BENNING

Bedienungsanleitung

Deutsche Originalversion

Operating manual

Translation of the German original version



BENNING PV 125

5361 / 11/2025 de_en

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

Internet: www.benning.de

Handelsregister Coesfeld HRA-Nr. 4661

Urheberrecht

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

1 Einleitung 7
1.1 Namenskonvention 7
1.2 Allgemeine Hinweise 8
1.3 Historie 8
1.4 Service & Support 9

2 Sicherheit 10
2.1 Warnhinweiskonzept 10
2.2 Normen 10
2.3 Verwendete Symbole 11
2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung 12
2.5 Besondere Gefahrenarten 14

3 Lieferumfang 15

4 Gerätebeschreibung 16
4.1 Geräteaufbau 16
4.2 Aufbau der Digitalanzeige 17
4.3 Menü 19
4.4 Funktionen 19
4.4.1 Automatische Messungen durchführen 20
4.4.2 Manuelle Messungen durchführen 20
4.4.3 Speicherverwaltung 21
4.4.3.1 Datensatz speichern und Referenz hinzufügen 21
4.4.3.2 Messungen anzeigen 21
4.4.3.3 Messungen löschen 22
4.4.3.4 Standardwerte zurücksetzen 22
4.4.4 BENNING SUN 3 23
4.4.5 BENNING CM 3-PV 23
4.5 Messbereiche 24
4.5.1 Widerstandsbereiche 24
4.5.2 Spannungsbereiche 25
4.5.3 Strombereiche 25
4.5.4 Leistungsbereiche 26

5 Bedienen 27
5.1 Konfigurieren 27
5.1.1 Sprache wählen 27
5.1.2 Datum und Uhrzeit einstellen 27
5.1.3 Abschaltzeit einstellen 28
5.1.4 Displayeinstellungen einstellen 28
5.1.5 Gerät mit BENNING CM 3-PV (optional) koppeln 28

5.1.6 Gerät mit BENNING SUN 3 (optional) koppeln ... 29
5.2 Voraussetzungen für Prüfungen und Messungen ... 31
5.3 Sicherheitsmessleitungen anschließen ... 32
5.4 Manuelle Messungen ... 33
5.4.1 Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom messen ... 33
5.4.2 Isolationswiderstand messen (Punkt zu Punkt) ... 34
5.4.3 Betriebsstrom und Betriebsleistung messen ... 35
5.4.4 Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durchführen ... 37
5.4.5 Schutzleiterwiderstand messen ... 38
5.5 Automatische Messungen ... 39
5.5.1 Strang prüfen ... 39
5.5.2 DC-Leistung messen ... 40
5.5.3 Rpe Durchgang messen ... 40
5.6 Messungen über BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) dokumentieren ... 41

6 Instandhalten ... 42
6.1 Wartungsplan ... 42
6.2 Spannungsfreiheit herstellen ... 42
6.3 Gerät reinigen ... 43
6.4 Batterie wechseln oder aufladen ... 44
6.5 Gerät kalibrieren ... 45
6.6 Firmware aktualisieren ... 45

7 Technische Daten ... 46

8 Entsorgung und Umweltschutz ... 47

9 Anhang ... 48
9.1 Störungssuche ... 48

Stichwortverzeichnis ... 49

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Geräteaufbau BENNING PV 125 16
Abb. 2 Geräteoberseite 16
Abb. 3 Digitalanzeige 17
Abb. 4 Funkverbindung zu BENNING SUN 3 30
Abb. 5 Leerlaufspannungs- und Kurzschlussstrommessung 33
Abb. 6 Riso-Messung (Punkt zu Punkt) 34
Abb. 7 Betriebsstrom- und Betriebsleistungsmessung mit BENNING CM 3-PV 36
Abb. 8 Nullabgleich der 4 mm- Sicherheitsmessleitungen 37
Abb. 9 Schutzleiter-Widerstandsmessung 38
Abb. 10 Strang-Prüfung 39

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Historie ... 8
Tab. 2 Symbole auf dem Gerät ... 11
Tab. 3 Symbole in der Bedienungsanleitung ... 12
Tab. 4 Symbole in der Kopfzeile ... 17
Tab. 5 Navigationstasten ... 18
Tab. 6 Funktionstasten ... 18
Tab. 7 Symbole zu automatischen Messungen ... 20
Tab. 8 Messbereich zur Messung des Schutzleiterwiderstands RPE ... 24
Tab. 9 Messgenauigkeit und Auflösung in Abhängigkeit vom Messbereich des Isolationswiderstands RISO ... 24
Tab. 10 Voreingestellte Grenzwerte des Isolationswiderstands ... 24
Tab. 11 Messbereiche des Isolationswiderstands RISO in der automatischen Messung „Strang-Prüfung“ ... 25
Tab. 12 Messbereiche des Isolationswiderstands RISO in der manuellen Messung „Riso Isolation“ ... 25
Tab. 13 Messbereich zur Messung der Leerlaufspannung UOC des PV-Moduls / PV-Strangs und Spannung ... 25
Tab. 14 Messbereich zur Messung des Kurzschlussstroms ISC des PV-Moduls oder PV-Strangs ... 25
Tab. 15 Messbereich zur Strommessung über das TRUE RMS Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV (optional) ... 26
Tab. 16 Messbereich zur Leistungsmessung des PV-Moduls / PV-Strangs ... 26
Tab. 17 Wartungsplan ... 42
Tab. 18 Technische Daten ... 46
Tab. 19 Mögliche Fehlermeldungen und deren Abhilfemaßnahmen ... 48

1 Einleitung

Der beschriebene batteriebetriebene Photovoltaik-Installationstester BENNING PV 125, im Folgenden nur noch „Gerät“ genannt, ist für folgende Prüfungen geeignet:

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) mit Prüfverfahren Kategorie 1

Das Gerät ermöglicht Ihnen die Durchführung der folgenden Prüfungen und Messungen:

- Schutzleiterwiderstands-Messung mit 200 mA-DC Prüfstrom
- Automatische Anzeige der Spannungspolarität
- Leerlaufspannungs-Messung am PV-Modul / PV-Strang bis 1 500 V-DC
- Kurzschlussstrom-Messung am PV-Modul / PV-Strang bis 25 A-DC
- Isolationswiderstandsmessung mit Prüfspannung 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC oder 1 500 V-DC
- Betriebsstrom- und Betriebsleistungsmessung mit optionalem TRUE RMS Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV bis 400 A-DC / 600 kW
- Messung der solaren Einstrahlung, PV-Modul- und Umgebungstemperatur mit optionalem Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 3

Weitere Informationen

http://tms.benning.de/pv125

Im Internet direkt unter dem angegebenen Link oder unter 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 Namenskonvention

Batterie

Der Begriff „Batterie“ wird in dieser Bedienungsanleitung allgemein für die Bezeichnung von Akkumulatoren verwendet.

1.2 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.

1.3 Historie

Ausgabestand	Neuerungen
11/2025	• Erstausgabe

Tab. 1: Historie

1.4 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 Richtlinien und Normen hergestellt und geprüft.

- 2014/30/EU
- 2014/35/EU
- 2014/53/EU
- IEC / DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)
- IEC / DIN EN 61010-2-034 (VDE 0411-2-034)
- IEC / DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1)
- 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)
- DIN EN 300 220-2
- DIN EN 301 489-3

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 eingesetzte Batterie hin.
	Das Symbol weist auf eine eingebaute Sicherung hin.
	(DC) Gleichspannung oder Gleichstrom
	(AC) Wechselspannung oder Wechselstrom
	Erde (Spannung gegen Erde)
	Bluetooth®-Schnittstelle für Datenaustausch
	Dokumentations- und Protokollerstellung über BENNING Test Equipment Cloud (BTEC)
	Am Gerät dürfen keine Spannungen >1 650 V anliegen.

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:

- Das Gerät darf ausschließlich durch ausgebildetes Fachpersonal gemäß beschriebener Gerätespezifikation eingesetzt werden. Bewerten Sie vor der Messung die Bedingungen an der Messstelle. Wenn die Gefahr einer Verletzung besteht, verwenden Sie persönliche Schutzausrüstung.
- Das Personal muss für die jeweilige Aufgabenstellung qualifiziert sein.
- Beachten Sie einschlägige Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz.
- 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.
  Ausnahme bei Leistungs- und Strommessung über BENNING CM 3-PV: Der PV-Generator muss mit dem Wechselrichter verbunden 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 1 500 V und den maximalen Kurzschlussstrom von 25 A nicht überschreiten darf.
- Verwenden Sie die 4 mm-Messbuchsen nur in Stromkreisen bis zur Überspannungskategorie III mit maximal 1 500 V oder der Überspannungskategorie IV mit maximal 1 000 V Leiter gegen Erde.
- 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. Empfohlen wird, die Prüfungen und Messungen nur am einzelnen PV-Strang durchzuführen.
- Leistungsstarke PV-Generatoren mit hohen Kapazitäten können die Maximalwerte der messbaren Leerlaufspannung des Geräts reduzieren. Im Falle zu hoher Kurzschlussströme schützt sich das Gerät vor Überlastung und verweigert die Messung. Weitere Informationen finden Sie unter https://tms.benning.de/pv-info
- Verwenden Sie das Gerät nur in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand. Überprüfen Sie das Gerät vor jeder Inbetriebnahme auf Beschädigungen.
- Beachten Sie, dass das Gerät nicht für den Dauerbetrieb ausgelegt ist. 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.
- Berühren Sie während Prüfungen und Messungen keine Metallteile des Prüfobjekts.
- Verwenden Sie geeignete (zugelassene) Sicherheitsmessleitungen.
- Verwenden Sie das Gerät nur in trockener Umgebung.
- Verwenden Sie das Gerät nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.
- Prüfen Sie vor der Messung, ob die Batterie ausreichend geladen ist, um eine Gefährdung durch Fehlmessungen zu vermeiden.
- Batterie:
  - Verwenden Sie nur die mitgelieferte Batterie und Ladeschale oder die jeweiligen Originalersatzteile.
  - Prüfen Sie die Batterie auf Undichtigkeiten und Beschädigungen.
  - Verwenden und laden Sie die Batterie nur im unbeschädigten Zustand. Bei beschädigter Batterie besteht Explosions- und Brandgefahr.
  - Verwenden Sie das Gerät nur mit verschraubtem Batteriedeckel.



⚠ 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.
- 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 Photovoltaik-Installationstester BENNING PV 125 (Artikelnummer: 10241491)
- 1 x 4 mm Messleitungsset (l = 1,5 m) mit Prüfspitze und Krokodilklemme (gelb, schwarz, rot, Artikelnummer: 11005062)
- 1 x PV-Messleitungsset MC4-kompatibel (gelb, schwarz, Artikelnummer: 11005068)
- 1 x Ladeschale PV 125 / PV 225 (Artikelnummer: 11005060)
- 1 x Li-Ionen Akkupack PV 125 / PV 225 (11,55 V, 2 930 mAh, Artikelnummer: 11005059)
- 1 x Transport- und Aufbewahrungstasche (Artikelnummer: 10056269)
- 1 x Bedienungsanleitung
- 1 x Prüfprotokoll

Optionales Zubehör

- Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV (Artikelnummer: 11001235)
  - Gleich- und Wechselstrommessbereich (Zange): 10 mA … 400 A
- Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 3 (Artikelnummer: 11001143)
  - Messbereich solare Einstrahlung: 100 ... 1 500 W/m²
  - Temperaturmessbereich: -30 ... 125 °C
- Saugnapf-Temperaturfühler für das BENNING SUN 2 / 3 zur Befestigung an der PV-Modulrückseite (Artikelnummer: 050424)
- PV-Modulhalterung für das BENNING SUN 2 / 3 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
- PV-Messleitungsset mit Y-Adapter zur Leistungsmessung, MC4-kompatibel (gelb, schwarz, Artikelnummer: 11005076)
- 1 x Li-Ionen Akkupack PV 125 / PV 225 (11,55 V, 2 930 mAh, Artikelnummer: 11005059)

4 Gerätebeschreibung

4.1 Geräteaufbau

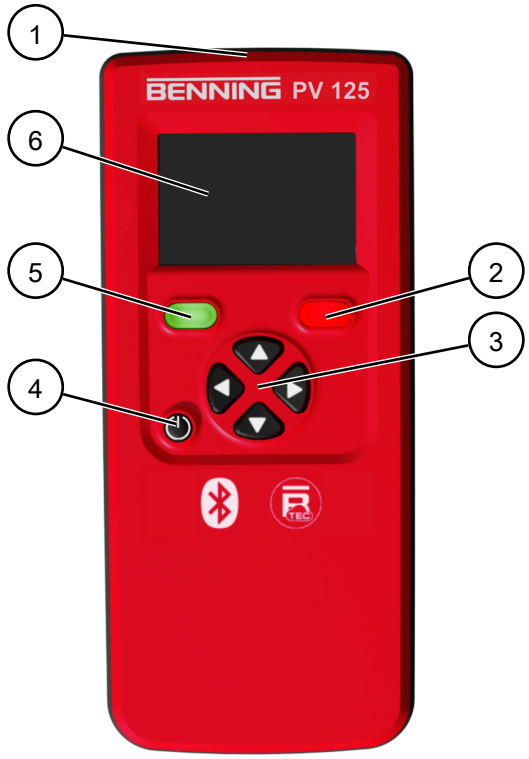


Abb. 1: Geräteaufbau BENNING PV 125

1	Geräteoberseite	2	Funktionstaste 2
3	Navigationstasten	4	Ein/Aus-Taste
5	Funktionstaste 1	6	Digitalanzeige

Geräteoberseite



Abb. 2: Geräteoberseite

1	Schwarze Messbuchse „-“
2	Gelbe Messbuchse „+“
3	Rote Messbuchse „R_{ISO}“

Geräterückseite

- Batteriefach
- Hinweise und Informationen zum Gerät
- Seriennummer

4.2 Aufbau der Digitalanzeige

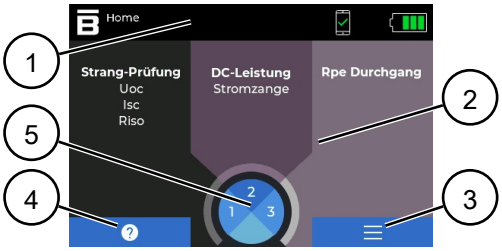


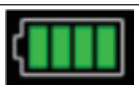
Abb. 3: Digitalanzeige

1	Kopfzeile	2	Anzeigebereich (Menü, Texte und Messergebnisse)
3	Funktion der 2. Funktionstaste	4	Funktion der 1. Funktionstaste
5	Funktionen der Navigationstasten		

Kopfzeile

In der Kopfzeile sind verschiedene Informationen dargestellt. Inhalt der Kopfzeile:

- Aktuelles Menü
- Gefährliche Spannungen
- Verbleibende Batterieladung
- Verbundene Geräte

Symbol	Bedeutung
	Die Kontrollanzeige wird eingeblendet, wenn das Gerät das Anliegen einer gefährlichen Spannung erkennt (>30 V).
	Status der Batterieladung: Jeder Balken entspricht 25 % der verbleibenden Ladung. Die Farbe der Balken hängt von der Ladung ab. 1 Balken: rot 2 Balken: gelb >2 Balken: grün
	Das Gerät ist mit einem Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 3 verbunden.
	Das Gerät ist über die Bluetooth®-Schnittstelle mit einem mobilen Gerät verbunden.

Tab. 4: Symbole in der Kopfzeile

Navigationstasten

Wenn Navigationstasten mit einer Funktion belegt sind, zeigt die Digitalanzeige diese an. Drücken Sie die entsprechende Navigationstaste, um diese Funktion auszuführen.

Symbol	Bedeutung
	Führt die angezeigten Cursorbewegungen zur Dateneingabe, Navigation in einem Menü oder Bewegung innerhalb einer Seite aus.
	Wählt auf dem Startbildschirm (Home) die gespeicherten automatischen Messungen.
	Wählt vor Beginn einer Isolationswiderstandsmessung die angewendete Prüfspannung. Folgende Prüfspannungen sind möglich: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC, 1 500 V-DC. Bei der Strang-Prüfung gibt es zusätzlich die Option „Überspringen“. Wenn „Überspringen“ gewählt wird, wird die Isolationswiderstandsmessung nicht durchgeführt.
	Löscht alle markierten Elemente oder Ergebnisse aus den Menüs zur Speicherverwaltung.
	Wählt die gewünschte Option im Menü „Standardwerte zurücksetzen“ aus und übernimmt diese.

Tab. 5: Navigationstasten

Funktionstasten

Wenn Funktionstasten mit einer Funktion belegt sind, zeigt die Digitalanzeige diese an. Drücken Sie die entsprechende Funktionstaste, um diese Funktion auszuführen.

Je nach Funktion leuchten die Funktionstasten in verschiedenen Farben.

- Blau: Ausführung einer Funktion
- Grün: Start eines Tests
- Rot: Abbruch eines Tests

Symbol	Bezeichnung	Beschreibung
	Home	Wechselt zum Startbildschirm
	Menü	Öffnet das Hauptmenü
	Zurück	Wechselt zum vorherigen Bildschirm
	Übernehmen	Bestätigt die ausgewählte Aktion
	Test starten	Startet einen Test oder eine automatische Messung
	Speichern	Speichert Testdetails einschließlich der Ergebnisse.
	Info	Blendet Informationen zur Hardware und Firmware des Geräts ein
	Suchen	Sucht das zu koppelnde BENNING CM 3-PV im Menüpunkt „Mit Stromzange koppeln“

Tab. 6: Funktionstasten

4.3 Menü

Drücken Sie die Funktionstaste „Menü“ ☰ , um das Hauptmenü zu öffnen. Anschließend können Sie mit den Navigationstasten durch das Menü navigieren.

Menüstruktur

Hauptmenü
- > Speicherverwaltung
  - > Messungen anzeigen
  - > Messungen löschen
  - > Standardwerte zurücksetzen
    - > Speicher löschen
    - > Standardeinstellungen
- > Allg. Einstellungen
  - > Datum/Uhrzeit
  - > Displayeinstellungen
    - > Hintergrundbel. aus
    - > Schieberegler für Displayhelligkeit
  - > Abschaltautomatik
    - > Abschaltzeit
  - > Sprache
- > Manuelle Messung
  - > Stromzange
  - > Rpe Durchgang
  - > Riso Isolation
  - > PV-Spannung
- > Geräteverbindungen
  - > Mit Stromzange koppeln
  - > Mit Einstrahlungsmessgerät koppeln

4.4 Funktionen

Ein- und Ausschalten

Um das Gerät ein- oder auszuschalten, halten Sie die Ein/Aus-Taste für ca. 2 s gedrückt.

Das Gerät schaltet sich nach der eingestellten Abschaltzeit selbsttätig aus (Abschaltautomatik). Sie können Abschaltzeiten von 3 bis 15 min wählen oder diese deaktivieren.

Datum und Uhrzeit

Datum und Uhrzeit sind werkseitig voreingestellt. Sie können Datum und Uhrzeit auch manuell eingeben [▷ Seite 27]. Bei Verbindung mit der BTEC-App synchronisiert sich die Uhrzeit im Gerät automatisch mit der Uhrzeit des mobilen Geräts.

4.4.1 Automatische Messungen durchführen

Sie können automatische Messungen über den Startbildschirm (Home) starten [▷ Seite 39]. Mit dieser Funktion führen Sie Messungen über vordefinierte Prüfpläne nacheinander aus. Automatische Messungen können Sie speichern.

AC/DC-Spannungen an der schwarzen Messbuchse „-“ und gelben Messbuchse „+“ werden automatisch angezeigt.

Voraussetzungen

- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messungen [▷ Seite 31].

Vorgehen

1. Wählen Sie die gewünschte automatische Messung über die zugehörige Navigationstaste.
2. Drücken Sie die grün beleuchtete Funktionstaste „Test starten“ , um die automatische Messung zu starten. Nach jeder Messung wird das Messergebnis angezeigt. Sobald alle Messergebnisse angezeigt werden, ist der Prüfplan der automatischen Messung abgeschlossen.

Symbol	Bedeutung
	Test wird ausgeführt.
	Test wurde bestanden, sofern Grenzwerte existieren.
	Test wurde nicht bestanden, sofern Grenzwerte existieren. Oder Test wurde durch Drücken der Stopptaste abgebrochen.

Tab. 7: Symbole zu automatischen Messungen

4.4.2 Manuelle Messungen durchführen

Sie können alle Messungen als manuelle Messungen durchführen [▷ Seite 33]. Diese sind z. B. bei Diagnoseprüfungen erforderlich. Manuelle Messungen können Sie nicht speichern.

AC/DC-Spannungen an der schwarzen Messbuchse „-“ und gelben Messbuchse „+“ werden automatisch angezeigt. Ausnahme: Isolationswiderstandsmessung „Riso Isolation“

Voraussetzungen

- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messungen [▷ Seite 31].

Vorgehen

1. Drücken Sie die Funktionstaste „Menü“ .
2. Navigieren Sie zu „Manuelle Messung“ über die Navigationstasten.
3. Navigieren Sie zur gewünschten Messung und wählen Sie diese mit der Funktionstaste „Übernehmen“ .
4. Drücken Sie die grün beleuchtete Funktionstaste „Test starten“ , um die Messung zu starten.

   Nach der Messung wird das Messergebnis angezeigt.
5. Drücken Sie die blau beleuchtete Funktionstaste „Zurück“ , um zum vorherigen Bildschirm zurückzukehren.

4.4.3 Speicherverwaltung

4.4.3.1 Datensatz speichern und Referenz hinzufügen

Das Gerät kann bis zu 1 000 Datensätze speichern. Ein Datensatz enthält eine beliebige Kombination von Tests, die als Teil einer automatischen Messung durchgeführt wurden. Manuelle Messungen können Sie nicht speichern.

Voraussetzungen

- Die zu speichernde automatische Messung ist abgeschlossen.
- Sie kennen die benötigten Referenzdaten (Name des Objekts, Wechselrichter-ID und Strang-ID).

Vorgehen

1. Drücken Sie die blau beleuchtete Funktionstaste „Speichern“ zum Speichern der Messungen.

   Der Bildschirm „Benutzereingabe > Objekt“ öffnet sich.
2. Geben Sie den Objektnamen ein (Name oder Standort des Objekts) und speichern Sie diesen.

   Der Bildschirm „Benutzereingabe > Wechselrichter-ID“ öffnet sich.
3. Geben Sie die Wechselrichter-ID ein und speichern Sie diese.

   Der Bildschirm „Benutzereingabe > Strang-ID“ öffnet sich.
4. Geben Sie die Strang-ID ein und speichern Sie diese.

   Das erfolgreiche Speichern wir mit einer Meldung quittiert. Der Datensatz wurde angelegt.

4.4.3.2 Messungen anzeigen

Sie können sich alle Messungen anzeigen lassen.

Menü

- „Hauptmenü > Speicherverwaltung > Messungen anzeigen“

Voraussetzungen

- Sie haben mindestens eine Messung gespeichert.

Vorgehen

1. Wählen Sie die gewünschte Messung mit den Navigationstasten aus und übernehmen Sie diese mit der Funktionstaste „Übernehmen“ ✓.
2. Wählen Sie den gewünschten Teil der Messung mit den Navigationstasten aus und übernehmen Sie diesen mit der Funktionstaste „Übernehmen“ ✓.
3. Drücken Sie so oft die Funktionstaste „Zurück“ ←, bis Sie sich im gewünschten Menüpunkt befinden.

4.4.3.3 Messungen löschen

Sie können ausgewählte Messungen löschen.

Menü

- „Hauptmenü > Speicherverwaltung > Messungen löschen“

Voraussetzungen

- Sie haben mindestens eine Messung gespeichert.

Vorgehen

1. Wählen Sie die zu löschenden Messungen mit den Navigationstasten aus und übernehmen Sie diese mit der Funktionstaste „Übernehmen“ ✓.
2. Drücken Sie die Navigationstaste 🗑, um die ausgewählten Messungen zu löschen.
3. Bestätigen Sie den Löschvorgang mit der Funktionstaste „Übernehmen“ ✓ oder brechen Sie den Löschvorgang mit der 1. Funktionstaste ab.

4.4.3.4 Standardwerte zurücksetzen

Das Menü „Standardwerte zurücksetzen“ enthält 2 Optionen:

- „Speicher löschen“ löscht alle gespeicherten Messungen.
- „Standardeinstellungen“ löscht alle gespeicherten Messungen und setzt folgende Daten in den Lieferzustand:
  - Entfernung gekoppelter BENNING CM 3-PV
  - Kanal-ID für die Kopplung des BENNING SUN 3
  - Namen für Objekt, Wechselrichter-ID und Strang-ID

Menü

- „Hauptmenü > Speicherverwaltung > Standardwerte zurücksetzen“

Vorgehen

1. Wählen Sie die gewünschte Option mit den Navigationstasten aus und übernehmen Sie diese mit der Navigationstaste „Übernehmen“.
2. Drücken Sie die Funktionstaste „Test starten“ .

4.4.4 BENNING SUN 3

Das Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 3 ist ein optionales Zubehör und kann im gekoppelten Zustand folgende Messwerte per Funk an das Gerät senden [Seite 29]:

- Solare Einstrahlung (W/m²)
- PV-Modultemperatur
- Umgebungstemperatur
- Datums- und Zeitstempel

Anzeige auf der Digitalanzeige des Geräts

- Wenn das Symbol in der Kopfzeile sichtbar ist, ist das BENNING SUN 3 mit dem Gerät über die Long Range Funkschnittstelle (LoRa) verbunden.
- In Funkreichweite werden Messwerte rechts neben dem Symbol unter dem Benning-Logo angezeigt.
- In Funkreichweite wird der Messwert der solaren Einstrahlung (W/m²) angezeigt.
- Wenn der Temperaturfühler an der Buchse „PROBE“ angeschlossen ist, werden in Funkreichweite zusätzlich die PV-Modultemperatur (Panel) und Umgebungstemperatur (°C) angezeigt.
- Die Anzeige erfolgt nur während der automatischen Messungen „Strang-Prüfung“ und „DC-Leistung“ und während der manuellen Messungen „PV-Spannung“ und „Stromzange“.
- Nach folgenden Zeiten schaltet sich das BENNING SUN 3 automatisch aus:
  - 15 Minuten Ruhe im ungekoppelten Zustand
  - 30 Minuten im Dunkeln
  - 12 Stunden nach erstem Einschalten

4.4.5 BENNING CM 3-PV

Das TRUE RMS Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV ist ein optionales Zubehör. Es kann im gekoppelten Zustand den über die Messzange gemessenen Strom per Funk an das Gerät senden [Seite 28].

- Der Drehschalter des BENNING CM 3-PV muss auf Stellung „A“ stehen. Über die Taste „SELECT“ muss DC eingestellt sein.
- Das Gerät muss mit dem BENNING CM 3-PV per Funk gekoppelt und verbunden sein.
- Die Anzeige erfolgt nur während der automatischen Messung "DC-Leistung" und der manuellen Messung "Stromzange". In der Digitalanzeige erscheint „Verbunden" über der Funktionstaste „Zurück“ .

4.5 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 %.

4.5.1 Widerstandsbereiche

Schutzleiterwiderstand R_{PE}

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,05 … 0,09 Ω	Max. 0,01 Ω	±(2 % + 1 digit)
0,10 … 0,19 Ω		±(2 % + 2 digit)
0,20 … 1,99 Ω		±(2 % + 3 digit)
2 … 4,9 Ω		±(2 % + 2 digit)
5 … 199 Ω		±(2 % + 5 digit)

Tab. 8: Messbereich zur Messung des Schutzleiterwiderstands R_{PE}

- Prüfstrom: >200 mA (2 Ω)
- Leerlaufspannung: >4 V-DC
- Nullabgleich: bis ca. 10 Ω
- Anzahl der Wiederholungsprüfungen (IEC 61557-4): ca. 4 000 (1 s Test)

Isolationswiderstand R_{ISO}

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,05 … 0,19 MΩ	0,01 MΩ	±(5 % + 1 digit)
0,20 … 1,99 MΩ	0,01 MΩ	±(5 % + 3 digit)
2,0 … 5,0 MΩ	0,1 MΩ	±(5 % + 2 digit)
5,1 … 19,9 MΩ	0,1 MΩ	±(5 % + 5 digit)
20 … 99 MΩ	1 MΩ	±(5 % + 5 digit)
>99 MΩ	1 MΩ	±(10 % + 5 digit)

Tab. 9: Messgenauigkeit und Auflösung in Abhängigkeit vom Messbereich des Isolationswiderstands R_{ISO}

V_{ISO}	Grenzwert des Isolationswiderstands
250 V	0,5 MΩ
500 V	1,0 MΩ
1 000 V	1,0 MΩ
1 500 V	1,0 MΩ

Tab. 10: Voreingestellte Grenzwerte des Isolationswiderstands

Messbereiche (IEC 61557-2) bei automatischer Messung „Strang-Prüfung“

Messbereich	Viso
0,05 … 200 MΩ	250 V / 500 V
0,05 … 999 MΩ	1 000 V / 1 500 V

Tab. 11: Messbereiche des Isolationswiderstands R_{ISO} in der automatischen Messung „Strang-Prüfung“

Prüfspannung: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC oder 1 500 V-DC (positive Abweichung bis zu 20 %)

- Prüfstrom: >1 mA, <2 mA bei Kurzschluss
- Anzahl der Wiederholungsprüfungen (IEC 61557-2): ca. 4 000 (1 s Test)
- Maximale Systemkapazität: 2 µF

Messbereiche (IEC 61557-2) bei manueller Messung „Riso Isolation“

Messbereich	Viso
0,05 … 300 MΩ	250 V
0,05 … 500 MΩ	500 V
0,05 … 999 MΩ	1 000 V / 1 500 V

Tab. 12: Messbereiche des Isolationswiderstands R_{ISO} in der manuellen Messung „Riso Isolation“

Prüfspannung: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC oder 1 500 V-DC (positive Abweichung bis zu 20 %)

- Prüfstrom: >1 mA, <2 mA bei Kurzschluss
- Anzahl der Wiederholungsprüfungen (IEC 61557-2): ca. 4 000 (1 s Test)
- Maximale Systemkapazität: 2 µF

4.5.2 Spannungsbereiche

Leerlaufspannung U_{OC} des PV-Moduls / PV-Strangs und Spannung

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit (AC: 50 … 60 Hz, DC)
10 … 1 500 V-DC	Max. 0,1 V	±(0,5 % + 2 digit)
-10 … -440 V-DC	0,1 V	±(5 % + 2 digit)
10 … 440 V-AC	0,1 V	±(5 % + 2 digit)

Tab. 13: Messbereich zur Messung der Leerlaufspannung U_{OC} des PV-Moduls / PV-Strangs und Spannung

4.5.3 Strombereiche

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

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,50 … 25,00 A-DC	Max. 0,01 A	±(1 % + 2 digit)

Tab. 14: Messbereich zur Messung des Kurzschlussstroms I_{SC} des PV-Moduls oder PV-Strangs

Strom über TRUE RMS Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV (optional)

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit (AC: 50 … 60 Hz, DC)
0,1 … 400,0 A-DC	0,1 A	±(2 % + 5 digit)

Tab. 15: Messbereich zur Strommessung über das TRUE RMS Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV (optional)

4.5.4 Leistungsbereiche

Leistung des PV-Moduls / PV-Strangs (Spannung über PV-Messleitungen mit Y-Adapter und MC4-kompatiblem Steckverbindern und Strom über BENNING CM 3-PV)

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,50 … 600 kW	0,01 kW	±(6 % + 2 digit)

Tab. 16: Messbereich zur Leistungsmessung des PV-Moduls / PV-Strangs

5 Bedienen

Sie können mit dem Gerät verschiedene Prüfungen oder Messungen durchführen.

5.1 Konfigurieren

5.1.1 Sprache wählen

Unter „Sprache“ können Sie die gewünschte Sprache wählen.

Menü

- „Hauptmenü > Allg. Einstellungen > Sprache“

Vorgehen

1. Wählen Sie die gewünschte Sprache und übernehmen Sie diese.
   – English
   – Deutsch
2. Drücken Sie die Funktionstaste „Zurück“, um zur übergeordneten Menüebene zu wechseln.

5.1.2 Datum und Uhrzeit einstellen

Unter „Datum/Uhrzeit“ können Sie das eingestellte Datumsformat, das Datum und die Uhrzeit ändern.

Menü

- „Hauptmenü > Allg. Einstellungen > Datum/Uhrzeit“

Vorgehen

1. Wählen Sie das gewünschte Datumsformat und übernehmen Sie dieses.
   – TT/MM/JJJJ
   – MM/TT/JJJJ
   – JJJJ/MM/TT
2. Wählen Sie das gewünschte Datum und übernehmen Sie dieses.
3. Wählen Sie die gewünschte Uhrzeit und übernehmen Sie diese. Die eingegebenen Werte wurden gespeichert.
4. Drücken Sie die Funktionstaste „Zurück“, um zur übergeordneten Menüebene zu wechseln.

5.1.3 Abschaltzeit einstellen

Unter „Abschaltzeit“ können Sie die Zeit wählen, nach der sich das Gerät ausschaltet (Abschaltautomatik).

Menü

- „Hauptmenü > Allg. Einstellungen > Abschaltautomatik“

Vorgehen

1. Wählen Sie die gewünschte Abschaltzeit und übernehmen Sie diese. Der eingegebene Wert wird gespeichert.
   – Deaktiviert
   – 3 min, 6 min, 9 min, 12 min, 15 min
2. Drücken Sie die Funktionstaste „Zurück“, um zur übergeordneten Menüebene zu wechseln.

5.1.4 Displayeinstellungen einstellen

Unter „Displayeinstellungen“ können Sie sowohl die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung wählen, als auch die Zeit, nach der diese abgeschwächt wird.

Menü

- „Hauptmenü > Allg. Einstellungen > Displayeinstellungen“

Vorgehen

1. Wählen Sie mit den Navigationstasten ▲ oder ▼ die gewünschte Zeit.
   – 30 sec, 1 min, 2 min, 3 min, 5 min
2. Wählen Sie mit den Navigationstasten ► oder ◄ die gewünschte Helligkeit. Diese wird über eine Balkenanzeige visualisiert. Drücken Sie die Funktionstaste „Übernehmen“, um die gewählten Einstellungen zu speichern.
3. Drücken Sie die Funktionstaste „Zurück“, um zur übergeordneten Menüebene zu wechseln.

5.1.5 Gerät mit BENNING CM 3-PV (optional) koppeln

Voraussetzungen

- BENNING CM 3-PV (optionales Zubehör) befindet sich in der Nähe des Geräts.
- Beachten Sie die Angaben in der Bedienungsanleitung des BENNING CM 3-PV.
- Keine elektrischen Geräte in unmittelbarer Umgebung

Vorgehen

1. Schalten Sie das Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV ein.
2. Schalten Sie das Gerät ein.
3. Navigieren Sie im Menü des Geräts zu „Geräteverbindungen > Mit Stromzange koppeln“.
4. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“.
5. Drücken Sie Funktionstaste „Suchen", um alle verfügbaren BENNING CM 3-PV anzuzeigen.
6. Wählen Sie das gewünschte BENNING CM 3-PV anhand der Gerätekennung aus. Diese befindet sich auf der Rückseite im Bereich der Messzange. Die letzten 6 Stellen der Gerätekennung entsprechen der Seriennummer.
7. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“. Sie sehen die Meldung „Verbindungsstatus“: „Verbunden“.
8. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“.
9. Drücken Sie die Funktionstaste „Zurück“, um zur übergeordneten Menüebene zu wechseln.

Ergebnis

Sie haben das Gerät mit dem BENNING CM 3-PV gekoppelt. Die Funkverbindung ist aktiv.

5.1.6 Gerät mit BENNING SUN 3 (optional) koppeln

Voraussetzungen

- BENNING SUN 3 (optionales Zubehör) befindet sich in der Nähe des Geräts.
- Beachten Sie die Angaben in der Bedienungsanleitung des BENNING SUN 3.
- Keine elektrischen Geräte in unmittelbarer Umgebung

Vorgehen

1. Schalten Sie das Gerät ein.
2. Schalten Sie das BENNING SUN 3 ein. Drücken Sie hierzu gleichzeitig die Tasten und .
3. Drücken Sie am BENNING SUN 3 gleichzeitig die Tasten und für ca. 2 s.
4. Lassen Sie beide Tasten los. Sie sehen die aktive Kanal-ID.
5. Falls nötig, ändern Sie die Kanal-ID (0 bis 5) über die Taste oder und merken Sie sich diese.
6. Speichern Sie die Kanal-ID mit der Taste .
7. Navigieren Sie im Menü des Geräts zu „Geräteverbindungen > Mit Einstrahlungsmessgerät koppeln“.
8. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“. Sie sehen die aktive Kanal-ID.
9. Wählen Sie mit den Navigationstasten die gleiche Kanal-ID aus.
10. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“. Sie sehen die Meldung „Einstellung“: „Speichern erfolgreich“.
11. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“. Sie sehen die Meldung „Neustart notwendig“: „Bitte beide Geräte neu starten“.
12. Drücken Sie Funktionstaste „Übernehmen“.
13. Schalten Sie das Gerät aus.
14. Schalten Sie das BENNING SUN 3 aus. Drücken Sie hierzu gleichzeitig die Tasten und für ca. 2 s.

Ergebnis

Sie haben das Gerät mit dem BENNING SUN 3 gekoppelt. Wenn Sie das Gerät und das BENNING SUN 3 einschalten, ist die Funkverbindung aktiviert.

- Das BENNING SUN 3 signalisiert ein gekoppeltes Gerät durch ein permanentes Dreieck auf der Digitalanzeige über der Taste .
- Wenn bei einem gekoppelten Gerät die Funkverbindung aktiv ist, wird dies zusätzlich durch ein blinkendes Dreieck auf der Digitalanzeige über der Taste angezeigt.
- Wenn das BENNING SUN 3 noch nie gekoppelt wurde, erscheint ein langsam blinkendes Dreieck über der Taste (2 s an und 10 s aus).

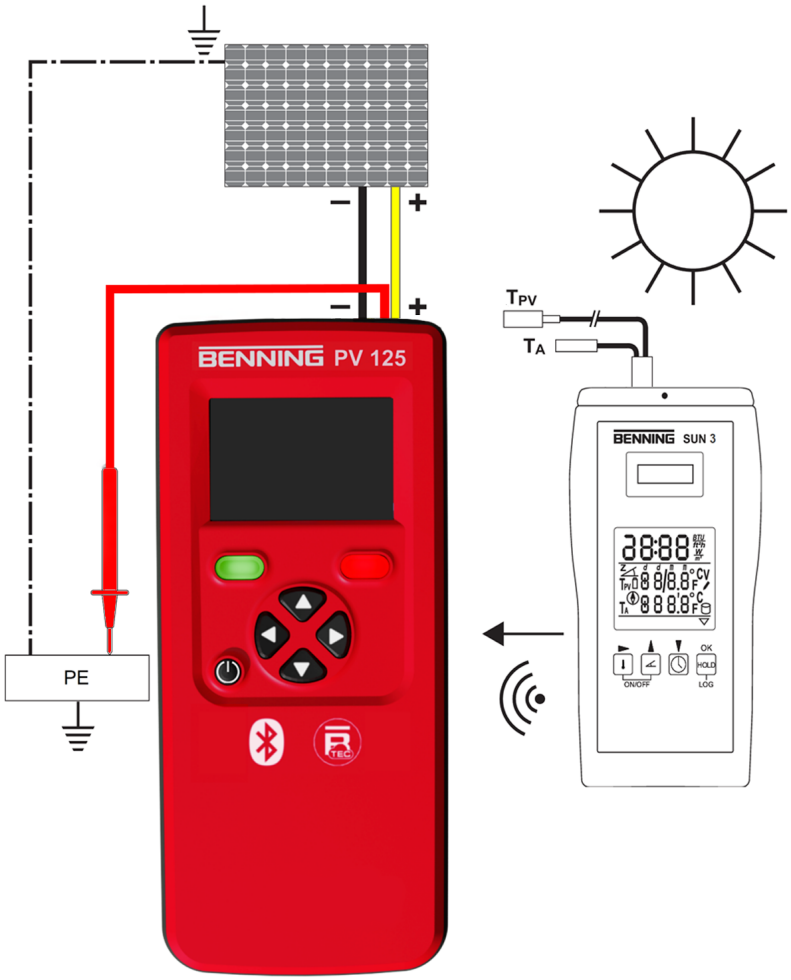


Abb. 4: Funkverbindung zu BENNING SUN 3

5.2 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.
  Ausnahme bei Leistungs- und Strommessung über BENNING CM 3-PV: Der PV-Generator muss mit dem Wechselrichter verbunden 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 1 500 V und den maximalen Kurzschlussstrom von 25 A nicht überschreiten darf.
- Es wird empfohlen, die Prüfungen und Messungen nur am einzelnen PV-Strang durchzuführen.
- Im PV-Generator sind keine Leistungsoptimierer verbaut.
- Schließen Sie das Gerät ausschließlich gemäß dem Anschlussbild der zugehörigen Prüfung oder Messung an.
- Die Batterie des Geräts ist aufgeladen.
- Die gelbe Messbuchse „+“ und die schwarze Messbuchse „-“ können auch verwendet werden, um eine AC-Spannung bis 440 V zu messen.
- Verwenden Sie nur zugelassene Sicherheitsmessleitungen [Seite 32].
- 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 III mit maximal 1 500 V oder der Überspannungskategorie IV mit maximal 1 000 V Leiter gegen Erde.

5.3 Sicherheitsmessleitungen anschließen

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

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [Seite 31].
- 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.
- 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.
- 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 4 mm-Sicherheitsmessleitung in die schwarze 4 mm-Buchse am Gerät.
2. Stecken Sie die gelbe 4 mm-Sicherheitsmessleitung in die gelbe 4 mm-Buchse am Gerät.
3. Stecken Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung in die rote 4 mm-Buchse am Gerät.

Vorgehen – PV-Sicherheitsmessleitungen

1. Stecken Sie die schwarze PV-Sicherheitsmessleitung in die schwarze 4 mm-Messbuchse am Gerät.
2. Stecken Sie die gelbe PV-Sicherheitsmessleitung in die gelbe 4 mm-Messbuchse am Gerät.

5.4 Manuelle Messungen

5.4.1 Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom messen

Unter „PV-Spannung“ starten Sie die Leerlaufspannungs- und Kurzschlussstrommessung. Folgende Messungen werden durchgeführt:

- Messung der PV-Leerlaufspannung U_{OC}
- Messung des PV-Kurzschlussstroms I_{SC}

Menü

- „Hauptmenü > Manuelle Messung > PV-Spannung“

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [Seite 31].
- Zugehörige Messbereiche [Seite 24]
- Stabile Strahlungsbedingungen
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen



Abb. 5: Leerlaufspannungs- und Kurzschlussstrommessung

Vorgehen

1. Schließen Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [▷ Seite 32].
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.
3. Drücken Sie die Funktionstaste „Test starten“, um die Messung „PV-Spannung“ zu starten.

   Wenn die Messung abgeschlossen ist, werden die Messwerte auf der Digitalanzeige angezeigt.

5.4.2 Isolationswiderstand messen (Punkt zu Punkt)

Unter „Riso Isolation“ führen Sie eine Isolationswiderstandsmessung durch..

Menü

- „Hauptmenü > Manuelle Messung > Riso Isolation“

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▷ Seite 31].
- Zugehörige Messbereiche [▷ Seite 24]
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Spannungsfreie Messstelle

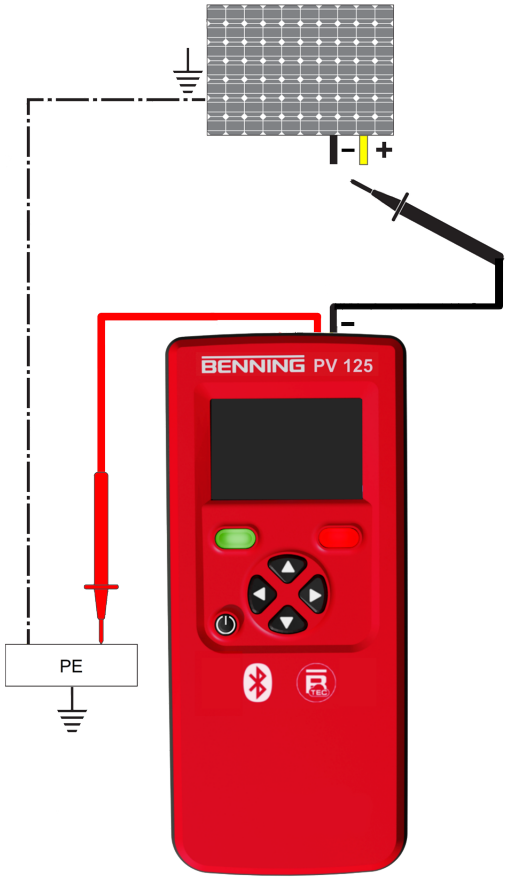


Abb. 6: Riso-Messung (Punkt zu Punkt)

Vorgehen

1. Schließen Sie die schwarze 4 mm-Sicherheitsmessleitung an der schwarzen Messbuchse „-“ an.
2. Kontaktieren Sie die schwarze 4 mm-Sicherheitsmessleitung mit einer der beiden Anschlussleitungen (Pluspol oder Minuspol) des PV-Moduls / PV-Strangs. Stellen Sie sicher, dass die schwarze 4 mm-Sicherheitsmessleitung sicher mit der Anschlussleitung kontaktiert.
3. Schließen Sie die rote 4 mm-Sicherheitsmessleitung an der roten Messbuchse an.
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, 1 000 V-DC oder 1 500 V-DC aus. Drücken Sie dazu so oft die Navigationstaste „U+“, bis die gewünschte Isolationsprüfspannung auf der Digitalanzeige eingeblendet wird.
6. Starten Sie die Isolationswiderstandsmessung. Drücken Sie dazu die Funktionstaste „Test starten“.

   Wenn die Messung abgeschlossen ist, werden die Messwerte 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. Wiederholen Sie die Messung für die andere Anschlussleitung des PV-Moduls / PV-Strangs.

5.4.3 Betriebsstrom und Betriebsleistung messen

Unter „Stromzange“ messen Sie den Betriebsstrom und die Betriebsleistung mit einem verbundenen Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV. Sie wählen die Messung über die manuelle Messung „Stromzange“. Folgende Messungen werden durchgeführt:

- Messung der Betriebsspannung U
- Messung des Betriebsstroms I_{ZANGE}
- Messung der Betriebsleistung P

Menü

- „Hauptmenü > Manuelle Messung > Stromzange“

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▸ Seite 31].
- Zugehörige Messbereiche [▸ Seite 24]
- Stabile Strahlungsbedingungen
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Das Gerät ist mit dem Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 3-PV gekoppelt und verbunden. [▸ Seite 28]
- Der Drehschalter des BENNING CM 3-PV muss auf Stellung „A“ stehen. Über die Taste „SELECT“ muss DC eingestellt sein.

- Um das Gerät mit einem PV-Strang zu verbinden, der an einem Wechselrichter angeschlossen ist, benötigen Sie ein optionales PV-Messleitungsset mit Y-Adapter zur Leistungsmessung, MC4-kompatibel.

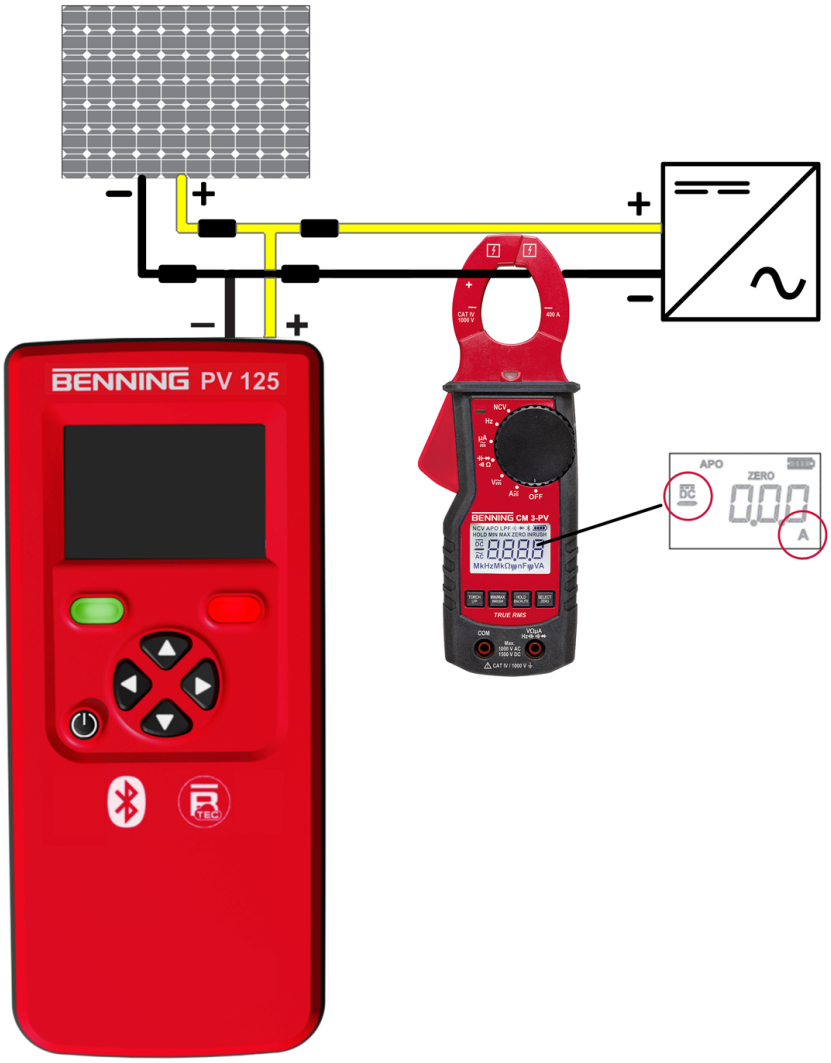


Abb. 7: Betriebsstrom- und Betriebsleistungsmessung mit BENNING CM 3-PV

Vorgehen

1. Verbinden Sie den PV-Generator über die schwarze Messleitung des PV-Messleitungssets mit Y-Adapter mit dem Wechselrichter und der schwarzen Messbuchse „-“ des Geräts.
2. Verbinden Sie den PV-Generator über die gelbe Messleitung des PV-Messleitungssets mit Y-Adapter mit dem Wechselrichter und der gelben Messbuchse „+“ des Geräts.
3. Wählen Sie beim BENNING CM 3-PV die Drehschalterposition A≂.
4. Drücken Sie beim BENNING CM 3-PV die Taste „SELECT / ZERO“, um von AC auf DC zu wechseln.
5. Umschließen Sie mit der Messzange einen der beiden Leiter.

   Wenn die Messungen abgeschlossen sind, werden die Messwerte auf der Digitalanzeige angezeigt.

5.4.4 Nullabgleich der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durchführen

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

Menü

- „Hauptmenü > Manuelle Messung > Rpe Durchgang“

Voraussetzungen

- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [Seite 31].



Abb. 8: Nullabgleich der 4 mm- Sicherheitsmessleitungen

Vorgehen

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [Seite 32].
2. Schließen Sie die beiden Messspitzen der 4 mm-Sicherheitsmessleitungen durch Kontaktieren kurz.
3. Starten Sie den Nullabgleich, indem Sie die Navigationstaste ► „Null“ drücken. Der Nullabgleich wird durchgeführt.

   Beachten Sie, dass der Messleitungswiderstand bis zu 10 Ω kompensiert werden kann.

5.4.5 Schutzleiterwiderstand messen

Unter „Rpe Durchgang“ führen Sie eine Schutzleiter-Widerstandsmessung durch.

Menü

- „Hauptmenü > Manuelle Messung > Rpe Durchgang“

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [▷ Seite 31].
- Zugehörige Messbereiche [▷ Seite 24]
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen
- Sie haben einen Nullabgleich der Sicherheitsmessleitungen durchgeführt.
- Im fehlerfreien Zustand des PV-Moduls / PV-Strangs liegt an den Messpunkten keine Spannung an.
- Wenn bei der Messung eine Spannung
  - größer oder gleich 10 V oder
  - kleiner oder gleich -10 V

  an den Prüfspitzen anliegt, wird die Spannung U_{PE} angezeigt und Messung blockiert.

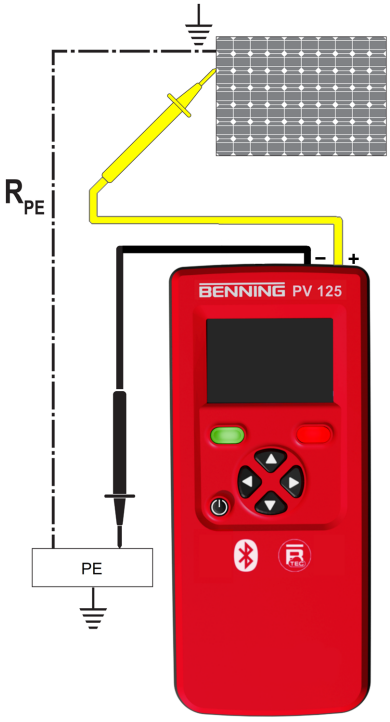


Abb. 9: Schutzleiter-Widerstandsmessung

Vorgehen

1. Schließen Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [▷ Seite 32].
2. Kontaktieren Sie die 4 mm-Sicherheitsmessleitungen mit den Messpunkten.
3. Drücken Sie die Funktionstaste „Test starten“ und lesen Sie den Messwert an der Digitalanzeige ab.

5.5 Automatische Messungen

5.5.1 Strang prüfen

Sie starten die automatische Messung, indem Sie mit der Navigationstaste „Strang-Prüfung“ auf dem Startbildschirm wählen. Folgende Messungen werden durchgeführt:

- Messung der PV-Leerlaufspannung U_{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 Messbuchse und den kurzgeschlossenen Messbuchsen „+“ (gelb) und „-“ (schwarz).

Voraussetzungen

- Beachten Sie die Voraussetzungen für die Messung [Seite 31].
- Die DC-Polarität ist korrekt und die DC-Spannung liegt im Bereich zwischen 10 und 1 500 V.
- Zugehörige Messbereiche [Seite 24]
- Stabile Strahlungsbedingungen
- Zugelassene Sicherheitsmessleitungen

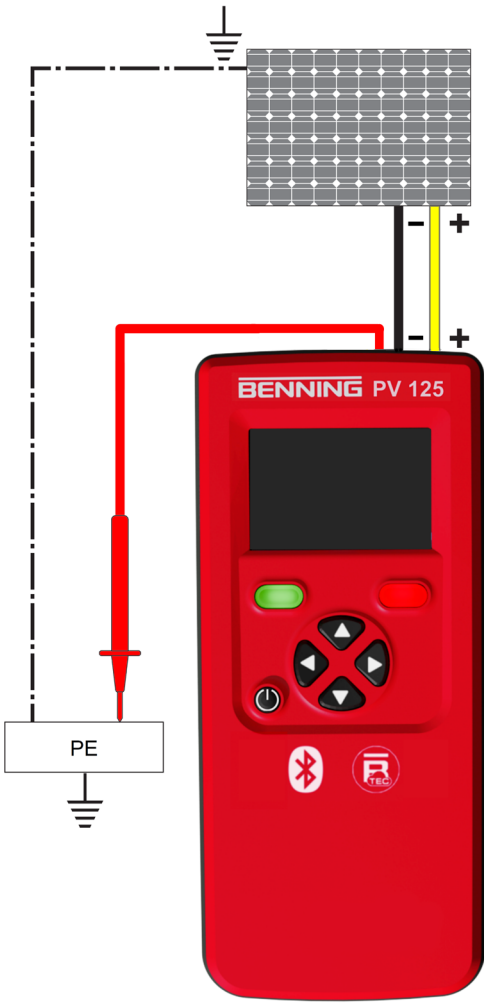


Abb. 10: Strang-Prüfung

Vorgehen

1. Schließen Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen am Gerät an [▷ Seite 32].
2. Kontaktieren Sie die PV-Sicherheitsmessleitungen mit dem einzelnen PV-Modul oder dem einzelnen PV-Strang.

   Stellen Sie sicher, dass die jeweiligen PV-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 32].
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 Sie die gewünschte Isolationsprüfspannung 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC oder 1 500 V-DC aus. Drücken Sie dazu so oft die Navigationstaste „U+“, bis die gewünschte Isolationsprüfspannung auf der Digitalanzeige eingeblendet wird.

   Wählen Sie „Überspringen“ aus, wird die Isolationswiderstandsmessung nicht durchgeführt.
6. Starten Sie die automatische Messung. Drücken Sie dazu die Funktionstaste „Test starten“.

   Wenn die Messung abgeschlossen ist, werden die Messwerte 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 zu speichern, drücken Sie die Funktionstaste „Speichern“.
8. Sie können der Messung folgende Testreferenz zuordnen:
   - Objekt
   - Wechselrichter-ID
   - Strang-ID

5.5.2 DC-Leistung messen

Sie messen den Betriebsstrom und die Betriebsleistung, indem Sie mit der Navigationstaste „DC-Leistung“ auf dem Startbildschirm wählen. Sie starten damit die gleiche Messung wie mit der manuellen Messung „Stromzange“ [▷ Seite 35]. Sie können die Messergebnisse speichern.

5.5.3 Rpe Durchgang messen

Sie messen den Schutzleiterwiderstand, indem Sie mit der Navigationstaste „Rpe Durchgang“ auf dem Startbildschirm wählen. Sie starten damit die gleiche Messung wie mit der manuellen Messung „Rpe Durchgang“ [▷ Seite 38]. Sie können die Messergebnisse speichern.

5.6 Messungen über BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) dokumentieren

Sie können die BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) als innovative Cloud-Lösung zur Dokumentation, Protokollerstellung und Verwaltung Ihrer Prüfaufgaben nutzen.

Voraussetzungen

- Verbindung zur BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) über eine der folgenden Möglichkeiten:
  - Mobiles Gerät mit installierter BTEC-App (Android oder iOS) und Verbindung zum Internet
  - Bluetooth-fähiger Windows-PC oder Apple Mac mit installiertem Chrome-Webbrowser und Verbindung zum Internet
- Weitere Informationen finden Sie unter:

  http://btec-info.benning.de

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 43]
Bei Bedarf / Alle 6 Monate	• Batterie laden [▷ Seite 44]
Alle 12 Monate	• Gerät kalibrieren [▷ Seite 45]

Tab. 17: 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 42]



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“.
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.

6.4 Batterie wechseln oder aufladen

Laden Sie vor der ersten Benutzung des Geräts und bei Bedarf die Batterie vollständig auf. Verwenden Sie zum Laden der Batterie nur die im Lieferumfang enthaltene Ladeschale PV 125 / PV 225 (Artikelnummer: 11005060).

Ladezustände

Die Ladeschale zeigt den Ladezustand über eine rot/grün leuchtende LED an.

- Abwechselnd rotes und grünes Blinken: Stromversorgung ist vorhanden, aber keine Batterie angeschlossen.
- Rotes Blinken: Die Batterie lädt. Der Ladezustand liegt unter 33 %.
- Gleichzeitiges rotes und grünes Blinken: Die Batterie lädt. Der Ladezustand liegt zwischen 33 % und 66 %.
- Grünes Blinken: Die Batterie lädt. Der Ladezustand liegt zwischen 66 % und 100 %.
- Konstant grün: Die Batterie ist vollständig geladen.

Voraussetzungen

- Mitgelieferte, unbeschädigte Batterie
- Mitgelieferte Ladeschale PV 125 / PV 225 mit USB-C-Buchse
- Netzteil mit USB-C-Stecker (Beachten Sie die technischen Daten auf der Unterseite der Ladeschale.)
- Geeigneter Schlitzschraubendreher
- Kein brennbares Material im Umkreis von 2 m um die Ladeschale während des Ladevorgangs

Vorgehen

1. Lösen Sie die Schraube des Batteriefachs auf der Geräterückseite.
2. Entfernen Sie den Batteriedeckel.
3. Legen Sie eine Hand über die Batterie und drehen Sie das Gerät um. Die Batterie fällt in Ihre Hand.
4. Schließen Sie das Netzteil mit USB-C-Stecker an die Ladeschale und das Netz an.
5. Setzen Sie die Batterie so in die Ladeschale ein, dass sich die Kontakte von Batterie und Ladeschale berühren. Die LED zeigt an, dass die Batterie lädt.
6. Wenn der Ladevorgang beendet ist, entnehmen Sie die Batterie.
7. Setzen Sie die Batterie so in das Gerät ein, dass sich die Kontakte von Batterie und Gerät berühren.
8. Positionieren Sie den Batteriedeckel auf dem Fach.
9. Schrauben Sie den Batteriedeckel fest.

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.

Im Rahmen einer Kalibrierung wird das Gerät mit dem neuesten Firmware-Update versehen und bleibt somit immer auf dem neuesten Stand.

http://calibration.benning.de

6.6 Firmware aktualisieren

Sie können den vollen Funktionsumfang der BTEC-App nur mit der neuesten Geräte-Firmware nutzen.

Voraussetzungen

- Gerät mit nicht aktueller Firmware
- Verbindung zur BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) über eine der folgenden Möglichkeiten:
  - Mobiles Gerät mit installierter BTEC-App (Android oder iOS) und Verbindung zum Internet
  - Bluetooth-fähiger Windows-PC oder Apple Mac mit installiertem Chrome-Webbrowser und Verbindung zum Internet

Vorgehen

1. Verbinden Sie das Gerät mit einem mobilen Gerät oder Bluetooth-fähigen Windows-PC oder Apple Mac.
2. Öffnen Sie die BTEC-App oder http://btec.benning.de.

   Das Gerät meldet seine aktuell installierte Firmware-Version.

   Wenn eine neuere Firmware verfügbar ist, werden Sie aufgefordert, die neueste Firmware zu akzeptieren und die Übertragung zu starten.
3. Akzeptieren Sie und starten Sie die Übertragung.

   Die Aktualisierung der Firmware startet. Nach erfolgter Aktualisierung startet das Gerät neu.
4. Drücken Sie Funktionstaste „Info“ , um die aktuelle Firmware-Version zu sehen.

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
Messkategorie	• CAT III 1 500 V-DC gegen Erde, • CAT III 300 V-AC gegen Erde
Gehäuseabmessungen (Länge x Breite x Höhe)	265 mm x 115 mm x 78 mm
Gewicht (mit Batterie)	Ca. 1 kg
Batterietyp	Wiederaufladbare Li-Ionen Batterie 11,55 V, 2 930 mAh
Digitalanzeige	3,5-Zoll-Farbdisplay (480 x 320 Pixel)
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	IEC / DIN EN 61326
Betriebsdauer	Kurzzeitiger Einsatz (kein Dauerbetrieb)
Maximale barometrische Höhe	2 000 m
Betriebstemperatur	+5 … +40 °C (vermeiden Sie dauernde Sonneneinstrahlung)
Relative Luftfeuchtigkeit	Trocken, nicht kondensierend
Betriebsbedingungen	Verwendung innerhalb oder außerhalb von Gebäuden jeweils in trockener Umgebung
Einlagerung (nehmen Sie die Batterie aus dem Gerät heraus)	
Umgebungstemperatur	-25 … 65 °C (vermeiden Sie dauernde Sonneneinstrahlung)
Relative Luftfeuchtigkeit	Trocken, nicht kondensierend
4 mm-Sicherheitsmessleitungen	
Norm	IEC / DIN EN 61010-031 (VDE 0411-031)
Messkategorie (gilt nur für die Sicherheitsmessleitungen, beachten Sie zusätzlich die Einschränkungen des Geräts)	• CAT IV 1 000 V gegen Erde
Maximaler Bemessungsstrom	12 A
Länge	1,5 m
PV-Sicherheitsmessleitungen	
Messkategorie (gilt nur für die Sicherheitsmessleitungen, beachten Sie zusätzlich die Einschränkungen des Geräts)	• CAT III 1 500 V gegen Erde
Maximaler Bemessungsstrom	36 A
Länge	1,1 m

Tab. 18: 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.

9 Anhang

9.1 Störungssuche

Meldung	Angezeigt in	Mögliche Abhilfemaßnahme
Externe Spannung vorhanden. Bitte entfernen Sie alle externen Quellen.	Rpe Durchgang	• Trennen Sie externe Spannungsquellen von dem gemessenen Stromkreis. • Wiederholen Sie die Messung.
Externe Spannung vorhanden. Bitte entfernen Sie alle externen Quellen.	Strang-Prüfung / Riso Isolation	• Überprüfen Sie die Anschlüsse des gemessenen Stromkreises. • Wiederholen Sie die Messung. • Überschreiten Sie nicht den Messbereich. • Überprüfen Sie, ob der Rahmen des Panels korrekt geerdet ist.
Messkreisfehler 1! Bitte Prüfung wiederholen. Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an den BENNING-Service.	Strang-Prüfung	• Überprüfen Sie die Anschlüsse des gemessenen Stromkreises. • Wiederholen Sie die Messung. • Überschreiten Sie nicht den Messbereich.
Messkreisfehler 2! Bitte Prüfung wiederholen. Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an den BENNING-Service.	Strang-Prüfung	• Überprüfen Sie die Anschlüsse des gemessenen Stromkreises. • Wiederholen Sie die Messung. • Überschreiten Sie nicht den Messbereich.
Sicherungsfehler! Bitte BENNING-Service kontaktieren.	Strang-Prüfung	• Die interne Sicherung ist defekt. Wenden Sie sich an den BENNING-Service.
Hohe Temperatur! Bitte abkühlen lassen.	Strang-Prüfung	• Trennen Sie das Gerät vom Stromnetz. • Lassen Sie es abkühlen, bevor Sie weitere Messungen durchführen.
Interner Fehler! Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an den BENNING Service.	Generell / Rpe Durchgang	• Schalten Sie das Gerät aus und wieder ein. • Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an den BENNING-Service.

Tab. 19: Mögliche Fehlermeldungen und deren Abhilfemaßnahmen

Weitere Fehlermeldungen und deren Abhilfemaßnahmen finden Sie unter: https://tms.benning.de/pv-info

Stichwortverzeichnis

A

Abschaltautomatik 28
Abschaltzeit 28
Ausschalten 19
Automatische Messungen 20

B

Batterie aufladen
  Ladezustände 44
Bedienen 27
BENNING CM 3-PV 23
BENNING PV 125 7
BENNING SUN 3 23
  Funkverbindung 30
Bestimmungsgemäße Verwendung 12

C

CM 3-PV 23

D

Datensatz speichern 21
Datum 19, 27
Datumsformat 27
Displayeinstellungen 28
Dokumentation 2
Durchgang 38

E

Einschalten 19
Entsorgung 47

F

Funktionstasten 18

G

Gerät
  Kalibrieren 45
  Reinigen 43
  Sicherstellen 14
Geräteoberseite 16
Geräterückseite 17
Gewährleistung 12
Gleichbehandlung 2
Grenzwerte
  Isolationswiderstand 24
Grundkenntnisse 8

H

Haftungsausschluss 2, 12
Hersteller 2
Hintergrundbeleuchtung 28
Historie 8

I

Instandhalten 42
Isolationswiderstand messen 34

K

Kalibrieren 45
Kopfzeile 17
Kurzschlussstrommessung 33

L

Leerlaufspannungsmessung 33
Lieferumfang 15

M

Manuelle Messungen 20
Menüstruktur 19
Messbereich
  Isolationswiderstand 24, 25
  Kurzschlusstrom 25
  Leistung 26
  Schutzleiterwiderstand 24
  Strom 26
Messgenauigkeit 24
Messung
  Voraussetzungen 31
Messungen anzeigen 21
Messungen löschen 22

N

Namenskonvention 7
Navigationstasten 18
Normen 10
Nullabgleich 37

P

Prüfung
  Voraussetzungen 31
PV 125 7

R

Rechtsinhaber 2
Reinigen 43
Retourenmanagement 9
Richtlinien 10
Riso Isolation 34
Riso messen 34

RPE messen 38
Rücksendeadresse 9

S

Schutzleiterwiderstand messen 38
Service & Support
  Technischer Support 9
Sicherheitsmessleitungen
  Anschließen 32
Sicherstellen 14
Spannungsfreiheit 42
Speicher löschen 22
Speicherverwaltung 21
Sprache 27
Standardeinstellungen 22
Strang-Prüfung 39
Stromzange 35
SUN 3 23
  Funkverbindung 30
Symbole
  Bedienungsanleitung 12
  Gerät 11

T

Technische Daten 46
Technischer Support 9

U

Uhrzeit 19, 27
Umweltschutz 47
Urheberrecht 2

W

Warenzeichen 8
Warnhinweiskonzept 10
Wartungsplan 42
Weitere Informationen 7

Z

Zielgruppe 8
Zubehör 15
Zweck der Bedienungsanleitung 8

Legal notice

Notes concerning the documentation

Ensure that the applicable documentation is used for this product. For safe handling, knowledge that is provided in these instructions is required.

The product may only be handled while following this documentation, particularly the safety instructions and warnings it contains. The personnel must be qualified for the respective task and have the capability to recognise risks and prevent possible dangers.

Manufacturer and holder of rights

Benning Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG

Münsterstraße 135 – 137

46397 Bocholt

Germany

Phone: +49 2871 / 93-0

E-mail: duspol@benning.de

Internet: www.benning.de

Commercial register Coesfeld HRA no. 4661

Copyright

All rights reserved.

This document – particularly all of the contents, texts, photographs and graphics that it contains – are protected by copyright.

No part of this documentation or the associated contents may be reproduced or edited, copied or distributed using electronic media in any form (printed, photocopied or using any other method) without express written permission.

Disclaimer

The contents of the documentation has been checked to ensure that it corresponds to the hardware and software described. Nevertheless, deviations cannot be ruled out, so Benning cannot guarantee complete correspondence. The contents of this documentation are checked at regular intervals, and any corrections that are needed are contained in the versions that follow.

General non-discrimination

Benning is aware of the importance of language with regard to the gender equality and endeavors to take this into account at all times. To improve readability, we have refrained from consistently using differentiating formulations.

Table of contents

1 Introduction 7
1.1 Naming convention 7
1.2 General notes 7
1.3 History 8
1.4 Service & support 9

2 Safety 10
2.1 Warning system 10
2.2 Standards applied 10
2.3 Symbols used 11
2.4 Intended use 12
2.5 Special types of risks 14

3 Scope of delivery 15

4 Device description 16
4.1 Device structure 16
4.2 Layout of the digital display 17
4.3 Menu 19
4.4 Functions 19
4.4.1 Automatic measurements 20
4.4.2 Manual measurements 20
4.4.3 Memory management 21
4.4.3.1 Saving data records and adding references 21
4.4.3.2 Displaying measurements (“View Results”) 21
4.4.3.3 Deleting measurements (“Delete Test Results”) 22
4.4.3.4 Resetting default values (“Restore Defaults”) 22
4.4.4 BENNING SUN 3 23
4.4.5 BENNING CM 3-PV 23
4.5 Measuring ranges 23
4.5.1 Resistance ranges 24
4.5.2 Voltage ranges 25
4.5.3 Current ranges 25
4.5.4 Power ranges 26

5 Operation 27
5.1 Configuration 27
5.1.1 Selecting the language 27
5.1.2 Setting the date and the time 27
5.1.3 Setting the switch-off time 27
5.1.4 Setting the display settings 28
5.1.5 Pairing the device with the BENNING CM 3-PV (optional) 28

5.1.6 Pairing the device with the BENNING SUN 3 (optional) ... 29
5.2 Requirements for tests and measurements ... 30
5.3 Connecting the safety measuring lines ... 31
5.4 Manual measurements ... 32
5.4.1 Open-circuit voltage and short-circuit current measurements ... 32
5.4.2 Insulating resistance measurement (point-to-point, P2P) ... 34
5.4.3 Operating current and operating power measurements ... 35
5.4.4 Null balancing of the 4 mm safety measuring lines ... 37
5.4.5 Protective conductor resistance measurement ... 38
5.5 Automatic measurements ... 39
5.5.1 String testing ... 39
5.5.2 DC power measurement ... 41
5.5.3 Continuity measurement ... 41
5.6 Documentation of measurements via BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) ... 41

6 Maintenance ... 42
6.1 Maintenance schedule ... 42
6.2 Making the device free of voltage ... 42
6.3 Cleaning the device ... 42
6.4 Replacing or charging the battery ... 43
6.5 Calibrating the device ... 44
6.6 Updating the firmware ... 44

7 Technical data ... 45

8 Disposal and environmental protection ... 46

9 Appendix ... 47
9.1 Troubleshooting ... 47

Index ... 48

Table of figures

Figure 1 BENNING PV 125 device structure 16
Figure 2 Device top 16
Figure 3 Digital display 17
Figure 4 Radio connection to the BENNING SUN 3 30
Figure 5 Open-circuit voltage and short-circuit current measurements 33
Figure 6 Insulating resistance measurement (point-to-point, P2P) 34
Figure 7 Operating current and operating power measurements using the BENNING CM 3-PV 36
Figure 8 Null balancing of the 4 mm safety measuring lines 37
Figure 9 Protective conductor resistance measurement 38
Figure 10 String testing 39

List of tables

Table 1 History ... 8
Table 2 Symbols on the device ... 11
Table 3 Symbols used in the operating manual ... 12
Table 4 Symbols in the header ... 17
Table 5 Navigation keys ... 18
Table 6 Function keys ... 18
Table 7 Symbols for automatic measurements ... 20
Table 8 Measuring range for measuring the protective conductor resistance RPE ... 24
Table 9 Measuring accuracy and resolution depending on the measuring range of the insulating resistance RISO ... 24
Table 10 Preset limits of the insulating resistance ... 24
Table 11 Measuring ranges of the insulating resistance RISO in the automatic measurement “String Test” ... 24
Table 12 Measuring ranges of the insulating resistance RISO in the manual measurement “Riso” ... 25
Table 13 Measuring range for measuring the open-circuit voltage VOC of the PV module/ PV string and the voltage ... 25
Table 14 Measuring range for measuring the short-circuit current ISC of the PV module or PV string ... 25
Table 15 Measuring range for measuring the current by means of the TRUE RMS digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV (optional) ... 25
Table 16 Measuring range for power measurement of the PV module / PV string ... 26
Table 17 Maintenance schedule ... 42
Table 18 Technical data ... 45
Table 19 Possible error messages and corrective measures ... 47

1 Introduction

The battery-operated PV installation tester BENNING PV 125 described here (in the following only referred to as “device”) is intended for the following tests:

Commissioning tests and periodic inspection of grid-connected photovoltaic systems in compliance with IEC / DIN EN 62446-1 (VDE 0126-23-1) and IEC / DIN EN 62446-2 (VDE 0126-23-2) with test procedure of category 1.

The device enables you to perform the following tests and measurements:

- Protective conductor resistance measurement with a testing current of 200 mA-DC
- Automatic display of the voltage polarity
- Open-circuit voltage measurement on the PV module / PV string up to 1 500 V-DC
- Short-circuit current measurement on the PV module / PV string up to 25 A-DC
- Insulating resistance measurement with testing voltages of 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC or 1 500 V-DC
- Operating current and operating power measurement with optional TRUE RMS digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV up to 400 A-DC / 600 kW
- Measurement of the insolation, PV module temperature and ambient temperature by means of the optional insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 3

Further information

http://tms.benning.de/pv125

On the Internet, you will find the following additional information directly at the specified link or at www.benning.de (product search):

- Operating manual of the device in several languages
- Further information depending on the device (e. g. brochures, technical reports, FAQs)

1.1 Naming convention

Battery

In this operating manual, the term “battery” is used to refer to accumulators.

1.2 General notes

Target group

This operating manual is intended for the following groups of people:

- Qualified electricians and qualified technical personnel

Required basic knowledge

To understand these operating manual, you will need general knowledge of testing and measuring equipment. Moreover, you will need basic knowledge of the following issues:

- General electrical engineering

Purpose of the operating manual

This operating manual describes the device and provides you information about how to handle it.

Keep this operating manual in a safe place for later use. Read this operating manual before handling the device and follow the instructions.

NOTE

Disclaimer of liability

Please make sure that any person using the device has read and understood the instructions of this operating manual before handling the device and that the instructions are adhered to in all points. Non-observance of this operating manual might result in product damage, property damage and/or personal injury.

Benning assumes no liability for damage and malfunctions resulting from the failure to observe the instructions in this operating manual.

The devices are subject to continuous further development. Benning reserves the right to make changes to the device's design, configuration and technology. The information in this operating manual corresponds to the state of technical knowledge at the time of printing. For this reason, no claims for certain device characteristics can be derived from the contents of this operating manual.

Information in this operating manual can be changed at any time without prior notice. Benning is not obligated to make amendments to this operating manual or to keep it up to date.

Direct any technical questions to Technical Support [page 9].

Trademarks

All trademarks used are the property of their respective owners, even if they are not separately marked as such.

1.3 History

Release number	Amendments
11/2025	• Initial release

Table 1: History

1.4 Service & support

Please contact your specialty retailer or the BENNING Service Center for any repair or service work that might be required.

Technical Support

Please contact our Technical support for technical questions on handling the device.

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

Returns management

Easily and conveniently use the BENNING returns portal for a quick and smooth returns processing:

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

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

Return address

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

2 Safety

2.1 Warning system

This operating manual contains notes that must be taken into consideration for your personal safety and in order to avoid injuries and damage to property. Warnings about your personal safety and to prevent personal injuries are marked with a warning triangle. Warnings on sole prevention of material damage are shown without a warning triangle. The warnings are shown in descending order depending on the hazard level as follows.



⚠ DANGER

Extremely dangerous situation for humans

If you do not pay attention to this warning, irreversible or deadly injuries will occur.



⚠ WARNING

Hazard to humans

If you do not pay attention to this warning, irreversible or deadly injuries could occur.



⚠ CAUTION

Minor hazard to humans

If you do not pay attention to this warning, minor or moderate injuries could occur.



NOTICE

Danger to property, not to persons

If you do not pay attention to this warning, material damage could occur.

If multiple hazard levels occur, the warning for the highest respective hazard level will be used. In addition, a warning about personal injuries can also include a warning about material damage.

2.2 Standards applied

The device has been built and tested in compliance with the following directives and standards.

- 2014/30/EU
- 2014/35/EU
- 2014/53/EU
- IEC / DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)
- IEC / DIN EN 61010-2-034 (VDE 0411-2-034)
- IEC / DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1)
- 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)

- DIN EN 300 220-2
- DIN EN 301 489-3

2.3 Symbols used

Symbols on the device

Symbol	Meaning
	Please observe the information provided in this operating manual in order to avoid dangers.
	Warning of electrical danger! Please observe the information provided in this operating manual in order to avoid dangers.
CAT I	Measurement category I is applicable to testing and measuring circuits which have no direct connection to the mains.
CAT II	Measuring category II is applicable to testing and measuring circuits which are directly connected to user connections (e. g. sockets) of the low-voltage mains installation.
CAT III	Measuring category III is applicable to testing and measuring circuits connected to the distribution circuit of the low-voltage mains installation of a building.
CAT IV	Measuring category IV is applicable to testing and measuring circuits connected to the feeding point of the low-voltage mains installation of a building.
	The device complies with EU directives.
	The device complies with directives applicable in Great Britain.
	At the end of product life, dispose of the unserviceable device via appropriate collecting facilities provided in your community.
	The device is provided with protective insulation (protection class II).
	Please observe the operating manual.
	This symbol indicates the inserted battery.
	This symbol indicates a built-in fuse.
	(DC) direct voltage or direct current
	(AC) alternating voltage or alternating current
	Earth (voltage to earth)
	Bluetooth® interface for data exchange
	Creating documentation and reports via BENNING Test Equipment Cloud (BTEC)
	No voltages >1 650 V must be applied to the device.

Table 2: Symbols on the device

Symbols used in the operating manual

Symbol	Meaning
	General warning
	Warning of electric voltage!

Table 3: Symbols used in the operating manual

2.4 Intended use

Only use the device within the framework of the corresponding technical data. Any operating conditions that deviate from this shall be considered as improper use. Solely the user of the device shall be liable for any resulting damage.

Please note the following:

- In case of improper use, the liability and warranty claims become void. Solely the user of the device shall be liable for any damage resulting from improper use. Uses not complying with the intended use include e. g.:
  - Use of components, accessories, spare or replacement parts that have not been released and approved for the respective application by Benning
  - Non-observance, manipulation, changes or misuse of the operating manual or the instructions and notes contained therein
  - Any form of misuse of the device
  - Any use other than or beyond that described in this operating manual
- Warranty and liability claims are generally excluded if the damage is the result of force majeure.
- If any prescribed services are not performed regularly or not on time, according to the manufacturer's specifications during the warranty period, a decision about a warranty claim can only be made once the findings are available.

Direct any questions to Technical Support [page 9].

Using the device

Please observe the following basic obligations when using the device:

- The device must only be used by trained technical personnel in accordance with the described device specification. Evaluate the conditions at the measuring point before measuring. If there is a risk of injury, use personal protective equipment.
- The personnel must be qualified for the respective task.
- Observe relevant regulations on occupational safety and health as well as those on environmental protection.
- Before carrying out tests and measurements, disconnect all poles of the PV generator from the PV inverter. The PV generator must be isolated from the electric power supply! Neither the positive nor the negative pole of the PV generator must be earthed!
  Exception for power and current measurements by means of the BENNING CM 3-PV: The PV generator must be connected to the inverter.
- Make sure that all switching and disconnecting devices are open and all PV strings are insulated from each other.
- Please observe that the PV generator must not exceed the maximum open-circuit voltage of 1 500 V and the maximum short-circuit current of 25 A.

- Use the 4 mm measuring jacks only in electric circuits up to overvoltage category III with a conductor for a maximum of 1 500 V or overvoltage category IV with a conductor for a maximum of 1 000 V to earth.
- Please observe that the short-circuit currents (I_{SC}) of PV strings connected in parallel add up and might additionally increase due to existing capacitances of the PV generator. It is recommended to carry out the tests and measurements only on individual PV strings.
- Powerful PV generators with high capacitances might reduce the maximum values of the measurable open-circuit voltage of the device. If short-circuit currents are too high, the device protects itself against overload and refuses to measure. For more information, please refer to https://tms.benning.de/pv-info.
- The device may only be used in a technically perfect and safe condition. Always check the device for damages before using it.
- Please observe that the device is not designed for continuous operation. The useful life of the device is limited by software and via temperature monitoring. As soon as the internal operating temperature has reached the maximum value, the function of the device will be restricted in order to allow the device to cool down.
- Disconnect the device from the PV generator immediately after finishing the test or measurement.
- Do not touch any metal parts of the test object during tests and measurements.
- Use suitable (approved) safety measuring lines.
- The device may only be used in dry environments.
- Do not use the device in potentially explosive environments.
- Before measuring, check whether the battery is sufficiently charged to avoid any risk due to incorrect measurements.
- Battery:
  - Only use the included battery and charging base or the respective original spare parts.
  - Check the battery for leaks and damage.
  - Only use and charge the battery when it is undamaged. There is a risk of explosion and fire if the battery is damaged.
  - Only use the device with the battery compartment cover being screwed onto the device.



⚠ WARNING

Dangerous voltage

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage in case of incorrect operation.

- Do not touch the bare measuring probe tips of the safety measuring lines or the bare contacts of the optional alligator clips, Only touch the safety measuring lines in the area intended for your hands.
- Please note that dangerous testing voltages might be present at the device during insulating resistance measurement. These might also be applied to the measuring circuit if safety measuring lines are contacted.
- Connect the safety measuring lines to the correspondingly marked measuring jacks of the device and check them for tight fit.
- Only use approved safety measuring lines.
- When disconnecting the measuring circuit, first remove the live safety measuring line (phase) and then the neutral safety measuring line from the measuring point.



⚠ WARNING

Opening the device

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage when opening the device. The device might get damaged.

- Make sure that the device is free of voltage before opening the battery compartment.
- Do not open the device (except for the battery compartment).
- Please contact your specialty retailer or the returns management for any repairs [page 9].

Securing the device

If the device is not in a technically perfect and operationally safe condition, safe operation is no longer guaranteed. Make sure that the following measures are taken:

- Switch off the device.
- Remove the device from the measuring point.
- Secure the device against unintentional operation.

The following characteristics indicate that safe operation is no longer guaranteed:

- The device (housing or safety measuring lines) shows visible damage or is damp/wet.
- The insulation of the safety measuring lines is damaged.
- The device does not work properly in compliance with regulations (e. g. errors during measurements).
- The device shows recognisable consequences of prolonged storage under inadmissible conditions.
- The device shows recognisable consequences of extraordinary stress due to transport.

2.5 Special types of risks



⚠ DANGER

Bare conductors or main line carriers

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage when working with bare conductors or main line carriers.

- Please observe relevant regulations on occupational safety and health.
- If necessary, use appropriate protective equipment.



⚠ WARNING

Dangerous voltage

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage when working on live components or equipment. Even low voltages from 30 V-AC and 60 V-DC on can be dangerous to human life!

- Please observe relevant regulations on occupational safety and health.
- If necessary, use appropriate protective equipment.

3 Scope of delivery

The scope of delivery of the device includes the following components:

- 1 x installation tester for photovoltaic systems BENNING PV 125 (item no: 10241491)
- 1 x set of 4 mm measuring lines (l = 1.5 m) with test probe and alligator clip (yellow, black, red, item number: 11005062)
- 1 x set of PV measuring lines, MC4-compatible (yellow, black, item number: 11005068)
- 1 x charging base PV 125 / PV 225 (item no: 11005060)
- 1 x Li-ion battery pack PV 125 / PV 225 (11.55 V, 2 930 mAh, item no: 11005059)
- 1 x transport and storage case (item no.: 10056269)
- 1 x operating manual
- 1 x test report

Optional accessories

- Digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV (item no.: 11001235)
  - DC and AC current measuring range (clamp): 10 mA … 400 A
- Insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 3 (item no.: 11001143)
  - Insolation measuring range: 100 ... 1 500 W/m²
  - Temperature measuring range: -30 ... 125 °C
- Temperature sensor with suction cup for BENNING SUN 2 / 3 for attachment to the rear of the PV module (item no.: 050424)
- PV module holder for BENNING SUN 2 / 3 for safe attachment to the PV module (item no.: 050425)
- 40 m measuring lines BENNING TA 5 (item no.: 044039)

  Connection to Ø 4 mm safety test socket / plug, l = 40 m, with rewinder and wrist strap
- Set of PV measuring lines with Y adapter for power measurement, MC4-compatible (yellow, black, item number: 11005076)
- 1 x Li-ion battery pack PV 125 / PV 225 (11.55 V, 2 930 mAh, item no: 11005059)

4 Device description

4.1 Device structure

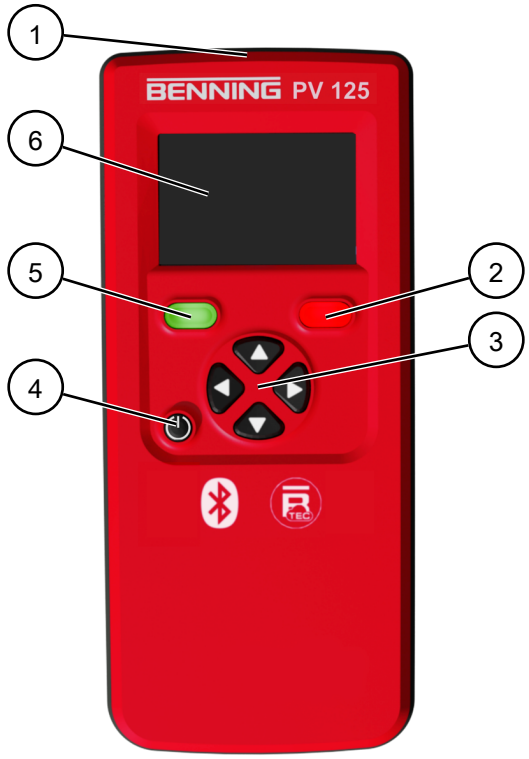


Figure 1: BENNING PV 125 device structure

1	Device top	2	Function key 2
3	Navigation keys	4	ON/OFF key
5	Function key 1	6	Digital display

Device top



Figure 2: Device top

1	Black measuring jack “-”
2	Yellow measuring jack “+”
3	Red measuring jack “R_{ISO}”

Rear panel of the device

- Battery compartment
- Notes and information about the device
- Serial number

4.2 Layout of the digital display

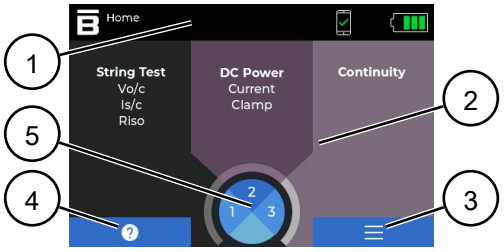


Figure 3: Digital display

1	Header	2	Main display area (menu, texts and measuring results)
3	Function of function key 2	4	Function of function key 1
5	Functions of the navigation keys		

Header

Various information is displayed in the header. Content of the header

- Current menu
- Dangerous voltages
- Remaining battery charge
- Connected devices

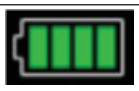
Symbol	Meaning
	The control indicator is shown if the device detects the presence of a dangerous voltage (>30 V).
	State of battery charge: Each bar corresponds to 25 % of the remaining charge. The colour of the bars depends on the charge. 1 bar: red 2 bars: yellow >2 bars: green
	The device is paired to the insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 3.
	The device is paired to a mobile device via the Bluetooth® interface.

Table 4: Symbols in the header

Navigation keys

If navigation keys are assigned a function, this will be shown on the digital display. Press the corresponding navigation key to execute this function.

Symbol	Meaning
	Executes the displayed cursor movements for data entry, navigation in a menu or movement within a page.
	Selects the saved automatic measurements on the start screen (“Home”).
	Selects the applied testing voltage before starting an insulating resistance measurement. You can select the following testing voltages: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC, 1 500 V-DC. For the string test, there is an additional “Skip” option. If you select “Skip”, the insulating resistance measurement will not be carried out.
	Deletes all selected elements or results from the memory management menus.
	Selects the desired option in the “Restore Defaults” menu and confirms the selected option.

Table 5: Navigation keys

Function keys

If function keys are assigned a function, this will be shown on the digital display. Press the corresponding function key to execute this function.

The function keys light up in different colours depending on their function.

- Blue: Executing a function
- Green: Starting a test
- Red: Cancelling a test

Symbol	Designation	Description
	Home	Switches to the start screen.
	Menu	Opens the main menu.
	Back	Switches to the previous screen.
	Apply	Confirms the selected option.
	Start Test	Starts a test or an automatic measurement.
	Save	Saves test details including the results.
	About	Shows information on the hardware and firmware of the device.
	Search	Searches for the BENNING CM 3-PV to be paired in the “Pair to Current Clamp” menu item.

Table 6: Function keys

4.3 Menu

Press the “Menu” function key ☰ to open the main menu. You can then navigate through the menu using the navigation keys.

Menu structure

Main Menu
- > Memory Management
  - > View Results
  - > Delete Test Results
  - > Restore to Default
    - > Clear Memory
    - > Default Settings
- > General Settings
  - > Time/Date Settings
  - > Display Settings
    - > Backlight Timeout
    - > Slider for display brightness
  - > Auto Shut Off
    - > Auto Shut Off Time
  - > Language
- > Manual Mode
  - > Current Clamp
  - > Continuity
  - > Riso
  - > Panel Voltage
- > Connectivity Settings
  - > Pair to Current Clamp
  - > Pair to Irradiance Meter

4.4 Functions

Switching the device ON/OFF

To switch the device on or off, press and hold the ON/OFF key for approx. 2 seconds.

The device switches off automatically after the set switch-off time (“Auto Shut Off”). You can select switch-off times from 3 to 15 minutes or disable the switch-off time.

Date and time

The date and time have been preset at the factory. You can also enter the date and time manually [▷ page 27]. When connected to the BTEC app, the time on the device automatically synchronises with the time on the mobile device.

4.4.1 Automatic measurements

You can start automatic measurements via the start screen (“Home”) [page 39]. This function allows you to carry out measurements one after the other using predefined test sequences. You can save automatic measurements.

AC/DC voltages at the black measuring jack “-” and yellow measuring jack “+” are displayed automatically.

Requirements

- Approved safety measuring lines
- Please observe the requirements for measuring [page 30].

Procedure

1. Select the desired automatic measurement using the respective navigation key.
2. Press the “Start Test” function key lit in green to start the automatic measurement. After each measurement, the measuring result will be displayed. As soon as all measuring results are displayed, the test sequence of the automatic measurement is complete.

Symbol	Meaning
	Test is carried out.
	Test was passed (as far as limits exist).
	Test was not passed (as far as limits exist). Or test was cancelled by pressing the stop key.

Table 7: Symbols for automatic measurements

4.4.2 Manual measurements

You can carry out all measurements as manual measurements [page 32]. These are required e. g. for diagnostic tests. Manual measurements cannot be saved.

AC/DC voltages at the black measuring jack “-” and yellow measuring jack “+” are displayed automatically. Exception: Insulating resistance measurement “Riso”

Requirements

- Approved safety measuring lines
- Please observe the requirements for measuring [page 30].

Procedure

1. Press the “Menu” function key .
2. Navigate to “Manual Mode” using the navigation keys.
3. Navigate to the desired measurement and select it using the “Apply” function key .
4. Press the “Start Test” function key lit in green to start the measurement.
   After measurement, the measuring result will be displayed.
5. Press the “Back” function key lit in blue to return to the previous screen.

4.4.3 Memory management

4.4.3.1 Saving data records and adding references

The device can save up to 1 000 data records. A data record contains any combination of tests that were carried out as part of an automatic measurement. Manual measurements cannot be saved.

Requirements

- The automatic measurement to be saved is complete.
- You know the required reference data (“Site Location”, “Inverter Number”, “String Number”).

Procedure

1. Press the “Save” function key lit in blue to save the measurements.
   The “User Input > Site Location” screen opens.
2. Enter the object name (name or location of the object, “Site Location”) and save it.
   The “User Input > Inverter Number” screen opens.
3. Enter the inverter ID (“Inverter Number”) and save it.
   The “User Input > String Number” screen opens.
4. Enter the string ID (“String Number”) and save it.
   Successful saving will be acknowledged with a message. The data record has been created.

4.4.3.2 Displaying measurements (“View Results”)

You can display all measurements.

Menu

- “Main Menu > Memory Management > View Results”

Requirements

- You have saved at least one measurement.

Procedure

1. Select the desired measurement using the navigation keys and press the “Apply” function key to confirm.
2. Select the desired part of the measurement using the navigation keys and press the “Apply” function key to confirm.
3. Press the “Back” function key repeatedly until you got to the desired menu item.

4.4.3.3 Deleting measurements (“Delete Test Results”)

You can delete selected measurements.

Menu

- “Main Menu > Memory Management > Delete Test Results”

Requirements

- You have saved at least one measurement.

Procedure

1. Select the measurements to be deleted using the navigation keys and press the “Apply” function key  to confirm.
2. Press the navigation key  to delete the selected measurements.
3. Confirm the deletion process pressing the “Apply” function key  or cancel the deletion process pressing function key 1.

4.4.3.4 Resetting default values (“Restore Defaults”)

The “Restore Defaults” menu includes two options:

- “Clear Memory” deletes all saved measurements.
- “Default Settings” deletes all saved measurements and resets the following data to the default settings:
  - Distance to paired BENNING CM 3-PV
  - Channel ID for pairing of the BENNING SUN 3
  - Names for object, inverter ID and string ID (“Site Location”, “Inverter Number” and “String Number”)

Menu

- “Main Menu > Memory Management > Restore Defaults”

Procedure

1. Select the desired option using the navigation keys and press the “Apply” navigation key  to confirm.
2. Press the “Start Test” function key  .

4.4.4 BENNING SUN 3

The insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 3 is an optional accessory and can send the following measured values to the device via radio transmission [page 29]:

- Insolation (W/m²)
- PV module temperature
- Ambient temperature
- Date and time stamp

Indications on the digital display of the device

- If the  symbol is visible in the header, the BENNING SUN 3 is connected to the device via the Long-Range (LoRa) radio interface.
- Within radio range, measured values are displayed right next to the  symbol underneath the BENNING logo.
- Within radio range, the measured insolation value (W/m²) is displayed.
- If the temperature sensor is connected to the “PROBE” socket, the PV module temperature (“Panel”) and ambient temperature (°C) are also displayed when the device is within radio range.
- The values are only shown during the automatic measurements “String Test” and “DC Power” as well as during the manual measurements “Panel Voltage” and “Current Clamp”.
- The BENNING SUN 3 switches off automatically after the following time periods:
  - 15 minutes unused in unpaired state
  - 30 minutes in the dark
  - 12 hours after switching on for the first time

4.4.5 BENNING CM 3-PV

The TRUE RMS digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV is an optional accessory. When paired, it can send the current measured by means of the measuring clamp to the device via radio transmission [page 28].

- The rotary switch of the BENNING CM 3-PV must be in position “A”. DC must be set using the “SELECT” key.
- The device must be paired and connected to the BENNING CM 3-PV via radio connection.
- The values are only shown during the automatic measurement “DC Power” and the manual measurement “Current Clamp”. The digital display shows “Connected” above the “Back” function key  .

4.5 Measuring ranges

Measuring accuracy

The measuring accuracy is specified as the sum of the following:

- Relative part of the measured value
- Number of digits (counting steps of the last digit)

The specified measuring accuracy applies at a temperature of 24 °C ±6 °C and a relative air humidity lower than 80 %.

4.5.1 Resistance ranges

Protective conductor resistance R_{PE}

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
0.05 … 0.09 Ω	Max. 0.01 Ω	±(2 % + 1 digit)
0.10 … 0.19 Ω		±(2 % + 2 digits)
0.20 … 1.99 Ω		±(2 % + 3 digits)
2 … 4.9 Ω		±(2 % + 2 digits)
5 … 199 Ω		±(2 % + 5 digits)

Table 8: Measuring range for measuring the protective conductor resistance R_{PE}

- Testing current: >200 mA (2 Ω)
- Open-circuit voltage: >4 V-DC
- Null balance: up to approx. 10 Ω
- Number of periodic inspections (IEC 61557-4): approx. 4 000 (1 s test)

Insulating resistance R_{ISO}

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
0.05 ... 0.19 MΩ	0.01 MΩ	±(5 % + 1 digit)
0.20 ... 1.99 MΩ	0.01 MΩ	±(5 % + 3 digits)
2.0 ... 5.0 MΩ	0.1 MΩ	±(5 % + 2 digits)
5.1 ... 19.9 MΩ	0.1 MΩ	±(5 % + 5 digits)
20 ... 99 MΩ	1 MΩ	±(5 % + 5 digits)
>99 MΩ	1 MΩ	±(10 % + 5 digits)

Table 9: Measuring accuracy and resolution depending on the measuring range of the insulating resistance R_{ISO}

V_{ISO}	Limit of the insulating resistance
250 V	0.5 MΩ
500 V	1.0 MΩ
1 000 V	1.0 MΩ
1 500 V	1.0 MΩ

Table 10: Preset limits of the insulating resistance

Measuring ranges (IEC 61557-2) for automatic measurement “String Test”

Measuring range	Viso
0.05 ... 200 MΩ	250 V / 500 V
0.05 ... 999 MΩ	1 000 V / 1 500 V

Table 11: Measuring ranges of the insulating resistance R_{ISO} in the automatic measurement “String Test”

Testing voltage: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC or 1 500 V-DC (positive deviation up to 20 %)

- Testing current: >1 mA, <2 mA in case of a short-circuit
- Number of periodic inspections (IEC 61557-2): approx. 4 000 (1 s test)
- Max. system capacitance: 2 µF

Measuring ranges (IEC 61557-2) for manual measurement “Riso”

Measuring range	Viso
0.05 ... 300 MΩ	250 V
0.05 ... 500 MΩ	500 V
0.05 ... 999 MΩ	1 000 V / 1 500 V

Table 12: Measuring ranges of the insulating resistance R_{ISO} in the manual measurement “Riso”

Testing voltage: 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC or 1 500 V-DC (positive deviation up to 20 %)

- Testing current: >1 mA, <2 mA in case of a short-circuit
- Number of periodic inspections (IEC 61557-2): approx. 4 000 (1 s test)
- Max. system capacitance: 2 µF

4.5.2 Voltage ranges

Open-circuit voltage V_{OC} of the PV module/ PV string and voltage

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy (AC: 50 … 60 Hz, DC)
10 … 1 500 V-DC	Max. 0.1 V	±(0.5 % + 2 digits)
-10 … -440 V-DC	0.1 V	±(5 % + 2 digits)
10 … 440 V-AC	0.1 V	±(5 % + 2 digits)

Table 13: Measuring range for measuring the open-circuit voltage V_{OC} of the PV module/ PV string and the voltage

4.5.3 Current ranges

Short-circuit current I_{SC} of the PV module or PV string

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
0.50 … 25.00 A-DC	Max. 0.01 A	±(1 % + 2 digits)

Table 14: Measuring range for measuring the short-circuit current I_{SC} of the PV module or PV string

Current via TRUE RMS digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV (optional)

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy (AC: 50 … 60 Hz, DC)
0.1 … 400.0 A-DC	0.1 A	±(2 % + 5 digits)

Table 15: Measuring range for measuring the current by means of the TRUE RMS digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV (optional)

4.5.4 Power ranges

Power of the PV module / PV string (voltage via PV measuring lines with Y adapter and MC4-compatible connectors and current via BENNING CM 3-PV)

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
0.50 … 600 kW	0.01 kW	±(6 % + 2 digits)

Table 16: Measuring range for power measurement of the PV module / PV string

5 Operation

The device enables you to carry out various tests and measurements.

5.1 Configuration

5.1.1 Selecting the language

Go to “Language” to select the desired language.

Menu

- “Main Menu > General Settings > Language”

Procedure

1. Select the desired language and confirm it.
   – English
   – German
2. Press the “Back” function key to go to the higher menu level.

5.1.2 Setting the date and the time

Go to “Time/Date Settings” to change the date format, date and time.

Menu

- “Main Menu > General Settings > Time/Date Settings”

Procedure

1. Select the desired date format and confirm it.
   – DD/MM/YYYY
   – MM/DD/YYYY
   – YYYY/MM/DD
2. Select the desired date and confirm it.
3. Select the desired time and confirm it. The entered values have been saved.
4. Press the “Back” function key to go to the higher menu level.

5.1.3 Setting the switch-off time

Go to “Auto Shut Off” to select the time after which the device switches off (automatic switch-off).

Menu

- “Main Menu > General Settings > Auto Shut Off”

Procedure

1. Select the desired switch-off time and confirm it. The entered value will be saved.
   – Disabled
   – 3Min, 6Min, 9Min, 12Min, 15Min
2. Press the “Back” function key to go to the higher menu level.

5.1.4 Setting the display settings

Go to “Display Settings” to select both the brightness of the backlight and the time after which it is dimmed.

Menu

- “Main Menu > General Settings > Display Settings”

Procedure

1. Use the navigation keys ▲ or ▼ to select the desired time.
   – 30Sek, 1Min, 2Min, 3Min, 5Min
2. Use the navigation keys ► or ◄ to select the desired brightness. It will be visualised via a bargraph indication. Press the “Apply” function key to save the selected settings.
3. Press the “Back” function key to go to the higher menu level.

5.1.5 Pairing the device with the BENNING CM 3-PV (optional)

Requirements

- The BENNING CM 3-PV (optional accessory) is in the vicinity of the device.
- Please observe the specifications given in the operating manual of the BENNING CM 3-PV.
- Make sure that there are no electric devices in direct vicinity.

Procedure

1. Switch on the digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV.
2. Switch on the device.
3. In the device menu, navigate to “Connectivity Settings > Pair to Current Clamp”.
4. Press the “Apply” function key.
5. Press the “Search” function key to display all available BENNING CM 3-PV devices.
6. Select the desired BENNING CM 3-PV using the device ID. The ID can be found on the back in the area of the measuring clamp. The last 6 digits of the device ID correspond to the serial number.
7. Press the “Apply” function key. You will see the message “Connection status”: “Connected”.
8. Press the “Apply” function key.
9. Press the “Back” function key to go to the higher menu level.

Result

You have paired the device with the BENNING CM 3-PV. The radio connection is active.

5.1.6 Pairing the device with the BENNING SUN 3 (optional)

Requirements

- The BENNING SUN 3 (optional accessory) is in the vicinity of the device.
- Please observe the specifications given in the operating manual of the BENNING SUN 3.
- Make sure that there are no electric devices in direct vicinity.

Procedure

1. Switch on the device.
2. Switch on the BENNING SUN 3. Simultaneously press the keys and .
3. Simultaneously press the keys and of the BENNING SUN 3 for approx. 2 s.
4. Release both keys. You will see the active channel ID.
5. If necessary, change the channel ID (0 to 5) using the or key and keep it in mind.
6. Save the channel ID using the key.
7. In the device menu, navigate to “Connectivity Settings > Pair to Irradiance Meter”.
8. Press the “Apply” function key. You will see the active channel ID.
9. Select the same channel ID using the navigation keys.
10. Press the “Apply” function key. You will see the message “Configuration”: “Finished saving successfully!”.
11. Press the “Apply” function key. You will see the message “Restart needed”: “Please restart both devices.”.
12. Press the “Apply” function key.
13. Switch off the device.
14. Switch off the BENNING SUN 3. Simultaneously press the keys and for approx. 2 s.

Result

You have paired the device with the BENNING SUN 3. As soon as you switch on both the device and the BENNING SUN 3, the radio connection will be enabled.

- A permanently shown triangle above the key on the digital display of the BENNING SUN 3 indicates that a device has been paired.
- If the radio connection is active on a paired device, this is additionally indicated by a flashing triangle above the key on the digital display.
- If the BENNING SUN 3 has never been paired before, a slowly flashing triangle is displayed above the key (2 S on and 10 s off).

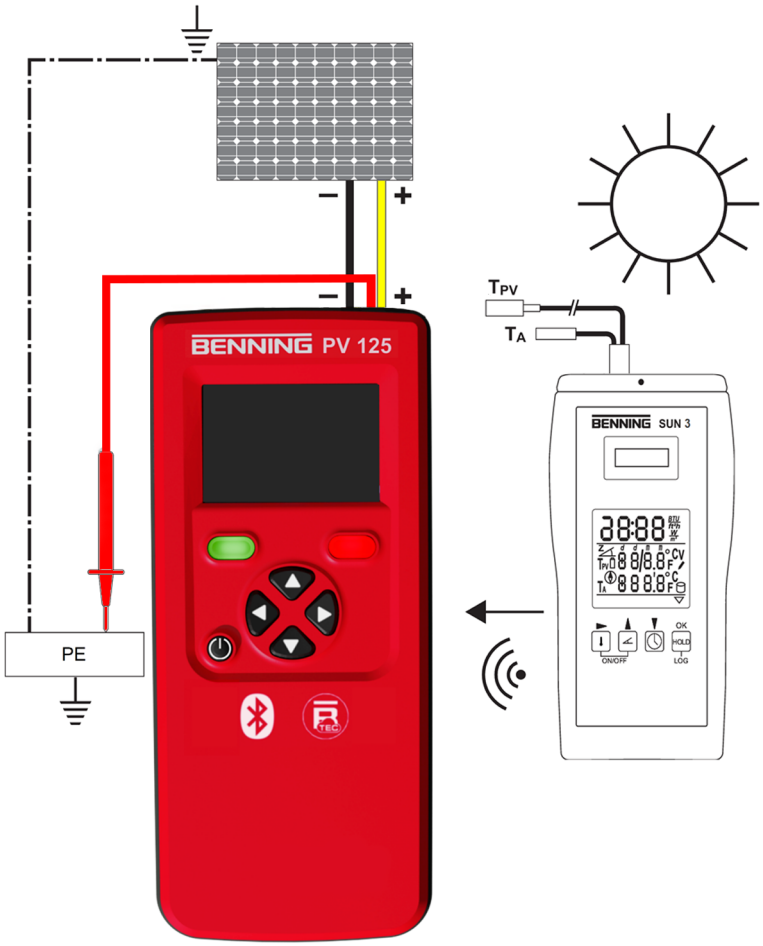


Figure 4: Radio connection to the BENNING SUN 3

5.2 Requirements for tests and measurements

Please observe the following basic requirements for tests and measurements:

- Before carrying out tests and measurements, disconnect all poles of the PV generator from the PV inverter. The PV generator must be isolated from the electric power supply! Neither the positive nor the negative pole of the PV generator must be earthed!
  Exception for power and current measurements by means of the BENNING CM 3-PV: The PV generator must be connected to the inverter.
- Make sure that all switching and disconnecting devices are open and all PV strings are insulated from each other.
- Please observe that the PV generator must not exceed the maximum open-circuit voltage of 1 500 V and the maximum short-circuit current of 25 A.
- It is recommended to carry out the tests and measurements only on individual PV strings.
- No power optimisers are installed in the PV generator.
- Only connect the device according to the connection diagram of the associated test or measurement.
- The battery of the device is charged.
- The yellow "+" measuring jack and the black "-" measuring jack can also be used to measure an AC voltage of up to 440 V.
- Only use approved safety measuring lines [page 31].
- Disconnect any safety measuring lines not required for the respective test or measurement from the device.

- Please consider sources of interference that might be present. Strong sources of interference in the vicinity of the device might involve unstable readings and measuring errors.
- Disconnect the device from the test object immediately after finishing the test or measurement as well as during the cool-down phase.



⚠ DANGER

Maximum admissible voltage

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage.

- Use the device only in electric circuits up to overvoltage category III with a conductor for a maximum of 1 500 V or overvoltage category IV with a conductor for a maximum of 1 000 V to earth.

5.3 Connecting the safety measuring lines

For certain tests and measurements, it is necessary to connect the safety measuring lines to the device.

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- Safety measuring lines

  The safety measuring lines must be approved for the device (e. g. safety measuring lines included in the scope of delivery) and be in a technically perfect and operationally safe condition.
  - Check the specifications regarding nominal voltage and nominal current.
  - Check the insulation of the safety measuring lines.
  - Check the safety measuring lines for continuity.
  - Replace defective safety measuring lines.
- During tests and measurements, only touch the safety measuring lines in the area intended for your hands.



⚠ WARNING

Dangerous voltage

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage in case of incorrect operation.

- Do not touch the bare measuring probe tips of the safety measuring lines or the bare contacts of the optional alligator clips, Only touch the safety measuring lines in the area intended for your hands.
- Please note that dangerous testing voltages might be present at the device during insulating resistance measurement. These might also be applied to the measuring circuit if safety measuring lines are contacted.
- Connect the safety measuring lines to the correspondingly marked measuring jacks of the device and check them for tight fit.
- Only use approved safety measuring lines.
- When disconnecting the measuring circuit, first remove the live safety measuring line (phase) and then the neutral safety measuring line from the measuring point.

Procedure for 4 mm safety measuring lines

1. Connect the black 4 mm safety measuring line to the black 4 mm jack of the device.
2. Connect the yellow 4 mm safety measuring line to the yellow 4 mm jack of the device.
3. Connect the red 4 mm safety measuring line to the red 4 mm jack of the device.

Procedure for PV safety measuring lines

1. Connect the black PV safety measuring line to the black 4 mm measuring jack of the device.
2. Connect the yellow PV safety measuring line to the yellow 4 mm measuring jack of the device.

5.4 Manual measurements

5.4.1 Open-circuit voltage and short-circuit current measurements

Go to “Panel Voltage” to start the open-circuit voltage and short-circuit current measurements. The following measurements will be made:

- Measurement of the PV open-circuit voltage V_{OC}
- Measurement of the PV short-circuit current I_{SC}

Menu

- “Main Menu > Manual Mode > Panel Voltage”

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- Corresponding measuring ranges [page 23]
- Stable insolation conditions
- Approved safety measuring lines



Figure 5: Open-circuit voltage and short-circuit current measurements

Procedure

1. Connect the PV safety measuring lines to the device [page 31].
2. Bring the PV safety measuring lines into contact with the individual PV module or the individual PV string.

   Make sure that the respective safety measuring lines are contacted properly and safely with the PV generator.
3. Press the “Start Test” function key to start the “Panel Voltage” measurement.

   When the measurement is completed, the measured values will be shown on the digital display.

5.4.2 Insulating resistance measurement (point-to-point, P2P)

Go to “Riso” to carry out an insulating resistance measurement.

Menu

- “Main Menu > Manual Mode > Riso”

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- Corresponding measuring ranges [page 23]
- Approved safety measuring lines
- Measuring point must be free of voltage

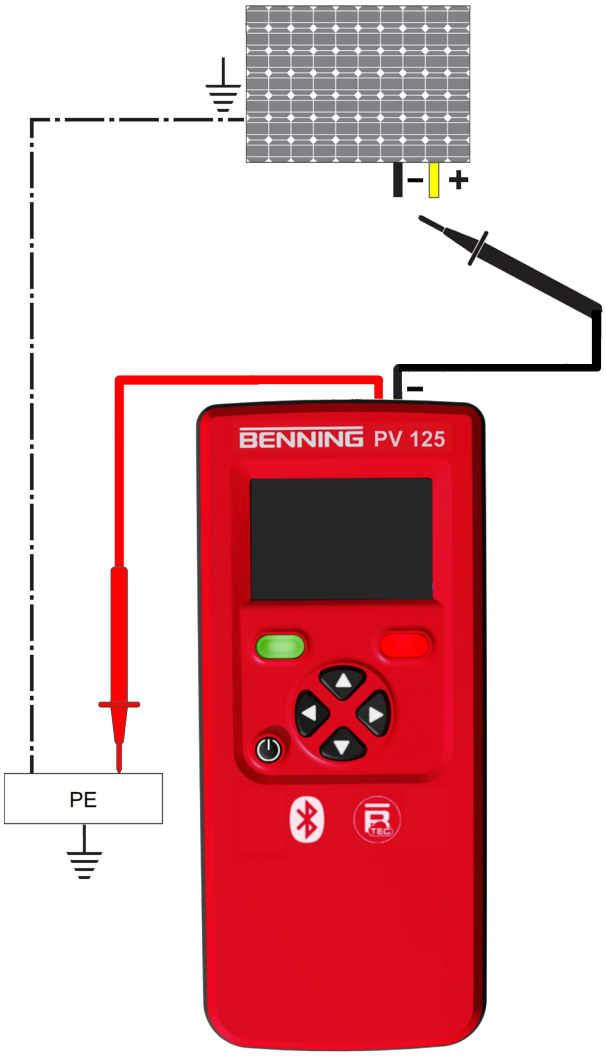


Figure 6: Insulating resistance measurement (point-to-point, P2P)

Procedure

1. Connect the black 4 mm safety measuring line to the black “-” measuring jack.
2. Bring the black 4 mm safety measuring line into contact with one of the two connecting cables (positive pole or negative pole) of the PV module / PV string. Make sure that the black 4 mm safety measuring line is contacted properly and safely with the connecting cable.
3. Connect the red 4 mm safety measuring line to the red measuring jack.
4. Bring the red 4 mm safety measuring line into contact with a metal part (frame or mounting system) of the PV generator.

   If the PV generator is properly earthed, you can alternatively measure the insulating resistance against a safe earth connection (e. g. equipotential busbar).

   If the PV generator is not earthed, first measure the insulating resistance against a metal part (frame or mounting system) of the PV generator and then against a safe earth connection (e. g. equipotential busbar).
5. Select the desired insulation test voltage of 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC or 1 500 V-DC. To do this, press the “U+” navigation key until the desired insulation test voltage is shown on the digital display.
6. Start the insulating resistance measurement. To do this, press the “Start Test” function key.

   When the measurement is completed, the measured values will be shown on the digital display.

   If the measured insulating resistance is higher than the preset limits, the  symbol will be shown next to the measured value on the digital display. If the measured value is lower than the limits, the  symbol will be displayed.
7. Repeat the measurement for the other connecting cable of the PV module / PV string.

5.4.3 Operating current and operating power measurements

Go to “Current Clamp” to measure the operating current and the operating power using a connected BENNING CM 3-PV digital current clamp multimeter. Select the measurement via the manual measurement “Current Clamp”. The following measurements will be made:

- Measurement of the operating voltage U
- Measurement of the operating current I_{CLAMP}
- Measurement of the operating power P

Menu

- “Main Menu > Manual Mode > Current Clamp”

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- Corresponding measuring ranges [page 23]
- Stable insolation conditions
- Approved safety measuring lines
- The device is paired and connected to the digital current clamp multimeter BENNING CM 3-PV. [page 28]
- The rotary switch of the BENNING CM 3-PV must be in position “A”. DC must be set using the “SELECT” key.
- To connect the device to a PV string that is connected to an inverter, you need an optional set of PV measuring lines with Y adapter for power measurement which is MC4-compatible.

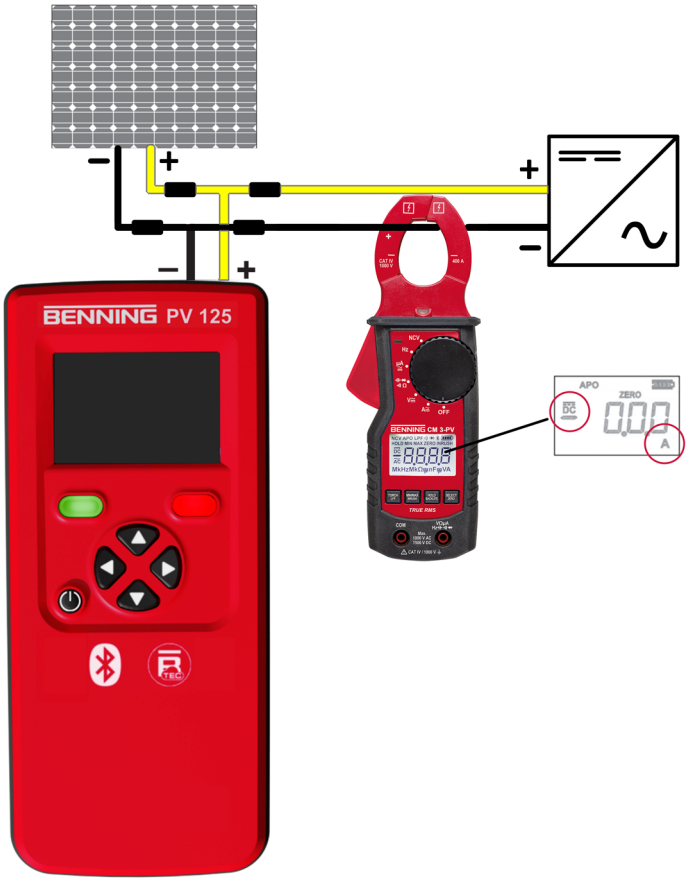


Figure 7: Operating current and operating power measurements using the BENNING CM 3-PV

Procedure

1. Connect the PV generator to the inverter and the black measuring jack “-” of the device using the black measuring line belonging to the set of PV measuring lines with Y adapter.
2. Connect the PV generator to the inverter and the yellow measuring jack “+” of the device using the yellow measuring line belonging to the set of PV measuring lines with Y adapter.
3. On the BENNING CM 3-PV, select rotary switch position A≂.
4. Press the “SELECT / ZERO” key of the BENNING CM 3-PV to switch from AC to DC.
5. Clamp one of the two conductors by means of the measuring clamp.

   When the measurements are completed, the measured values will be shown on the digital display.

5.4.4 Null balancing of the 4 mm safety measuring lines

Before measuring the protective conductor resistance (R_{PE}) with new safety measuring lines, carry out a null balance.

Menu

- “Main Menu > Manual Mode > Continuity”

Requirements

- Approved safety measuring lines
- Please observe the requirements for measuring [page 30].



Figure 8: Null balancing of the 4 mm safety measuring lines

Procedure

1. Connect the 4 mm safety measuring lines to the device [page 31].
2. Short-circuit the two measuring probes of the 4 mm safety measuring lines by contacting them.
3. Start the null balance by pressing the navigation key ► “Null”. Null balance is carried out.
   Please note that measuring line resistances of up to 10 Ω can be compensated for.

5.4.5 Protective conductor resistance measurement

Go to “Continuity” to carry out a protective conductor resistance measurement.

Menu

- “Main Menu > Manual Mode > Continuity”

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- Corresponding measuring ranges [page 23]
- Approved safety measuring lines
- You have carried out a null balance.
- In an error-free condition of the PV module / PV string, no voltage is applied to the measuring points.
- If a voltage
  - higher than or equal to 10 V or
  - lower than or equal to -10 V

  is applied to the test probes during measurement, the voltage U_{PE} will be displayed and the measurement will be blocked.

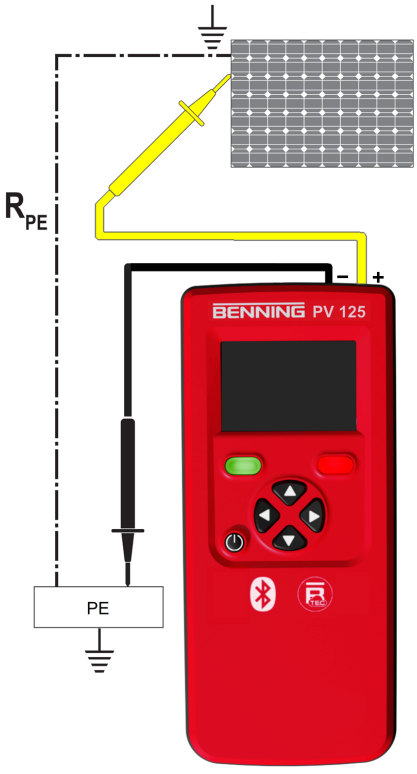


Figure 9: Protective conductor resistance measurement

Procedure

1. Connect the 4 mm safety measuring lines to the device [page 31].
2. Bring the 4 mm safety measuring lines into contact with the measuring points.
3. Press the “Start Test” function key and read the measured value on the digital display.

5.5 Automatic measurements

5.5.1 String testing

Start the automatic measurement by selecting “String Test” on the start screen using the navigation keys. The following measurements will be made:

- Measurement of the PV open-circuit voltage V_{OC}
- Measurement of the PV short-circuit current I_{SC}
- Measurement of the insulating resistance R_{ISO}

  During the insulating resistance measurement, the PV generator is shorted. Measurement is made between the red measuring jack and the shorted measuring jacks “+” (yellow) and “-” (black).

Requirements

- Please observe the requirements for measuring [page 30].
- The DC polarity is correct and the DC voltage is in the range between 10 and 1 500 V.
- Corresponding measuring ranges [page 23]
- Stable insolation conditions
- Approved safety measuring lines

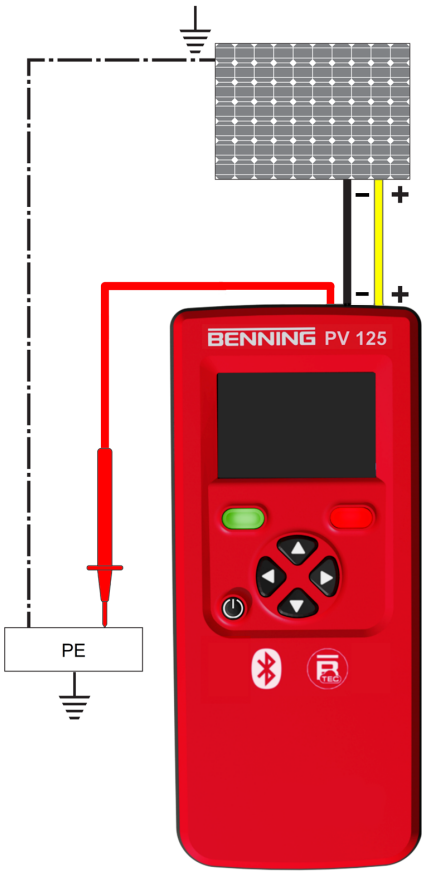


Figure 10: String testing

Procedure

1. Connect the PV safety measuring lines to the device [page 31].
2. Bring the PV safety measuring lines into contact with the individual PV module or the individual PV string.

   Make sure that the respective PV safety measuring lines are contacted properly and safely with the PV generator.

   If DC voltage is applied to the PV safety measuring lines, the PV open-circuit voltage will be measured automatically.
3. Connect the red 4 mm safety measuring line to the device [page 31].
4. Bring the red 4 mm safety measuring line into contact with a metal part (frame or mounting system) of the PV generator.

   If the PV generator is properly earthed, you can alternatively measure the insulating resistance against a safe earth connection (e. g. equipotential busbar).

   If the PV generator is not earthed, first measure the insulating resistance against a metal part (frame or mounting system) of the PV generator and then against a safe earth connection (e. g. equipotential busbar).
5. Select the desired insulation test voltage of 250 V-DC, 500 V-DC, 1 000 V-DC or 1 500 V-DC. To do this, press the “U+” navigation key until the desired insulation test voltage is shown on the digital display.

   If you select “Skip”, the insulating resistance measurement will not be carried out.
6. Start the automatic measurement. To do this, press the “Start Test” function key.

   When the measurement is completed, the measured values will be shown on the digital display.

   If the measured insulating resistance is higher than the preset limits, the  symbol will be shown next to the measured value on the digital display. If the measured value is lower than the limits, the  symbol will be displayed.
7. Press the “Save” function key to save the measured value.
8. You can assign the following test reference to the measurement:
   - Site Location
   - Inverter Number
   - String Number

5.5.2 DC power measurement

Measure the operating current and the operating power by selecting “DC Power” on the start screen using the navigation keys. Thus, you start the same measurement as with the manual measurement “Current Clamp” [page 35]. You can save the measuring results.

5.5.3 Continuity measurement

Measure the protective conductor resistance by selecting “Continuity” on the start screen using the navigation keys. Thus, you start the same measurement as with the manual measurement “Continuity” [page 38]. You can save the measuring results.

5.6 Documentation of measurements via BENNING Test Equipment Cloud (BTEC)

You can use the BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) as an innovative cloud solution for documentation, creation of reports and management of your testing tasks.

Requirements

- Connection to the BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) via one of the following options:
  - Mobile device with installed BTEC app (Android or iOS) and connection to the Internet
  - Bluetooth-enabled Windows PC or Apple Mac with Chrome web browser installed and connection to the Internet
- For more information, please refer to:

  http://btec-info.benning.de

6 Maintenance

The battery compartment may be opened for maintenance work. Apart from that, there are no components in the device that you can replace.



⚠ WARNING

Opening the device

Danger to life or serious injury is possible due to contact with high electric voltage when opening the device. The device might get damaged.

- Make sure that the device is free of voltage before opening the battery compartment.
- Do not open the device (except for the battery compartment).
- Please contact your specialty retailer or the returns management for any repairs [page 9].

6.1 Maintenance schedule

The following table provides an overview of all maintenance and servicing work that you must carry out permanently or at regular intervals.

Interval	Measures
Regularly, as needed	• Cleaning the device [page 42]
As needed / every 6 months	• Charging the battery [page 43]
Every 12 months	• Calibrating the device [page 44]

Table 17: Maintenance schedule

6.2 Making the device free of voltage

If you want to open the battery compartment for maintenance work, make sure first that the device is free of voltage.

Procedure

1. Remove the device from the measuring point.
2. Disconnect the safety measuring lines from the device.
3. Switch off the device.

6.3 Cleaning the device

Clean the device regularly and as the need arises. Make sure that the battery compartment and the battery contacts are not contaminated by leaking battery electrolyte.

Requirements

- A clean and dry cloth or special cleaning cloth
- Voltage-free device [page 42]

NOTICE

Wrong cleaning agents

Using the wrong cleaning agents can damage the device.

- Do not use any solvents, abrasives or polishing agents.

Procedure

1. Clean the exterior of the device with a clean and dry cloth or a special cleaning cloth.
2. Check the battery compartment. To open and close the battery compartment, follow the procedure given in the chapter “Replacing the batteries”.
3. In case of electrolyte contamination or white deposits in the area of the battery or the battery compartment, clean the batteries and these areas by means of a clean and dry cloth. Replace the batteries, if necessary.

6.4 Replacing or charging the battery

Charge the battery completely before using the device for the first time and as needed. Only use the PV 125 / PV 225 charging base (item no.: 11005060) included in the scope of delivery to charge the battery.

States of charge:

The charging base indicates the state of charge via a LED lighting in red/green.

- Flashing red and green alternately: Power supply is available, but no battery is connected.
- Flashing red: The battery is charging. The state of charge is below 33 %.
- Flashing red and green simultaneously: The battery is charging. The state of charge is between 33 % and 66 %.
- Flashing green: The battery is charging. The state of charge is between 66 % and 100 %.
- Lighting green constantly: The battery is fully charged.

Requirements

- Battery included in the scope of delivery, undamaged
- Included charging base PV 125 / PV 225 with USB-C jack
- Power supply unit with USB-C connector (Please observe the technical data on the bottom of the charging base.)
- Suitable slotted screwdriver
- Make sure that there is no flammable material within 2 metres of the charging base during the charging process.

Procedure

1. Unscrew the screw of the battery compartment on the rear of the device.
2. Remove the battery compartment cover.
3. Place one hand over the battery and turn the device over. The battery falls into your hand.
4. Connect the power supply unit to the charging base and to the mains by means of the USB-C connector.

5. Insert the battery into the charging base so that the contacts of the battery and those of the charging base are in contact. The LED indicates that the battery is charging.
6. When the charging process is completed, remove the battery.
7. Insert the battery into the device so that the contacts of the battery and those of the device are in contact.
8. Place the battery compartment cover onto the compartment.
9. Screw the battery compartment cover tight onto the device.

6.5 Calibrating the device

Benning guarantees compliance with this technical and accuracy specifications stated in this operating manual for the first 12 months after the delivery date.

To maintain accuracy of the measuring results, make sure that the device is recalibrated in annual intervals by the BENNING Service [page 9].

As part of a calibration, the device is provided with the latest firmware update and thus always remains up to date.

http://calibration.benning.de

6.6 Updating the firmware

You can only use the full functionality of the BTEC app with the latest device firmware.

Requirements

- Device with outdated firmware
- Connection to the BENNING Test Equipment Cloud (BTEC) via one of the following options:
  - Mobile device with installed BTEC app (Android or iOS) and connection to the Internet
  - Bluetooth-enabled Windows PC or Apple Mac with Chrome web browser installed and connection to the Internet

Procedure

1. Connect the device to a mobile device or Bluetooth-enabled Windows PC or Apple Mac.
2. Open the BTEC app or http://btec.benning.de.

   The device reports its currently installed firmware version.

   If a more recent firmware is available, you will be prompted to accept the latest firmware and start the transfer.
3. Accept it and start the transfer.

   The firmware update starts. Once the update is complete, the device restarts.
4. Press the “About” function key to see the current firmware version.

7 Technical data

Protection class	II (double or reinforced insulation)
Contamination level	2
Protection category (DIN VDE 0470-1, IEC / EN 60529)	IP 40 1st digit: 4 = protection against access to dangerous parts and protection against solid impurities (diameter >1.0 mm) 2nd digit: 0 = no protection against water
Measuring category	• CAT III 1 500 V-DC to earth, • CAT III 300 V-AC to earth
Housing dimensions (length x width x height)	265 mm x 115 mm x 78 mm
Weight (batteries included)	approx. 1 kg
Battery type	Rechargeable lithium-ion battery 11.55 V, 2 930 mAh
Digital display	3.5” colour display (480 x 320 pixels)
Electromagnetic compatibility (EMC)	IEC / DIN EN 61326
Operating duration	Short-term use (no continuous operation)
Max. barometric altitude	2 000 m
Operating temperature	+5 … +40 °C (do not permanently expose the device to sunlight)
Relative air humidity	Dry, non-condensing
Operating conditions	To be used inside or outside buildings, both in dry environments
Storage (remove the battery from the device)	
Ambient temperature	-25 … 65 °C (do not permanently expose the device to sunlight)
Relative air humidity	Dry, non-condensing
4 mm safety measuring lines	
Standard	IEC / DIN EN 61010-031 (VDE 0411-031)
Measuring category (only applies to the safety measuring lines, additionally observe the limitations of the device)	• CAT IV 1 000 V to earth
Max. rated current	12 A
Length	1.5 m
PV safety measuring lines	
Measuring category (only applies to the safety measuring lines, additionally observe the limitations of the device)	• CAT III 1 500 V to earth
Max. rated current	36 A
Length	1.1 m

Table 18: Technical data

8 Disposal and environmental protection

	At the end of product life, dispose of the unserviceable device and the batteries via appropriate collecting facilities provided in your community.

9 Appendix

9.1 Troubleshooting

Message	Displayed in	Possible corrective measure
There is an external voltage. Please remove all external sources.	Continuity	• Disconnect the external voltage source from the measured circuit. • Repeat the measurement.
There is an external voltage. Please remove all external sources.	String Test / Riso	• Check the connections of the measured circuit. • Repeat the measurement. • Do not exceed the measuring range. • Check whether the frame of the panel is correctly earthed.
Measurement circuit Error 1! Please retry test. If the problem persists, please contact the BENNING Service.	String Test	• Check the connections of the measured circuit. • Repeat the measurement. • Do not exceed the measuring range. If the problem persists, please contact the BENNING Service.
Measurement circuit Error 2! Please retry test. If the problem persists, please contact the BENNING Service.	String Test	• Check the connections of the measured circuit. • Repeat the measurement. • Do not exceed the measuring range. If the problem persists, please contact the BENNING Service.
Fuse error! Please contact the BENNING Service.	String Test	• The internal fuse is defective. Please contact the BENNING Service.
High temperature, please allow to cool.	String Test	• Disconnect the device from the mains. • Let it cool down before carrying out further measurements.
Internal error. If the problem persists, please contact the BENNING Service.	General / Continuity	• Switch the device off and on again. • If the problem persists, please contact the BENNING Service.

Table 19: Possible error messages and corrective measures

For more error messages and corrective measures, please refer to: https://tms.benning.de/pv-info

Index

A

Accessories 15
Automatic measurements 20
Automatic switch-off 27

B

Basic knowledge 8
BENNING CM 3-PV 23
BENNING PV 125 7
BENNING SUN 3 23
  Radio connection 29
Brightness of the backlight 28

C

Calibrating 44
Charging the battery
  States of charge 43
Cleaning 42
Clear memory 22
CM 3-PV 23
Continuity 38
Copyright 2
Current clamp 35

D

Date 19, 27
Date format 27
Default settings 22
Deleting measurements 22
Device
  Calibrating 44
  Cleaning 42
  Securing 14
Device top 16
Directives 10
Disclaimer 2, 12
Display settings 28
Displaying measurements 21
Disposal 46
Documentation 2

E

Environmental protection 46

F

Function keys 18
Further information 7

H

Header 17
History 8
Holder of rights 2

I

Insulating resistance measurement 34
Intended use 12

L

Language 27

M

Maintenance 42
Maintenance schedule 42
Manual measurements 20
Manufacturer 2
Measurement
  Requirements 30
Measuring accuracy 23
Measuring range
  Current 25
  Insulating resistance 24, 25
  Power 26
  Protective conductor resistance 24
  Short-circuit current 25
Memory management 21
Menu structure 19

N

Naming convention 7
Navigation keys 18
Non-discrimination 2
Null balancing 37

O

Open-circuit voltage measurement 32
Operation 27

P

Preset limits
  Insulating resistance 24
Protective conductor resistance measurement 38
Purpose of the operating manual 8
PV 125 7

R

Rear panel of the device 17
Return address 9
Returns management 9
Riso Isolation 34
Riso measurement 34

RPE measurement 38

S

Safety measuring lines
  Connecting 31
Saving data records 21
Scope of delivery 15
Securing 14
Service & Support
  Technical Support 9
Short-circuit current measurement 32
Standards 10
String Test 39
SUN 3 23
  Radio connection 29
Switching off 19
Switching on 19
Switch-off time 27
Symbols
  Device 11
  Operating manual 12

T

Target group 7
Technical data 45
Technical Support 9
Test
  Requirements 30
Time 19, 27
Trademarks 8

V

Voltage-free 42

W

Warning system 10
Warranty 12

The text and illustrations correspond to the state of technology at the time of printing. Subject to technical changes. No liability accepted for printing errors.

BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG
Münsterstraße 135 - 137
D - 46397 Bocholt
Phone: +49 2871 93-0 Fax: +49 2871 93-429
Internet: www.benning.de E-Mail: duspol@benning.de