisch das Datum und die Uhrzeit des BENNING SUN 2.

BENNING SUN 2 (Primary) → BENNING PV 1-1 (Secondary)

## 4.3 Messbereiche

### Messgenauigkeit

Die Messgenauigkeit wird als Summe der folgenden Werte angegeben:

- Relativer Anteil des Messwerts
- Anzahl von Digit (Zahlenschritte der letzten Stelle)

Die angegebene Messgenauigkeit gilt bei einer Temperatur von 24 °C ±6 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit kleiner 80 %.

### 4.3.1 Widerstandsbereiche

#### Schutzleiterwiderstand R<sub>PE</sub>

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,05 ... 199 Ω	Max. 0,01 Ω	±(2 % + 2 digit)

Tab. 7: Messbereich zur Messung des Schutzleiterwiderstands R<sub>PE</sub>

- Prüfstrom: >200 mA (2 Ω)
- Leerlaufspannung: >4 V
- Anzahl der Wiederholungsprüfungen (IEC 61557-2): Ca. 4 000

### Isolationswiderstand $R_{ISO}$

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,2 ... 100 M $\Omega$	Max. 0,01 M $\Omega$	$\pm(5 \% + 5 \text{ digit})$
101 ... 199 M $\Omega$	1 M $\Omega$	$\pm(10 \% + 5 \text{ digit})$

Tab. 8: Messbereich zur Messung des Isolationswiderstands  $R_{ISO}$

- Prüfspannung: 250, 500 oder 1 000 V-DC (positive Abweichung bis zu 20%)
- Prüfstrom: >1 mA, <2 mA bei Kurzschluss
- Anzahl der Wiederholungsprüfungen (IEC 61557-2): Ca. 2 000

$V_{ISO}$	Grenzwert des Isolationswiderstands
250 V	0,5 M $\Omega$
500 V	1,0 M $\Omega$
1 000 V	1,0 M $\Omega$

Tab. 9: Voreingestellte Grenzwerte des Isolationswiderstands

## 4.3.2 Spannungsbereiche

### Leerlaufspannung $V_{OC}$ des PV-Moduls oder PV-Strangs

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
5,0 ... 1 000 V	0,1 V	$\pm(0,5 \% + 2 \text{ digit})$

Tab. 10: Messbereich zur Messung der Leerlaufspannung  $V_{OC}$  des PV-Moduls oder PV-Strangs

### Spannung über 4 mm-Prüfbuchsen

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit (AC: 50 ... 60 Hz, DC)
30 ... 440 V-AC / V-DC	1 V	$\pm(5 \% + 2 \text{ digit})$

Tab. 11: Messbereich zur Messung der Spannung über die 4 mm-Prüfbuchsen

## 4.3.3 Strombereiche

### Kurzschlussstrom $I_{SC}$ des PV-Moduls oder PV-Strangs

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,5 ... 14,99 A	0,01 A	$\pm(1 \% + 2 \text{ digit})$

Tab. 12: Messbereich zur Messung des Kurzschlussstroms  $I_{SC}$  des PV-Moduls oder PV-Strangs

### Strom mit Stromzangenadapter BENNING CC 3 (optional)

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit (AC: 50 ... 60 Hz, DC)
0,1 ... 40 A-AC / A-DC	0,1 A	$\pm(5 \% + 2 \text{ digit})$

Tab. 13: Messbereich zur Messung des Stroms über den Stromzangenadapter BENNING CC 3 (optional)

# 5 Bedienen

Sie können mit dem Gerät verschiedene Prüfungen oder Messungen durchführen.

## 5.1 Voraussetzungen für Prüfungen und Messungen

Beachten Sie für die Prüfungen und Messungen die folgenden grundsätzlichen Voraussetzungen:

- Trennen Sie vor Prüfungen und Messungen den PV-Generator allpolig vom PV-Wechselrichter. Der PV-Generator muss von der elektrischen Hauptversorgung isoliert sein. Weder Plus- noch Minuspol des PV-Generators dürfen geerdet sein.
- Stellen Sie sicher, dass alle Schaltgeräte und Trennvorrichtungen geöffnet sind und alle PV-Stränge gegeneinander isoliert sind.
- Beachten Sie, dass der PV-Generator die maximale Leerlaufspannung von 1 000 V, den maximalen Kurzschlussstrom von 15 A und die maximale DC-Leistung ( $P = V_{oc} \times I_{sc}$ ) von 10 kW nicht überschreiten darf.
- Führen Sie die Prüfungen und Messungen nur am einzelnen PV-Strang durch.
- Im PV-Generator sind keine Leistungsoptimierer verbaut.
- Schließen Sie das Gerät ausschließlich gemäß dem Anschlussbild der zugehörigen Prüfung oder Messung an.
- Verwenden Sie die PV-Prüfbuchsen ausschließlich für die Kontaktierung mit einem PV-Modul / PV-Strang.
- Verwenden Sie nur zugelassene Sicherheitsmessleitungen [► Seite 25].
- Trennen Sie für die jeweilige Prüfung oder Messung nicht benötigte Sicherheitsmessleitungen vom Gerät.
- Beachten Sie vorhandene Störquellen. Starke Störquellen in der Nähe des Geräts können zu instabiler Anzeige und zu Messfehlern führen.
- Trennen Sie das Gerät direkt nach beendeter Prüfung und Messung und auch während der Abkühlphase vom Prüfobjekt.



### **GEFAHR**

#### **Maximal zulässige Spannung**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung.

- Verwenden Sie das Gerät nur in Stromkreisen bis zur Überspannungskategorie CAT III mit maximal 300 V (4 mm-Prüfbuchsen) oder der Überspannungskategorie CAT I mit maximal 1 000 V Leiter gegen Erde (PV-Prüfbuchsen).

## 5.2 Sicherheitsmessleitungen anschließen

Für bestimmte Prüfungen und Messungen müssen Sie die Sicherheitsmessleitungen am Gerät anschließen.

### Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [► Seite 24].
- Sicherheitsmessleitungen  
Die Sicherheitsmessleitungen müssen für das Gerät zugelassen sein (z. B. Sicherheitsmessleitungen im Lieferumfang) und sich in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand befinden.
  - Überprüfen Sie die Angaben für Nennspannung und Nennstrom.
  - Überprüfen Sie die Isolation der Sicherheitsmessleitungen.
  - Prüfen Sie die Sicherheitsmessleitungen auf Durchgang.
  - Sondern Sie defekte Sicherheitsmessleitungen aus.
- Aufsteckkappen (abhängig von der Überspannungskategorie)
- Berühren Sie die Sicherheitsmessleitungen während Prüfungen und Messungen nur im Handbereich.



### **! WARNUNG**

#### **Gefährliche Spannung**

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen sind durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung bei falscher Bedienung möglich.

- Berühren Sie die Sicherheitsmessleitungen nicht an den blanken Messspitzen bzw. an den blanken Kontakten der optionalen Krokodilklemmen, sondern nur im Handbereich.
- Beachten Sie, dass während der Isolationswiderstandsmessung gefährliche Prüfspannungen am Gerät anliegen können. Diese können bei kontaktierten Sicherheitsmessleitungen auch am Messstromkreis anliegen.
- Stecken Sie die Sicherheitsmessleitungen in die entsprechend gekennzeichneten Messbuchsen am Gerät und kontrollieren Sie den festen Sitz.
- Verwenden Sie nur zugelassene Sicherheitsmessleitungen.
- Montieren Sie die Aufsteckkappen auf die Kontaktspitzen der Sicherheitsmessleitungen (Stromkreise der Überspannungskategorie CAT III oder IV).
- Entfernen Sie beim Trennen des Messstromkreises immer zuerst die spannungsführende Sicherheitsmessleitung (Phase) und dann die Null-Sicherheitsmessleitung von der Messstelle.

### Vorgehen – 4 mm-Sicherheitsmessleitungen

1. Stecken Sie die schwarze Sicherheitsmessleitung in die schwarze 4 mm-Buchse „-“ am Gerät.
2. Stecken Sie die rote Sicherheitsmessleitung in die rote 4 mm-Buchse „+“ am Gerät.
3. Messungen oder Prüfungen in Stromkreisen der Überspannungskategorie CAT III:  
Montieren Sie die Aufsteckkappen auf die Kontaktspitzen der Sicherheitsmessleitungen.

## Vorgehen – PV-Sicherheitsmessleitungen

1. Stecken Sie die schwarze PV-Sicherheitsmessleitung in die schwarze PV-Prüfbuchse am Gerät.
2. Stecken Sie die rote PV-Sicherheitsmessleitung in die rote PV-Prüfbuchse am Gerät.

## 5.3 Konfigurieren

### 5.3.1 Auto-Power-Off ( APO) einstellen

#### Vorgehen

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Drücken und halten Sie die Taste „Nullabgleich“ während der gesamten Einstellung gedrückt und drücken Sie gleichzeitig die beiden Tasten „R<sub>PE</sub>“ und „Auto“.  
Die Digitalanzeige zeigt in der ersten Zeile „OFF“ und in der zweiten Zeile die Abschaltzeit in Minuten an.
3. Um die Abschaltzeit zu erhöhen, drücken Sie die Taste „V<sub>ISO</sub>“ (1 ... 10 min).
4. Um die Einstellungen zu speichern, lassen Sie die Taste „Nullabgleich“ los.

### 5.3.2 Datum und Uhrzeit einstellen

#### Vorgehen

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Drücken und halten Sie die Taste „Messwertspeicher“ gedrückt und drücken Sie gleichzeitig die beiden Tasten „R<sub>PE</sub>“ und „Auto“.  
Das Datums- und Uhrzeitformat wird wie folgt angezeigt:
  - MM.DD (Monat: 1 ... 12, Tag: 1 ... 31)
  - YYYY (Jahr)
  - HH.mm (Stunden: 0 ... 23, Minuten: 0 ... 59)
  - SS (Sekunden: 0 ... 59)
3. Drücken Sie die Taste „R<sub>PE</sub>“, um ein Datums- oder Uhrzeitfeld anzuwählen.  
Ein blinkendes Feld verdeutlicht, dass dieses Feld eingestellt werden kann.
4. Drücken Sie die Taste „Speichern“, um den Wert zu erhöhen oder die Taste „Messwertspeicher“, um den Wert zu verringern.  
Mit jeder Änderung wird das Sekundenfeld auf Null gesetzt.
5. Um die eingegeben Werte zu speichern, schalten Sie das Gerät aus.

### 5.3.3 Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durchführen

Führen Sie vor einer Schutzleiterwiderstands-Messung ( $R_{PE}$ ) mit neuen Sicherheitsmessleitungen einen Nullabgleich durch.

#### Voraussetzungen

- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▶ Seite 24].

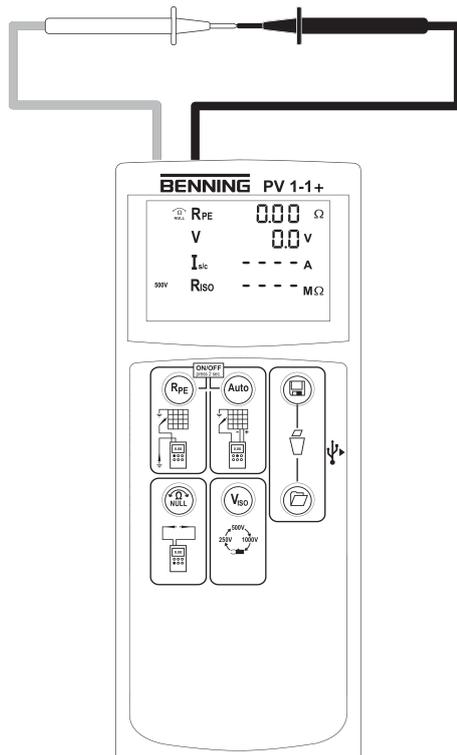


Abb. 3: Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen

#### Vorgehen

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [▶ Seite 25].
2. Schließen Sie die beiden Messspitzen der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durch Kontaktieren kurz und starten Sie den Nullabgleich, indem Sie die Taste „Nullabgleich“ drücken, bis das Symbol „Nullabgleich“ auf der Digitalanzeige eingeblendet wird.  
Beachten Sie, dass der Messleitungswiderstand bis zu 10  $\Omega$  kompensiert werden kann.

## 5.4 Schutzleiterwiderstand messen

### Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▶ Seite 24].
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Zugehörige Messbereiche [▶ Seite 22]
- Im fehlerfreien Zustand des PV-Moduls / PV-Strangs liegt an den Messpunkten keine Spannung an.

Wenn bei der Messung eine Spannung größer 30 V an den Prüfspitzen anliegt, wird die Messung blockiert. Bei einer anliegenden Spannung kleiner 30 V kann eine niederohmige Spannungsquelle die eingebaute Sicherung im Gerät auslösen [▶ Seite 41].

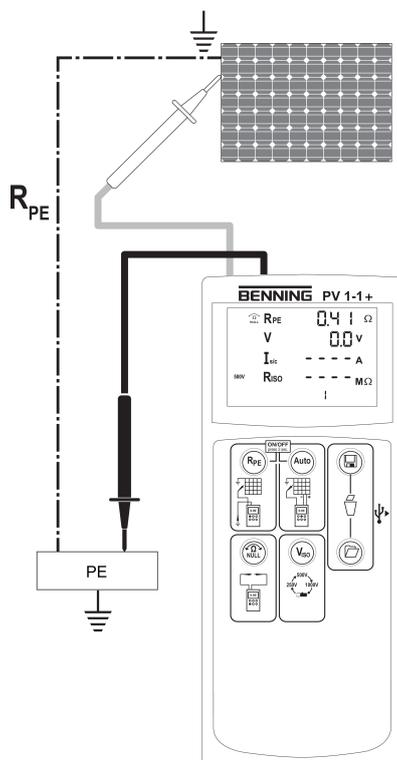


Abb. 4: Schutzleiterwiderstand

### Vorgehen – Einzelmessung

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [▶ Seite 25].
2. Nur bei neuen Sicherheitsmessleitungen: Führen Sie einen Nullabgleich durch [▶ Seite 27].
3. Kontaktieren Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitung mit den Messpunkten.
4. Drücken Sie die Taste „R<sub>PE</sub>“ und lesen Sie den Messwert an der Digitalanzeige ab.
5. Um den Messwert auf den nächsten freien Speicherplatz zu speichern, drücken Sie die Taste „Speichern“.

**Vorgehen – Fortlaufende Messung**

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [► Seite 25].
2. Nur bei neuen Sicherheitsmessleitungen: Führen Sie einen Nullabgleich durch [► Seite 27].
3. Kontaktieren Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitung mit den Messpunkten.
4. Drücken und halten Sie die Taste „R<sub>PE</sub>“ gedrückt, bis das Symbol „R<sub>PE</sub> LOCK“ eingeblendet wird.
5. Der gemessene Schutzleiterwiderstand R<sub>PE</sub> wird fortlaufend auf der Digitalanzeige angezeigt.
6. Um die fortlaufende Messung zu beenden, drücken Sie die Taste „R<sub>PE</sub>“.

## 5.5 Automatische PV-Messung durchführen

Bei der automatischen PV-Messung werden folgende Messungen durchgeführt:

- Messung der PV-Leerlaufspannung  $V_{OC}$
- Messung des PV-Kurzschlussstroms  $I_{SC}$
- Messung des Isolationswiderstands  $R_{ISO}$

Während der Isolationswiderstandsmessung wird der PV-Generator kurzgeschlossen. Die Messung erfolgt zwischen der roten 4 mm-Prüfbuchse „+“ und den kurzgeschlossenen PV-Prüfbuchsen.

### Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▶ Seite 24].
- Die DC-Polarität ist korrekt und die DC-Spannung liegt im Bereich zwischen 5 und 1 000 V.
- Zugehörige Messbereiche [▶ Seite 22]
- Stabile Strahlungsbedingungen
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen

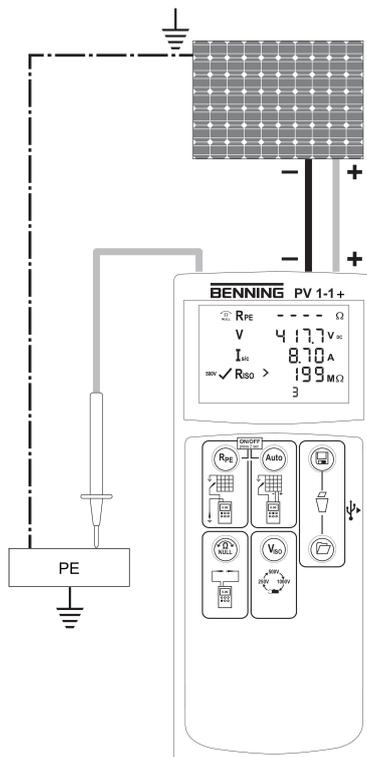


Abb. 5: Automatische PV-Messung

## Vorgehen

1. Schließen Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [► Seite 25].
2. Kontaktieren Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen mit dem einzelnen PV-Modul oder dem einzelnen PV-Strang.  
Stellen Sie sicher, dass die jeweiligen Sicherheitsmessleitungen sicher mit dem PV-Generator kontaktiert sind.  
Wenn DC-Spannung an den PV-Sicherheitsmessleitungen anliegt, erfolgt die Messung der PV-Leerlaufspannung automatisch.
3. Schließen Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung am Gerät an [► Seite 25].
4. Kontaktieren Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung mit einem Metallteil (Rahmen oder Montagesystem) des PV-Generators.  
Wenn der PV-Generator ordnungsgemäß geerdet ist, können Sie den Isolationswiderstand alternativ gegen eine sichere Erdverbindung (z. B. Potentialausgleichsschiene) messen.  
Wenn der PV-Generator nicht geerdet ist, messen Sie den Isolationswiderstand zuerst gegen ein Metallteil (Rahmen oder Montagesystem) des PV-Generators und anschließend gegen eine sichere Erdverbindung (z. B. Potentialausgleichsschiene).
5. Wählen die gewünschte Isolationsprüfspannung 250 V-DC, 500 V-DC oder 1 000 V-DC aus. Drücken Sie dazu die Taste „V<sub>ISO</sub>“, bis die gewünschte Isolationsprüfspannung auf der Digitalanzeige eingeblendet wird.
6. Starten Sie die automatische PV-Messung. Drücken Sie dazu die Taste „Auto“.  
Wenn die Messung abgeschlossen ist, werden die Messwerte für ca. 20 Sekunden oder bis zu einem Tastendruck auf der Digitalanzeige angezeigt.  
Wenn der gemessene Isolationswiderstand oberhalb der voreingestellten Grenzwerte liegt, erscheint auf der Digitalanzeige neben dem Messwert das Symbol „✓“. Wenn der Messwert unterhalb der Grenzwerte liegt, erscheint das Symbol „✗“.
7. Um den Messwert auf den nächsten freien Speicherplatz zu speichern, drücken Sie die Taste „Speichern“.

## 5.6 Gleich- und Wechselspannung messen

Über die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen können Sie Gleichspannung und Wechselspannung messen.

### Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [► Seite 24].
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Zugehörige Messbereiche [► Seite 22]

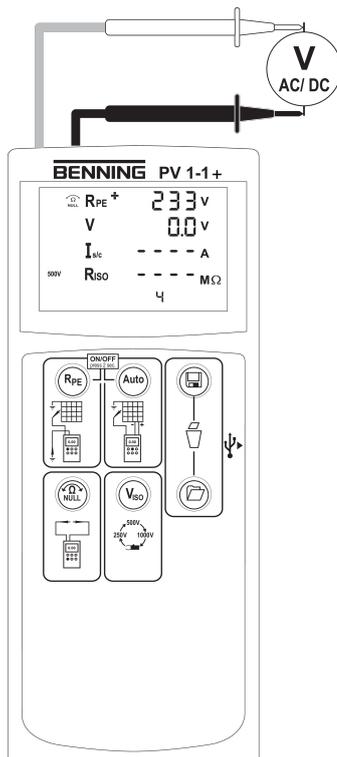


Abb. 6: Gleich- und Wechselspannungsmessung

### Vorgehen

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [► Seite 25].
2. Kontaktieren Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen mit den Messpunkten und lesen Sie den Messwert an der Digitalanzeige ab.
3. Um den Messwert auf den nächsten freien Speicherplatz zu speichern, drücken Sie die Taste „Speichern“.

## 5.7 Strom messen mit optionalem BENNING CC 3

Das Gerät kann mit dem optionalen AC- / DC-Stromzangenadapter BENNING CC 3 den Betriebsstrom einer PV-Anlage messen.

### Voraussetzungen

- BENNING CC 3 (optionales Zubehör)
- Beachten Sie die Angaben in der Bedienungsanleitung des BENNING CC 3.
- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [► Seite 24].
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Zugehörige Messbereiche [► Seite 22]

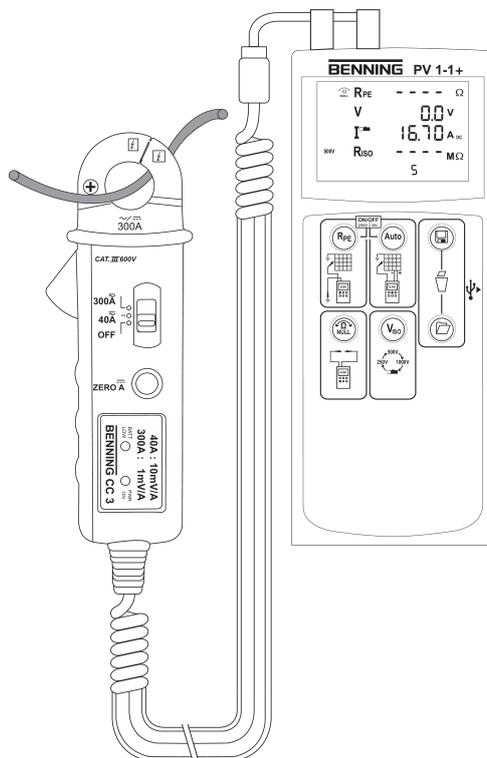


Abb. 7: Strommessung mit optionalem BENNING CC 3

### Vorgehen

1. Schließen Sie den BENNING CC 3 an die 4 mm-Prüfbuchsen des Geräts an.
2. Schalten Sie den BENNING CC 3 ein und stellen Sie den 40 A-Bereich ein.
3. Schalten Sie das Gerät ein und drücken Sie die Taste „V<sub>ISO</sub>“, bis das Symbol für die Stromzangenmessung eingeblendet wird.
4. Für Gleichstrommessungen (DC) drücken Sie die Taste „Nullabgleich“ am BENNING CC 3, bis auf der Digitalanzeige des Geräts ein Stromwert von ca. 0 A angezeigt wird.
5. Legen Sie den Stromzangenadapter um den einadrigen, stromdurchflossenen Leiter und lesen Sie den gemessenen Stromwert an der Digitalanzeige ab.
6. Um den aktuellen Messwert auf den nächsten freien Speicherplatz zu speichern, drücken Sie die Taste „Speichern“.

## 5.8 Mehrere identische PV-Module / PV-Stränge messen

Bei PV-Anlagen mit mehreren identischen PV-Modulen / Strängen können Sie die gemessenen Leerlaufspannungen und Kurzschlussströme im Messwertspeicher [▶ Seite 19] miteinander vergleichen.

### Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▶ Seite 24].
- Die DC-Polarität ist korrekt und die DC-Spannung liegt im Bereich zwischen 5 und 1 000 V.
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Zugehörige Messbereiche [▶ Seite 22]
- Stabile Strahlungsbedingungen
- Gelöschter Messwertspeicher [▶ Seite 19]

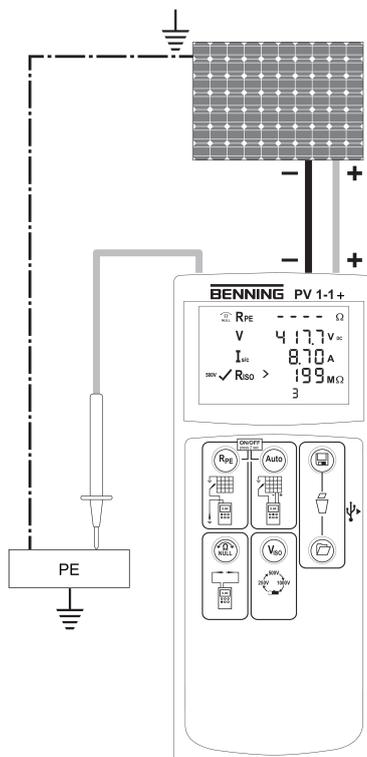


Abb. 8: Automatische PV-Messung

## Vorgehen

1. Schließen Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [► Seite 25].
2. Kontaktieren Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen mit dem ersten PV-Strang des PV-Generators.  
Stellen Sie sicher, dass die jeweiligen Sicherheitsmessleitungen sicher mit dem PV-Generator kontaktiert sind.  
Wenn DC-Spannung an den PV-Sicherheitsmessleitungen anliegt, erfolgt die Messung der PV-Leerlaufspannung automatisch.
3. Schließen Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung am Gerät an [► Seite 25].
4. Kontaktieren Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung mit einem Metallteil (Rahmen oder Montagesystem) des PV-Generators.  
Wenn der PV-Generator ordnungsgemäß geerdet ist, können Sie den Isolationswiderstand alternativ gegen eine sichere Erdverbindung (z. B. Potentialausgleichsschiene) messen.  
Wenn der PV-Generator nicht geerdet ist, messen Sie den Isolationswiderstand zuerst gegen ein Metallteil (Rahmen oder Montagesystem) des PV-Generators und anschließend gegen eine sichere Erdverbindung (z. B. Potentialausgleichsschiene).
5. Wählen die gewünschte Isolationsprüfspannung 250 V-DC, 500 V-DC oder 1 000 V-DC aus. Drücken Sie dazu die Taste „V<sub>ISO</sub>“, bis die gewünschte Isolationsprüfspannung auf der Digitalanzeige eingeblendet wird.
6. Starten Sie die automatische PV-Messung. Drücken Sie dazu die Taste „Auto“.
7. Um den Messwert auf den nächsten freien Speicherplatz zu speichern, drücken Sie die Taste „Speichern“.
8. Wiederholen Sie das Vorgehen für alle identischen PV-Stränge.  
Nach Abschluss der Prüfung können Sie im Messwertspeicher überprüfen, ob die Messwerte identisch sind und innerhalb der maximalen Abweichung von 5 % liegen.

## 5.9 BENNING SUN 2 (optional)

### 5.9.1 Gerät mit BENNING SUN 2 koppeln

#### Voraussetzungen

- BENNING SUN 2 (optionales Zubehör)
- Beachten Sie die Angaben in der Bedienungsanleitung des BENNING SUN 2.
- Keine elektrischen Geräte in unmittelbarer Umgebung

#### Vorgehen

1. Schalten Sie das Gerät und das BENNING SUN 2 aus.
2. Drücken und halten Sie gleichzeitig die beiden Tasten „Temperatur“ und „Neigungswinkel“ am BENNING SUN 2 sowie die beiden Tasten „R<sub>PE</sub>“ und „Auto“ am Gerät für ca. 2 Sekunden gedrückt, bis diese gekoppelt sind.  
Das Gerät signalisiert die erfolgreiche Kopplung über einen Signalton und blendet in der Digitalanzeige die Seriennummer des gekoppelten BENNING SUN 2 sowie das Symbol „W / m<sup>2</sup>“ ein. Die Kopplung bleibt bis zur Entkopplung bestehen.

## 5.9.2 Gerät vom BENNING SUN 2 entkoppeln

### Voraussetzungen

- Gekoppeltes BENNING SUN 2 (optionales Zubehör) [► Seite 35]

### Vorgehen

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Drücken und halten Sie gleichzeitig die beiden Tasten „R<sub>PE</sub>“ und „Auto“ am Gerät für ca. 10 Sekunden gedrückt, bis das BENNING SUN 2 entkoppelt ist.

Das Gerät signalisiert die erfolgreiche Entkopplung über einen Signalton und blendet in der Digitalanzeige die Seriennummer des zuvor gekoppelten BENNING SUN 2 sowie das Symbol „W / m<sup>2</sup>“ aus.

### 5.9.3 Funkübertragung des BENNING SUN 2 aktivieren oder deaktivieren

#### Voraussetzungen

- Gekoppeltes BENNING SUN 2 (optionales Zubehör) [▶ Seite 35]

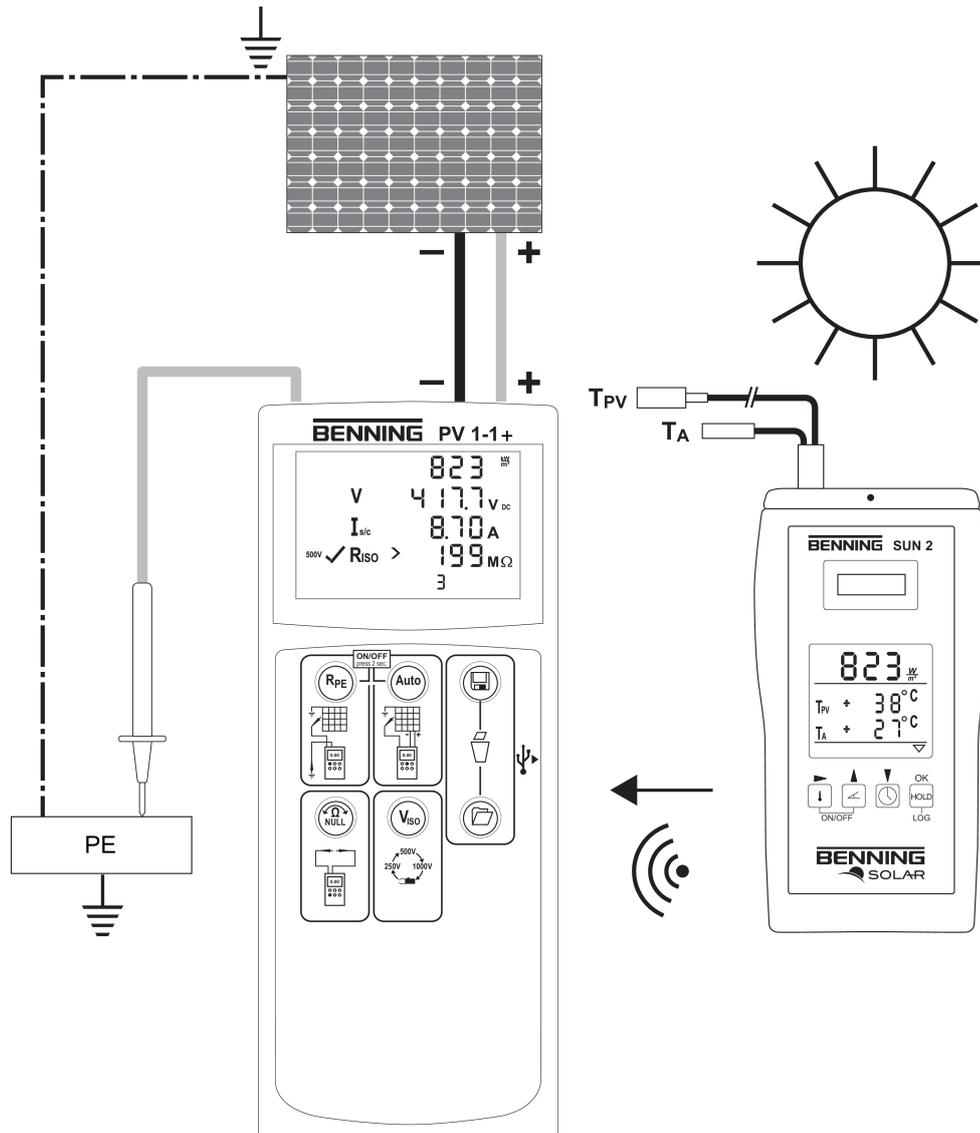


Abb. 9: Funkverbindung zum BENNING SUN 2

#### Vorgehen

Drücken und halten Sie gleichzeitig die beiden Tasten „Temperatur“ und „HOLD“ am BENNING SUN 2 gedrückt, bis die Funkübertragung aktiviert bzw. deaktiviert ist.

Das BENNING SUN 2 signalisiert eine aktivierte Funkübertragung durch ein blinkendes Dreieck auf der Digitalanzeige.

# 6 Instandhalten

Das Batteriefach darf für Wartungsarbeiten geöffnet werden. Ansonsten gibt es im Gerät keine Komponenten, die Sie austauschen können.



## ⚠️ WARNUNG

### Öffnen des Geräts

Lebensgefahr oder schwere Verletzungen sind durch Kontakt mit hoher elektrischer Spannung beim Öffnen des Geräts möglich. Das Gerät kann beschädigt werden.

- Machen Sie das Gerät vor dem Öffnen des Batteriefachs spannungsfrei.
- Öffnen Sie nicht das Gerät (Batteriefach ausgenommen).
- Wenden Sie sich für Reparaturen an Ihren Händler oder das Retourenmanagement [▶ Seite 9].

## 6.1 Wartungsplan

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über alle Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, die Sie dauerhaft oder in regelmäßigen Abständen durchführen müssen.

Intervall	Maßnahmen
Regelmäßig, bei Bedarf	• Gerät reinigen [▶ Seite 39]
Bei Bedarf	• Batterien wechseln [▶ Seite 40]
Alle 12 Monate	• Gerät kalibrieren [▶ Seite 41]

Tab. 14: Wartungsplan

## 6.2 Spannungsfreiheit herstellen

Wenn Sie das Batteriefach für Instandhaltungsarbeiten öffnen wollen, müssen Sie das Gerät vorher spannungsfrei machen.

### Vorgehen

1. Entfernen Sie das Gerät von der Messstelle.
2. Entfernen Sie die Sicherheitsmessleitungen vom Gerät.
3. Schalten Sie das Gerät aus.

## 6.3 Gerät reinigen

Reinigen Sie das Gerät regelmäßig und bei Bedarf. Achten Sie darauf, dass das Batteriefach und die Batteriekontakte nicht durch auslaufendes Batterie-Elektrolyt verunreinigt werden.

### Voraussetzungen

- Sauberes und trockenes Tuch oder spezielles Reinigungstuch
- Spannungsfreies Gerät [► Seite 38]



### ACHTUNG

#### Falsche Reinigungsmittel

Durch die Verwendung falscher Reinigungsmittel kann das Gerät beschädigt werden.

- Verwenden Sie keine Lösungs-, Scheuer- oder Poliermittel.

### Vorgehen

1. Reinigen Sie das Gerät äußerlich mit einem sauberen und trockenen Tuch oder einem speziellen Reinigungstuch.
2. Kontrollieren Sie das Batteriefach. Beachten Sie zum Öffnen und Schließen des Batteriefachs das Vorgehen im Kapitel „Batterien wechseln“ [► Seite 40].
3. Wenn Elektrolytverunreinigungen oder weiße Ablagerungen im Bereich der Batterien oder des Batteriefachs vorhanden sind, reinigen Sie die Batterien und diese Bereiche mit einem sauberen und trockenen Tuch. Falls erforderlich, wechseln Sie die Batterien [► Seite 40].

## 6.4 Batterien wechseln

Das Gerät wird durch Batterien gespeist. Wenn die Batterien entladen sind, wechseln Sie diese.

### Voraussetzungen

- Entladene Batterien im Gerät (Batteriesymbol auf der Digitalanzeige ist dauerhaft eingeblendet)
- 6 neue 1,5 V-Mignon-Batterien (AA)
- Spannungsfreies Gerät [► Seite 38]
- Passender Schlitzschraubendreher

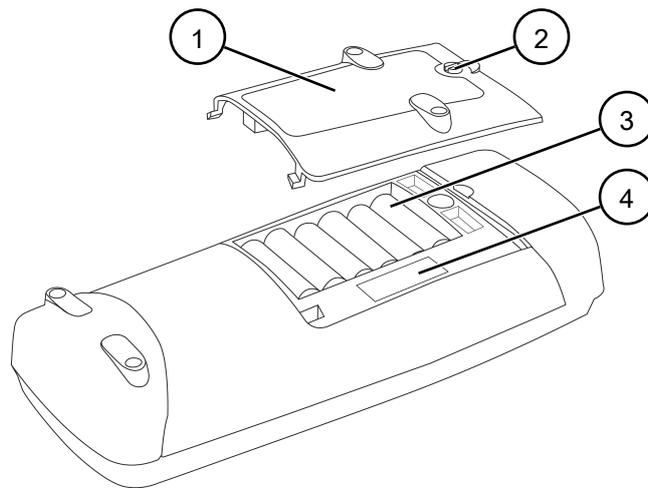


Abb. 10: Batteriewechsel (beispielhaft)

1	Batteriedeckel	2	Schlitzschraube zur Öffnung des Batteriedeckels
3	Batterien	4	Sicherung

### Vorgehen

1. Legen Sie das Gerät auf die Vorderseite (rutschfester Untergrund).
2. Lösen Sie die Schraube des Batteriedeckels.
3. Heben Sie den Batteriedeckel vom Gerät ab.
4. Entnehmen Sie die entladenen Batterien aus dem Batteriefach und entsorgen Sie diese ordnungsgemäß [► Seite 44].
5. Setzen Sie die neuen Batterien polrichtig in das Batteriefach ein.
6. Setzen Sie den Batteriedeckel wieder ein und ziehen Sie die Schraube an.

## 6.5 Gerät kalibrieren

Benning garantiert die Einhaltung der in dieser Bedienungsanleitung aufgeführten technischen Spezifikationen und Genauigkeitsangaben für das erste Jahr nach dem Auslieferungsdatum.

Um die angegebenen Genauigkeiten der Messergebnisse zu erhalten, lassen Sie das Gerät jährlich durch den BENNING Service [► Seite 9] kalibrieren.

<http://calibration.benning.de>



## 6.6 Sicherung wechseln

Das Gerät wird durch eine Sicherung vor Überlast geschützt. Wenn die Sicherung defekt ist, wechseln Sie diese.

### Voraussetzungen

- Defekte Sicherung im Gerät  
Der Fehlercode „FUSE“ [► Seite 21] weist auf eine defekte Sicherung hin.
- Geöffneter Batteriedeckel (beachten Sie dazu das Vorgehen zum Batterien wechseln [► Seite 40])
- Neue Sicherung vom Typ F 500 mA, 1 000 V, 1 kA oder besser,  $d = 6,3 \text{ mm}$ ,  $l = 32 \text{ mm}$ , (z. B. Artikelnummer: 749771)
- Spannungsfreies Gerät [► Seite 38]
- Passender Schlitzschraubendreher
- Beachten Sie die Abbildung zum Batteriewechsel [► Seite 40].

### Vorgehen

1. Heben Sie ein Ende der defekten Sicherung seitlich mit einem Schlitzschraubendreher aus dem Sicherungshalter.
2. Entnehmen Sie die defekte Sicherung aus dem Sicherungshalter und entsorgen Sie diese ordnungsgemäß [► Seite 44].
3. Setzen Sie die neue Sicherung ein und ordnen Sie diese mittig im Sicherungshalter an.
4. Setzen Sie den Batteriedeckel wieder ein und ziehen Sie die Schraube an.

# 7 Technische Daten

Schutzklasse	II (doppelte oder verstärkte Isolierung)
Verschmutzungsgrad	2
Schutzart (DIN VDE 0470-1, IEC / EN 60529)	IP 40 1. Kennziffer: 4 = Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Bauteilen und Schutz gegen feste Fremdkörper (>1,0 mm Durchmesser) 2. Kennziffer: 0 = Kein Wasserschutz
Überspannungskategorie	<ul style="list-style-type: none"> <li>PV-Prüfbuchsen: CAT I 1 000 V gegen Erde</li> <li>4 mm-Prüfbuchsen: CAT I 1 000 V, CAT III 300 V gegen Erde</li> </ul>
Gehäuseabmessungen (Länge x Breite x Höhe)	270 mm x 115 mm x 80 mm
Gewicht (mit Batterien)	1,2 kg
Lebensdauer der Batterien (Alkalibatterien)	Ca. 3 000 automatische Messungen bei einer Isolationsspannung von 500 V
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	IEC / DIN EN 61326
<b>4 mm-Sicherheitsmessleitungen</b>	
Norm	IEC / DIN EN 61010-031 (VDE 0411-031)
Überspannungskategorie (gilt nur für die Sicherheitsmessleitungen, beachten Sie zusätzlich die Einschränkungen des Geräts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit Aufsteckkappe:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>CAT III 1 000 V gegen Erde</li> <li>CAT IV 600 V gegen Erde</li> </ul> </li> <li>Ohne Aufsteckkappe:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>CAT II 1 000 V gegen Erde</li> </ul> </li> </ul>
Schutzklasse	II (doppelte oder verstärkte Isolierung)
Verschmutzungsgrad	2
Maximaler Bemessungsstrom	10 A
Länge	1,2 m
<b>PV-Sicherheitsmessleitungen</b>	
Überspannungskategorie (gilt nur für die Sicherheitsmessleitungen, beachten Sie zusätzlich die Einschränkungen des Geräts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAT I 1 000 V gegen Erde</li> </ul>
Schutzklasse	II (doppelte oder verstärkte Isolierung)
Verschmutzungsgrad	2
Maximaler Bemessungsstrom	15 A
Länge	0,5 m
<b>Betrieb</b>	
Betriebsdauer	Kurzzeitiger Einsatz (kein Dauerbetrieb)
Maximale barometrische Höhe	2 000 m
Betriebstemperatur	0 ... 40 °C (vermeiden Sie dauernde Sonneneinstrahlung)
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	80 % RH (0 ... 30 °C), 75 % RH (31 ... 40 °C)
Betriebsbedingungen	Verwendung innerhalb oder außerhalb von Gebäuden jeweils in trockener Umgebung

<b>Einlagerung</b> (nehmen Sie die Batterien aus dem Gerät heraus)	
Umgebungstemperatur	-25 ... 65 °C (vermeiden Sie dauernde Sonneneinstrahlung)
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	90 % RH

*Tab. 15:* Technische Daten

## 8 Entsorgung und Umweltschutz



Unter B2B-Geräte fallen Elektro- und Elektronikgeräte, die wegen ihres Verwendungszwecks, besonderer Voraussetzungen für ihren Einsatz (z. B. qualifiziertes Fachpersonal) oder aufgrund ihrer Größe ausschließlich für gewerbliche Zwecke vorgesehen sind.

B2B-Geräte dürfen nicht über die kommunalen Sammel- und Rücknahmestellen entsorgt werden. Bei Fragen zur Rücknahme Ihrer B2B-Geräte wenden Sie sich bitte direkt an [recycling@benning.de](mailto:recycling@benning.de).

# Stichwortverzeichnis

## A

APO	26
Ausschalten	18
Auto-Power-Off	26

## B

Batterie	
Wechseln	40
Bedienen	24
BENNING PV 1-1+	7
BENNING SUN 2	22
Entkoppeln	36
Funkübertragung	37
Koppeln	35
Bestimmungsgemäße Verwendung	12

## C

Copyright	2
-----------	---

## D

Datenlogger	
Installieren	20
Datum	18
Einstellen	26
Synchronisation	22
Digitalanzeige	17
Symbole (Messfunktionen)	18
Symbole (Warnungen)	17
Dokumentation	2

## E

Einschalten	18
Entsorgung	44

## F

Fehlermeldungen	21
-----------------	----

## G

Gerät	
Kalibrieren	41
Reinigen	39
Sicherstellen	14
Geräteaufbau	16
Geräterückseite	16
Gewährleistung	12
Gleichbehandlung	2
Gleichspannung	32
Grenzwerte	
Isolationswiderstand	23
Grundkenntnisse	7

## H

Haftungsausschluss	2, 12
Hersteller	2
Historie	8

## I

Instandhalten	38
---------------	----

## K

Kalibrieren	41
-------------	----

## L

Lieferumfang	15
--------------	----

## M

Messbereich	
Isolationswiderstand	23
Kurzschlussstrom	23
Leerlaufspannung	23
Schutzleiterwiderstand	22
Spannung	23
Strom	23
Messgenauigkeit	22
Messung	
Voraussetzungen	24
Messwerte	
5 %-Abweichung	19
Aufrufen	19
Speichern	19
Über USB-Schnittstelle auslesen	20
Messwertspeicher	19
5 %-Abweichung	19
Löschen	19
Mittelwert	
Aufrufen	19

## N

Normen	10
Nullabgleich	27

## P

Prüfung	
Voraussetzungen	24
PV 1-1+	7
PV-Messung	

Automatisch	30
Mehrere identische PV-Module	34
Mehrere identische PV-Stränge	34
<b>R</b>	
Rechtsinhaber	2
Reinigen	39
Retourenmanagement	9
Rücksendeadresse	9
<b>S</b>	
Schutzleiterwiderstand	
Einzelmessung	28
Fortlaufende Messung	29
Service & Support	
Technischer Support	9
Sicherheitsmessleitungen	
Anschließen	25
Sicherstellen	14
Sicherung	
Wechseln	41
Spannungsfreiheit	38
Strommessung	
BENNING CC 3	33
SUN 2	22
Entkoppeln	36
Funkübertragung	37
Koppeln	35
Symbole	
Bedienungsanleitung	11
Gerät	11
<b>T</b>	
Technische Daten	42
Technischer Support	9
Treiber	
Installieren	20
<b>U</b>	
Uhrzeit	18
Einstellen	26
Synchronisation	22
Umweltschutz	44
<b>W</b>	
Warenzeichen	8
Warnhinweiskonzept	10
Wartungsplan	38
Wechselspannung	32
Weitere Informationen	7
<b>Z</b>	
Zielgruppe	7
Zubehör	15
Zweck der Bedienungsanleitung	8



# BENNING

BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG  
Münsterstraße 135 - 137  
D - 46397 Bocholt  
Telefon: +49 2871 93-0 Telefax: +49 2871 93-429  
Internet: [www.benning.de](http://www.benning.de) E-Mail: [duspol@benning.de](mailto:duspol@benning.de)

Text und Abbildungen entsprechen dem technischen Stand bei Drucklegung. Technische Änderungen vorbehalten. Keine Haftung für Druckfehler.