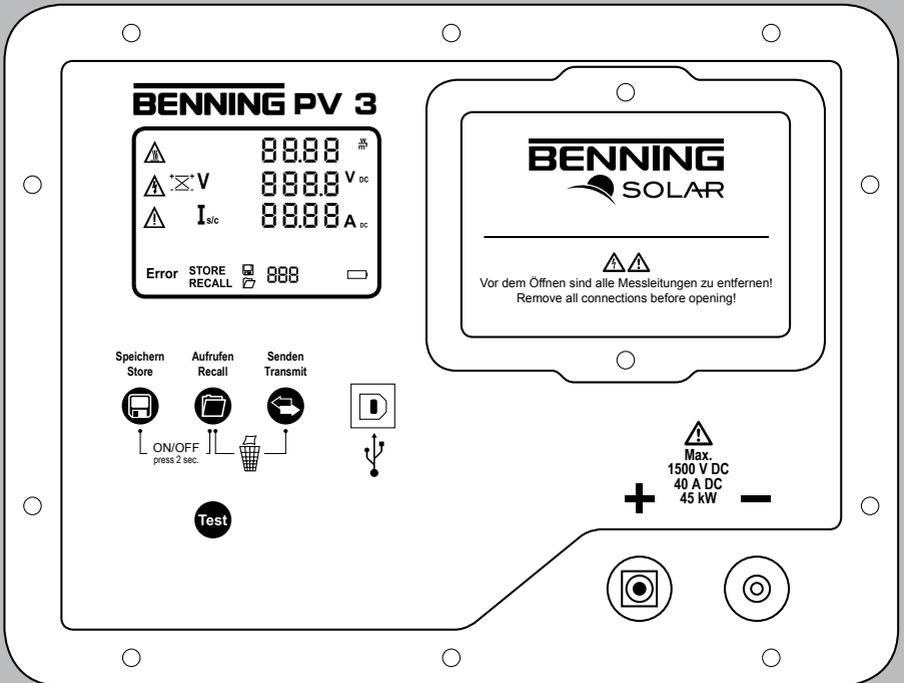


# BENNING

(D) Bedienungsanleitung

(GB) Operating manual

Mehrsprachige Anleitung unter  
[www.benning.de](http://www.benning.de)  
Multilingual manuals at



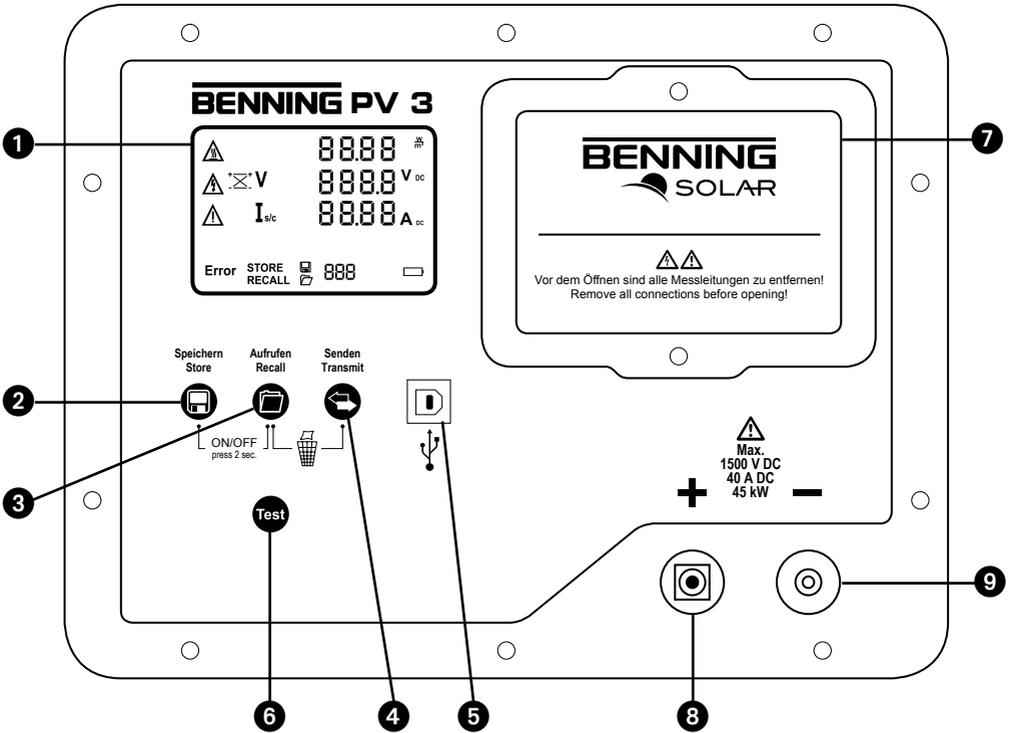


Bild 1: Geräteoberseite  
Fig. 1: Top side of the device

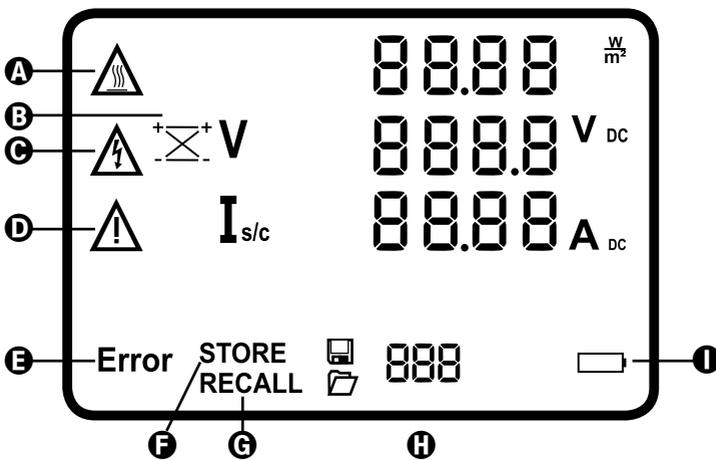


Bild 2: Digitalanzeige  
Fig. 2: Digital display

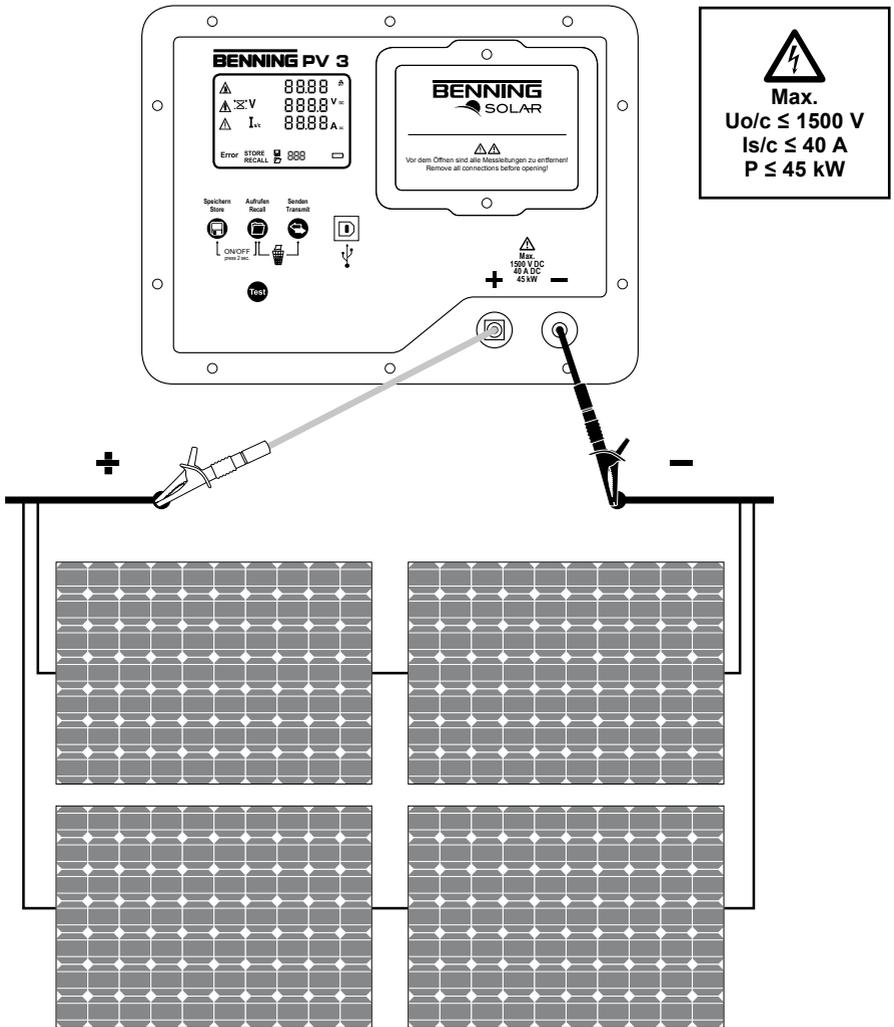


Bild 3: Messung am PV-Generator  
 Fig. 3: Measurement on the PV generator

# Bedienungsanleitung

## BENNING PV 3

Batteriebetriebener Photovoltaiktester für die Inbetriebnahme- und Wiederholungsprüfung von netzgekoppelten 1500 V Photovoltaik-Systemen. Nachfolgende Prüfungen der VDE 0126-23 (DIN EN 62446) können an parallelgeschalteten PV-Strängen (max. 40 A) durchgeführt werden:

- Automatische Anzeige der Spannungspolarität mit visueller Warnung bei Falschpolung
- Leerlaufspannungsmessung am PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld bis 1.500 V DC
- Kurzschlussstrommessung am PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld bis 40 A DC
- Messung der solaren Einstrahlung, PV-Modul- und Umgebungstemperatur mittels optionalem Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 2.

### Inhaltsverzeichnis

1. Benutzerhinweise
2. Sicherheitshinweise
3. Lieferumfang
4. Gerätebeschreibung
5. Allgemeine Angaben
6. Umgebungsbedingungen
7. Elektrische Angaben
- 7.1 PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld, Leerlaufspannung, Vo/c
- 7.2 PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld, Kurzschlussstrom, Is/c
8. Prüfen mit dem BENNING PV 3
- 8.1 Vorbereiten der Prüfung
- 8.1.1 Laden der wiederaufladbaren Batterien
- 8.1.2 Ein-, Ausschalten des BENNING PV 3
- 8.1.3 Einstellen der automatischen Abschaltzeit (APO, Auto-Power Off)
- 8.1.4 Einstellen von Datum und Uhrzeit
- 8.1.5 Prüfung des Batteriezustandes
- 8.2 Messung von Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom des PV-Generators
- 8.3 Messwertspeicher
- 8.3.1 Messwerte speichern
- 8.3.2 Messwerte aufrufen
- 8.3.3 Messwertspeicher löschen
- 8.3.4 Messwertspeicher über USB-Schnittstelle auslesen
- 8.4 Funkverbindung zu Einstrahlungs-/Temperaturmessgerät BENNING SUN 2
- 8.4.1 Koppeln mit BENNING SUN 2
- 8.4.2 Entkoppeln vom BENNING SUN 2
- 8.4.3 Aktivieren/Deaktivieren der Funkübertragung des BENNING SUN 2
9. Instandhaltung
- 9.1 Fehlercodes
- 9.2 Sicherstellen des Gerätes
- 9.3 Reinigung
- 9.4 Batteriewechsel
- 9.5 Kalibrierung
- 9.6 Ersatzteile
10. Umweltschutz

### 1. Benutzerhinweise



Diese Bedienungsanleitung ist für ausgebildetes Fachpersonal geschrieben! Qualifiziertes Personal ist befähigt Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden. Es besteht Verletzungsgefahr bei unsachgemäßer Handhabung! Tragen Sie bei der Durchführung der Prüfung grundsätzlich eine persönliche Schutzausrüstung (PSA).



**Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung!  
Beachten Sie unbedingt alle Sicherheitshinweise!**

Internationale, nationale und gegebenenfalls regionale Vorschriften der Elektrotechnik sind in jedem Fall einzuhalten. Einschlägige Kenntnisse der Elektrotechnik werden vorausgesetzt.

Das BENNING PV 3 ist zur Messung in trockener Umgebung vorgesehen (näheres hierzu im Abschnitt 6: Umgebungsbedingungen).

In der Bedienungsanleitung und auf dem BENNING PV 3 werden folgende Symbole verwendet:



Warnung vor elektrischer Gefahr!

Steht vor Hinweisen, die beachtet werden müssen, um Gefahren für Menschen zu vermeiden.



Achtung Dokumentation beachten!

Das Symbol gibt an, dass die Hinweise in der Bedienungsanleitung zu beachten sind, um Gefahren zu vermeiden.



Das BENNING PV 3 ist überhitzt. In der Digitalanzeige **1** wird das Symbol „Hot“ eingeblendet und die Messungen werden so lange ausgesetzt, bis die interne Temperatur unter den zulässigen Grenzwert gesunken ist. Trennen Sie das BENNING PV 3 vom Prüfobjekt und schalten Sie das BENNING PV 3 aus.



Dieses Symbol auf dem BENNING PV 3 bedeutet, dass das BENNING PV 3 konform zu den EU-Richtlinien ist.



Dieses Symbol erscheint in der Anzeige für entladene Batterien. Sobald das Batteriesymbol blinkt, tauschen Sie umgehend die wiederaufladbaren Batterien gegen geladene Batterien aus.



Schutzklasse II

## 2. Sicherheitshinweise

Das Gerät ist gemäß

VDE 0411 Teil 1/DIN EN 61010 Teil 1

gebaut und geprüft und hat das Werk in einem sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Anleitung enthalten sind. Fehlverhalten und Nichtbeachtung der Warnungen kann zu schwerwiegenden **Verletzungen** oder zum **Tode** führen.



**Der Anschluss an den PV-Generator ist ausschließlich gemäß den Anschlussbildern der Bedienungsanleitung vorzunehmen. Verwenden Sie zur sicheren Kontaktierung des PV-Generators ausschließlich die beiliegenden PV-Messleitungen oder die Messleitungen mit aufgesteckten Krokodilklemmen.**



**Der PV-Generator muss von der elektrischen Hauptversorgung (PV-Wechselrichter) isoliert sein!**



Der PV-Generator darf die maximale Leerlaufspannung von 1500 V, den maximalen Kurzschlussstrom von 40 A und die maximale DC-Leistung ( $P = U \times I$ ) von 45 kW nicht überschreiten.

Bei Messung an parallel geschalteten PV-Strängen kann eine Überschreitung der Maximalwerte zur Beschädigung des BENNING PV 3 führen!



Trennen Sie keine Messleitungen vom PV-Generator solange die Prüfung durchgeführt wird. Eine Nichtbeachtung kann einen gefährlichen Lichtbogen oder eine Beschädigung des BENNING PV 3 verursachen.



Der BENNING PV 3 darf während der Prüfung nicht ausgeschaltet werden.



Die PV-Prüfbuchsen **6** und **9** sind ausschließlich für die Kontaktierung mit PV-Generatoren (PV-Modul, PV-Strang, PV-Feld) vorgesehen.



Das Prüfgerät BENNING PV 3 direkt nach beendeter Prüfung vom PV-Generator trennen. Das Prüfgerät ist nicht für Dauerbetrieb an dem PV-Generator ausgelegt.



**Extreme Vorsicht bei Arbeiten um blanke Leiter oder Hauptleitungsträger. Ein Kontakt mit Leitern kann einen Elektroschock verursachen.**  
Beachten Sie, dass Arbeiten an spannungsführenden Teilen und Anlagen grundsätzlich gefährlich sind. Bereits Spannungen ab 30 V AC und 60 V DC können für den Menschen lebensgefährlich sein.



Vor jeder Inbetriebnahme überprüfen Sie das Gerät und die Leitungen auf Beschädigungen. Ein beschädigtes BENNING PV 3 nicht verwenden! Beschädigte Messleitungen ersetzen!



Verwenden Sie ausschließlich die im Lieferumfang des BENNING PV 3 enthaltenen Messleitungen.



Die beiliegenden Messleitungen sind für 1500 V Systeme ausgelegt, die von der elektrischen Hauptversorgung (PV-Wechselrichter) isoliert sind. Tragen Sie beim Kontaktieren und Dekontaktieren der Messleitungen grundsätzlich eine persönliche Schutzausrüstung (PSA).



Das BENNING PV 3 ausschließlich gemäß der in dieser Dokumentation angegebenen, bestimmungsgemäßen Verwendung einsetzen. Bei Nichtbeachtung kann die Schutzfunktion des BENNING PV 3 beeinträchtigt werden.



Das BENNING PV 3 nur in trockener Umgebung verwenden.



Vor dem Öffnen des Batteriefachs sind alle Messleitungen zu entfernen!  
**Elektrische Gefahr!**  
Vor der Inbetriebnahme ist das Batteriefach ordnungsgemäß zu verschließen.



Verwenden Sie zur Entnahme der wiederaufladbaren Batterien aus dem BENNING PV 3 keine spitzen Gegenstände. Beschädigte Batterien können auslaufen und erhöhen das Risiko eines Brandes.



Verwenden Sie ausschließlich wiederaufladbare 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (Akkumulatoren) in geschützter Ausführung. Ungeschützte 18650 Li-Ionen Batterien erhöhen das Risiko des Auslaufens und der Beschädigung des BENNING PV 3.

Ist anzunehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, muss das Gerät außer Betrieb gesetzt und gegen unbeabsichtigten Betrieb gesichert werden.

Es ist anzunehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät oder die Messleitungen sichtbare Beschädigungen aufweisen,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet oder ein Warnhinweis in der Displayanzeige erscheint,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen,
- wenn das Gerät oder die Messleitungen feucht sind.



**Um eine Gefährdung auszuschließen**

- berühren Sie die Leitungen nicht an den blanken Messspitzen,
- stecken Sie die Leitungen in die entsprechend gekennzeichneten Buchsen am BENNING PV 3



**Wartung:**

Das Gerät nicht öffnen, es enthält außer den wiederaufladbaren Batterien keine durch den Benutzer wartbaren Komponenten. Reparatur und Service kann nur durch qualifiziertes Personal erfolgen.



**Reinigung:**  
**Das Gehäuse regelmäßig mit einem Tuch und Reinigungsmittel trocken abwischen.**  
**Kein Poliermittel oder Lösungsmittel verwenden.**

### 3. Lieferumfang

Zum Lieferumfang des BENNING PV 3 gehören:

- 3.1 ein Stück BENNING PV 3
- 3.2 zwei Stück Messleitungen mit Prüfspitze (L = 1,2 m) (rot/schwarz)  
inkl. zwei Stück Krokodilklemmen (rot/schwarz), T.Nr. 10208356
- 3.3 zwei Stück PV-Messleitungen für MC4-Steckverbinder (L = 2,0 m) (rot/ schwarz) (T.Nr. 10208355)
- 3.4 ein Stück USB-Verbindungskabel (A-Stecker auf B-Stecker) (T.Nr. 10008312)
- 3.5 drei Stück wiederaufladbare 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (Akkumulatoren, geschützte Ausführung) (T.Nr. 10208358)
- 3.6 ein Stück Ladegerät (T.Nr. 10208360)
- 3.7 ein Stück Kurzanleitung
- 3.8 ein Stück Kalibrierzertifikat

Hinweis auf Verschleißteile:

- Das BENNING PV 3 benötigt drei wiederaufladbare 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (Akkumulatoren, geschützte Ausführung, 2600 mAh)

Hinweis auf optionales Zubehör:

- Einstrahlungs- und Temperaturmessgerät BENNING SUN 2 zur Messung der solaren Einstrahlung ( $W/m^2$ ), der PV-Modul- und Umgebungstemperatur. (T.Nr: 050420)
- Saugnapf-Temperaturfühler für BENNING SUN 2 zur Befestigung an der PV-Modulrückseite (T.Nr. 050424).
- PV-Modulhalterung für BENNING SUN 2 zur sicheren Befestigung am PV-Modul (T.Nr. 050425).
- Prüfplaketten „Nächster Prüftermin“, 300 Stück (T.Nr. 756212)
- Prüfprotokoll-Formulare "Prüfung von PV-Anlagen" können Sie kostenlos downloaden unter [www.benning.de](http://www.benning.de)

### 4. Gerätebeschreibung

siehe Bild 1: Geräteoberseite  
 siehe Bild 2: Digitalanzeige

- ① **Digitalanzeige**, zeigt den Prüffortschritt und einzelne Messergebnisse,
- ② **☰-Taste**, zur Speicherung der angezeigten Messwerte (Displaywerte)
- ③ **☰-Taste**, zum Aufrufen gespeicherter Messwerte (Displaywerte)
- ④ **☰-Taste**, zum Senden/Übertragen der gespeicherten Messwerte (Displaywerte) auf den PC
- ⑤ **USB-Schnittstelle** (Typ B Buchse), zum Anschluss des USB-Verbindungskabels
- ⑥ **☰-Taste** startet den automatischen Prüfablauf
- ⑦ **Batteriefachdeckel**
- ⑧ **+ PV-Prüfbuchse**, (rot), zum Anschluss der roten PV-Messleitung mit PV-Steckverbinder
- ⑨ **- PV-Prüfbuchse**, (schwarz), zum Anschluss der schwarzen PV-Messleitung mit PV-Steckverbinder
- Ⓐ **⚠ (Achtung, heiße Oberfläche)**, bei aktiviertem Symbol, das BENNING PV 3 sofort von dem PV-Generator trennen. Erst nach Erlöschen des Symbols das BENNING PV 3 anschließen.
- Ⓑ **⚡ (Polaritätsanzeige)**, zeigt die vertauschte Polarität der DC-Spannung an den PV-Prüfbuchsen ⑧ und ⑨ an.
- Ⓒ **⚠ (Achtung, gefährliche Spannung)** festgestellt
- Ⓓ **⚠ (Achtung)**, bei aktiviertem Symbol Anweisungen in der Bedienungsanleitung beachten, um Gefahren zu vermeiden.
- Ⓔ **Error (Fehler)**, siehe spezifische Fehlercodes, (näheres hierzu im Abschnitt 9.1 Fehlercodes) für weitere Details.
- Ⓕ **STORE (Speichern)**, LCD-Daten werden im internen Speicher gespeichert.
- Ⓖ **RECALL (Aufrufen)**, gespeicherte LCD-Daten wurden aus dem internen Speicher geladen.
- Ⓗ **Speicherplatzanzeige**, zeigt den aktuellen Speicherplatz (1...999) an.

## ❶ Batteriesymbol, erscheint bei entladenen Batterien

### 5. Allgemeine Angaben

Das BENNING PV 3 führt elektrische Prüfungen nach VDE 0126-23 (DIN EN 62446) aus. Das BENNING PV 3 ist nicht für den Dauerbetrieb ausgelegt. Die Gerätenutzungsdauer wird per Software und über eine Temperaturüberwachung begrenzt. Sobald die interne Betriebstemperatur den Maximalwert erreicht hat, wird die Funktion des Gerätes eingeschränkt, um das Gerät abkühlen zu lassen. Trennen Sie das BENNING PV 3 direkt nach der Messung und auch während der Abkühlphase vom Prüfobjekt. Eigenständig überprüft das BENNING PV 3 angeschlossene PV-Module, PV-Stränge oder PV-Felder. Alle Messergebnisse werden auf das große LCD-Display ausgegeben.

- Geräteabmessungen: (L x B x H) = 340 x 300 x 152 mm
- Gerätegewicht: 5000 g
- Spannungsversorgung: 3 x 3,7 V wiederaufladbare Li-Ionen Batterien
- Schnittstelle: USB Typ B
- Interner Speicher: bis 999 Datensätze
- Anzeige: LCD-Display mit Hintergrundbeleuchtung
- PC-Programm: Downloadprogramm BENNING Datalogger (CSV Format)
- Funkreichweite zu BENNING SUN 2: 30 m im Freigelände, Frequenz: 433 MHz

### 6. Umgebungsbedingungen

- Das BENNING PV 3 ist für Messungen in trockener Umgebung vorgesehen.
- Barometrische Höhe bei Messungen: 0 m bis maximal 2000 m
- Überspannungskategorie/ Aufstellungskategorie: IEC/ EN 61010-1 → 1500 V für Systeme ohne eine spezifizierete Messkategorie,
- Verschmutzungsgrad: 2
- Schutzart: IP 40 (DIN VDE 0470-1, IEC/ EN 60529) bei geöffnetem Deckel
- 4 - erste Kennziffer: Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 1,0 mm
- 0 - zweite Kennziffer: Kein Schutz gegen Wasser,
- IP 64 bei geschlossenem Deckel
- 6 - erste Kennziffer: Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Teilen und Schutz gegen feste Fremdkörper, staubdicht,
- 4 - zweite Kennziffer: Geschützt gegen Spritzwasser. Auch bei Niederschlägen verwendbar.
- EMC: IEC/ EN 61326-1,
- Arbeitstemperatur und relative Luftfeuchte: Bei Arbeitstemperatur von 0 °C bis 40 °C: nicht kondensierend,
- Lagerungstemperatur: Das BENNING PV 3 kann bei Temperaturen von - 25 °C bis + 65 °C (Luftfeuchte 0 bis 90 %) gelagert werden. Dabei sind die Batterien aus dem Gerät herauszunehmen.

### 7. Elektrische Angaben

Bemerkung: Die Messgenauigkeit wird angegeben als Summe aus

- einem relativen Anteil des Messwertes und
- einer Anzahl von Digit (d.h. Zahlenschritte der letzten Stelle).

Diese Messgenauigkeit gilt bei Temperaturen von 18 °C bis 30 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit kleiner 80 %.

#### 7.1 PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld, Leerlaufspannung, Vo/c

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
5,0 V - 1500 V	0,1 V	± (0,5 % + 2 Digit)

#### 7.2 PV-Modul/PV-Strang/PV-Feld, Kurzschlussstrom, Is/c

Messbereich	Auflösung	Messgenauigkeit
0,50 A - 40,00 A (maximale Leistung: 45 kW)	0,01 A	± (1 % + 2 Digit)

## 8. Prüfen mit dem BENNING PV 3

### 8.1 Vorbereiten der Prüfung

Benutzen und lagern Sie das BENNING PV 3 nur bei den angegebenen Lager- und Arbeitstemperaturbedingungen, vermeiden Sie dauernde Sonneneinstrahlung.

- Starke Störquellen in der Nähe des BENNING PV 3 können zu instabiler Anzeige und zu Messfehlern führen.



**Vor jeder Inbetriebnahme überprüfen Sie das BENNING PV 3 und die Messleitungen auf Beschädigungen.**

#### 8.1.1 Laden der wiederaufladbaren Batterien

Vor dem erstmaligen Gebrauch und vor jeder Nutzung laden Sie die wiederaufladbaren 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien vollständig auf. Nutzen Sie hierzu das im Lieferumfang befindliche automatische Ladegerät (New i4, NITECORE®)

- Laden Sie mit dem Ladegerät ausschließlich die im Lieferumfang befindlichen wiederaufladbaren 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (2600 mAh) in geschützter Ausführung auf.
- Schließen Sie das Ladegerät über die beiliegende Netzanschlussleitung an eine abgesicherte Schutzkontaktsteckdose (230 V, 50 HZ) und legen Sie die drei wiederaufladbaren Batterien mit korrekter Polarität in die Batteriehalter.
- Die Ladung startet automatisch nach dem Einlegen der Batterien.
- Abhängig der Batterietype und der Kapazität wird der Ladestrom/-spannung automatisch pro Batteriehalter eingestellt. Für Li-Ionen Batterien ist die Ladespannung auf 4,2 V voreingestellt.
- Der Ladezustand der Batterien wird pro Batteriehalter über drei grüne LED's angezeigt. Die Ladung ist beendet, wenn die 3 LED's (100 %) pro Batteriehalter dauerhaft leuchten.

Hinweis zur manuellen Einstellung des/ der Ladestroms/ -spannung:

Nach dem Einlegen der Batterien kann durch kurzes Betätigen der Taste **C** der verwendete Batteriehalter angewählt werden.

- Solange die grüne LED des angewählten Batteriehalters leuchtet, kann durch Drücken und Halten der Taste **C** der Ladestrom auf 1,5 A (rote LED leuchtet) erhöht werden. Bei Anwahl mehrerer Batteriehalter auf 1,5 A Ladestrom, erfolgt die Ladung mit erhöhtem Strom nacheinander von links nach rechts.
- Solange die grüne LED des angewählten Batteriehalters leuchtet, kann durch Drücken und Halten der Taste **V** eine Ladespannung von 3,7 V, 4,2 V und 4,35 V (grüne LED) eingestellt werden.



**Beachten Sie, dass die Ladespannung für die mitgelieferten wiederaufladbaren Batterien auf 4,2 V eingestellt werden muss!**

#### 8.1.2 Ein-, Ausschalten des BENNING PV 3

- Durch gleichzeitiges Betätigen der **ON**-Taste **2** und **OFF**-Taste **3** für ca. 2 Sekunden wird das BENNING PV 3 eingeschaltet, Signaltöne bestätigen dies. Erneutes Drücken der Tasten für > 2 Sekunden schaltet das Gerät aus.
- Das BENNING PV 3 schaltet sich nach ca. 1 Minute selbstständig ab. (**AP0**, Auto-Power-Off). Es schaltet sich wieder ein, wenn die **ON**-Taste **2** und **OFF**-Taste **3** betätigt werden. Ein Signalton signalisiert die Abschaltung des Gerätes.

#### 8.1.3 Einstellen der automatischen Abschaltzeit (**AP0**, Auto-Power-Off)

- Schalten Sie das BENNING PV 3 durch gleichzeitiges Betätigen der **ON**-Taste **2** und **OFF**-Taste **3** aus.
- Drücken und halten Sie die **TEST**-Taste **6** und betätigen Sie gleichzeitig die **ON**-Taste **2** und **OFF**-Taste **3**. Halten Sie die **TEST**-Taste **6** weiter gedrückt.
- Das LCD-Display **1** zeigt in der ersten Zeile „OFF“ und in der zweiten Zeile die Abschaltzeit in Minuten an.
- Jede Betätigung der **ON**-Taste **2** erhöht die Abschaltzeit um eine Minute bis maximal 10 Minuten.
- Lassen Sie die **TEST**-Taste **6** los, um die Einstellung zu speichern.

#### 8.1.4 Einstellen von Datum und Uhrzeit

Das BENNING PV 3 verfügt über eine integrierte Echtzeituhr, um jeden Speichervorgang bzw. Speicherplatz automatisch ein Datum-/Zeitstempel hinzuzufügen (siehe Abschnitt 8.3 Messwertspeicher).

Für die Einstellung von Datum und Uhrzeit führen Sie folgende Schritte aus:

- Schalten Sie das BENNING PV 3 durch gleichzeitiges Betätigen der -Taste **2** und -Taste **3** aus.
- Drücken und halten Sie die -Taste **4** und betätigen Sie gleichzeitig die -Taste **2** und -Taste **3**.
- Das Datum-/Uhrzeitformat wird wie folgt angezeigt:  
MM.DD = Monat (1-12).Tag (1-31)  
YYYY = Jahr  
HH.mm = Stunden (0-23).Minuten (0-59)  
SS = Sekunden (0-59)
- Drücken Sie die -Taste **6**, um ein Datum/ Uhrzeitfeld anzuwählen.
- Ein blinkendes Feld verdeutlicht, dass dieses Feld eingestellt werden kann.
- Über die -Taste **2** und -Taste **3** wird der Wert erhöht bzw. verringert.  
Mit jeder Änderung wird das Sekundenfeld auf Null gesetzt.
- Schalten Sie das Gerät durch gleichzeitiges Betätigen der -Taste **2** und -Taste **3** aus, um die Einstellung zu speichern.

#### Hinweis:

Befindet sich das BENNING PV 3 in Funkverbindung mit dem BENNING SUN 2, synchronisiert sich das Datum/ die Uhrzeit des BENNING PV 3 automatisch nach ca. 10 s auf das Datum/ die Uhrzeit des BENNING SUN 2, wenn eine Abweichung > 1 Min. festgestellt wird. BENNING SUN 2 (Master) → BENNING PV 3 (Slave).

#### 8.1.5 Prüfung des Batteriezustandes

Das BENNING PV 3 führt während des Einschaltens und im laufenden Betrieb einen automatischen Batterietest durch. Entladene Batterien werden durch ein Batteriesymbol  im LCD-Display  dargestellt. Sobald das Batteriesymbol blinkt sind die Batterien umgehend aufzuladen (siehe Abschnitt 9.4, „Batteriewechsel“).

### 8.2 Messung von Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom des PV-Generators

**Der PV-Generator darf die maximale Leerlaufspannung von 1500 V, den maximalen Kurzschlussstrom von 40 A und die maximale DC-Leistung ( $P = U \times I$ ) von 45 kW nicht überschreiten.**



**Bei Messung an parallel geschalteten PV-Strängen kann eine Überschreitung der Maximalwerte zur Beschädigung des BENNING PV 3 führen!**

**Der PV-Generator muss von der elektrischen Hauptversorgung (PV-Wechselrichter) isoliert sein! Weder Plus- noch Minuspol des PV-Generators darf geerdet sein!**



**Trennen Sie keine Messleitungen vom PV-Generator solange die Prüfung durchgeführt wird. Eine Nichtbeachtung kann einen gefährlichen Lichtbogen oder eine Beschädigung des BENNING PV 3 verursachen.**



**Verwenden Sie zur sicheren Kontaktierung des PV-Generators ausschließlich die beiliegenden PV-Messleitungen oder die Messleitungen mit aufgesteckten Krokodilklemmen.**



**Falls die DC-Polarität fehlerhaft ist oder die DC-Spannung im Bereich von < 5 V bzw. > 1500 V liegt, ist keine automatische PV-Messung möglich.**



- Verbinden Sie das BENNING PV 3 über die mitgelieferten PV-Messleitungen oder die Messleitungen mit aufgesteckten Krokodilklemmen mit dem PV-Generator.
- Die Messung der PV-Leerlaufspannung erfolgt automatisch bei anliegender DC-Spannung.
- Bei Verpolung der DC-Spannung blinkt die Polaritätsanzeige und das Symbol  **3** wird eingeblendet. Die automatische Messung bleibt solange gesperrt bis die Polarität der DC-Spannung korrekt ist.
- Sobald eine Spannung von > 30 V an den PV-Messleitungen anliegt, blinkt das Warnsymbol  **6** (Achtung, gefährliche Spannung).
- Drücken Sie die -Taste **6**, um die Kurzschlussstrommessung zu starten.
- Die Messwerte werden für ca. 20 Sekunden oder bis zu einem Tastendruck im Display  dargestellt. siehe Bild 3: Messung am PV-Generator

## 8.3 Messwertspeicher

### 8.3.1 Messwerte speichern

Das BENNING PV 3 kann bis zu 999 Displayanzeigen speichern. Pro Speicherplatz werden die Leerlaufspannung und der Kurzschlussstrom mit einem Datum-/Zeitstempel gespeichert. Falls eine Funkanbindung zum Einstrahlungsmessgerät BENNING SUN 2 besteht, werden zusätzlich die solare Einstrahlung und die PV-Modul-/Umgebungstemperatur pro Speicherplatz abgelegt.

- Drücken Sie die -Taste **2**, um die angezeigten Messwerte im ersten freien Speicherplatz zu speichern. Eine erfolgreiche Speicherung wird mit dem Symbol "STORE"  im LCD-Display **1** bestätigt.

### 8.3.2 Messwerte aufrufen

- Drücken Sie die -Taste **3**, um die gespeicherten Messwerte mit der zugehörigen Speicherplatznummer  wieder aufzurufen. Das Symbol "RECALL"  erscheint im Display **1**. Die Speicherplatznummer  wird im Display **1** dargestellt.
- Durch erneutes Drücken der -Taste **3** wird zum vorherigen Speicherplatz gewechselt.
- Durch Drücken der -Taste **2** kann zum nächsten Speicherplatz gewechselt werden.

### 8.3.3 Messwertspeicher löschen

- Zum Löschen des kompletten Messwertspeichers die -Taste **2** und -Taste **3** drücken.

### 8.3.4 Messwertspeicher über USB-Schnittstelle auslesen

Um die Messwerte über die USB-Schnittstelle  auszulesen, müssen Sie einmalig einen Hardwaretreiber und das Programm BENNING SOLAR Datalogger auf Ihrem PC installieren.

Die aktuellsten Versionen stehen zum kostenlosen Download auf der Produktseite des BENNING PV 3 bereit.

<http://tms.benning.de/pv3>

Für den Messdatendownload aus dem BENNING PV 3 führen Sie folgende Schritte aus:

- Entfernen Sie alle Messleitungen vom BENNING PV 3.
- Verbinden Sie das BENNING PV 3 über das USB-Verbindungskabel mit dem PC.
- Der Hardwaretreiber installiert sich auf einem freien COM-Port und bestätigt sobald die neue Hardware benutzt werden kann.
- Der verwendete COM-Port ist über den Geräte-Manager Ihres Systems ersichtlich.
- Starten Sie das Programm „BENNING Datalogger“, klicken Sie unter Optionen auf „COM-Ports aktualisieren“ und wählen den entsprechenden COM-Port aus. Klicken Sie anschließend auf „Download“.
- Drücken Sie am BENNING PV 3 die -Taste **4** für ca. 2 Sek. bis der Download erfolgt und der komplette Messwertspeicher ausgelesen wird.
- Die Messwerte können als (\*.csv) oder (\*.txt)-Datei gespeichert werden.
- Durch Klicken auf „Öffnen“ kann die Messreihe z. B. über ein Tabellenkalkulationsprogramm geöffnet werden.

## 8.4 Funkverbindung zu Einstrahlungs-/Temperaturmessgerät BENNING SUN 2

Das BENNING PV 3 kann die Messwerte (Solare Einstrahlung, PV-Modul-/Umgebungstemperatur und Datum-/Zeitstempel) des Einstrahlungs- und Temperaturmessgerätes BENNING SUN 2 (Option) per Funk empfangen.

Hierzu muss einmalig das BENNING PV 3 mit dem BENNING SUN 2 gekoppelt werden.

Typische Funkreichweite des BENNING SUN 2 im Freigelände: ca. 30 m

Gebäude-/Metallkonstruktionen oder Störsignale können die Funkreichweite verringern.

### 8.4.1 Koppeln mit BENNING SUN 2

- Entfernen Sie alle elektronischen Geräte in unmittelbarer Umgebung.
- Schalten Sie das BENNING PV 3 und das BENNING SUN 2 aus.
- Drücken und halten Sie die beiden Tasten-ON/OFF am BENNING SUN 2.
- Drücken und halten Sie gleichzeitig die -Taste **2** und die -Taste **3** am BENNING PV 3.
- Das BENNING SUN 2 sendet ein Kopplungssignal mit der individuellen Seriennummer des Gerätes.
- Das BENNING PV 3 speichert das Signal für eine zukünftige Funkanbindung und signalisiert die erfolgreiche Kopplung über ein Signalton und der Einblendung „connected“. Der Kopplungsvorgang dauert nur wenige Sekunden.
- Im LCD-Display **1** des BENNING PV 3 wird das Symbol „W/m<sup>2m</sup>“ eingeblendet.

#### 8.4.2 Entkoppeln vom BENNING SUN 2

- Entfernen Sie alle elektronischen Geräte in unmittelbarer Umgebung.
- Schalten Sie das BENNING PV 3 aus.
- Drücken und halten Sie die -Taste ② und die -Taste ③ am BENNING PV 3 für ca. 10 Sekunden gedrückt.
- Das BENNING PV 3 signalisiert die Entkopplung vom BENNING SUN 2 über ein Signalton und der Löschung des LCD-Display.
- Im LCD-Display ① des BENNING PV 3 wird das Symbol „W/m<sup>2</sup>“ ausgeblendet.

#### 8.4.3 Aktivieren/ Deaktivieren der Funkübertragung des BENNING SUN 2

- Koppeln Sie das BENNING PV 3 mit dem BENNING SUN 2.
- Zum Aktivieren/ Deaktivieren der Funkübertragung drücken und halten Sie am BENNING SUN 2 die -Taste und drücken Sie gleichzeitig die -Taste. Die aktivierte Funkübertragung wird über ein blinkendes Dreieck  oberhalb der -Taste angezeigt.
- Befindet sich das BENNING PV 3 in Funkreichweite des BENNING SUN 2, wird der Messwert der solaren Einstrahlung (W/m<sup>2</sup>) im LCD-Display ① des BENNING PV 3 angezeigt.
- Eine AUTO-Messung des BENNING PV 3 erfasst neben den elektrischen Größen (Vo/c, Is/c) zusätzlich die solare Einstrahlung, die Modul- und Umgebungstemperatur und den Datum-/ Zeitstempel des BENNING SUN 2.
- Sollte sich das BENNING PV 3 außerhalb der Funkreichweite des BENNING SUN 2 befinden, blinkt das Symbol „W/m<sup>2</sup>“ auf dem LCD-Display ①. Ebenso erscheint „\_ \_ \_ \_“ auf dem LCD-Display, wenn der Messwert der solaren Einstrahlung außerhalb des Messbereiches liegt.

#### Hinweis:

Sollte das BENNING PV 3 kein Funksignal vom BENNING SUN 2 empfangen, werden die Displayanzeigen mit dem Datum-/Zeitstempel des BENNING PV 3 gespeichert.

## 9. Instandhaltung

### 9.1 Fehlercodes

Fehlercode	Abhilfe
HOT	Die Elektronik des BENNING PV 3 hat die maximal zulässige Temperatur erreicht. Das BENNING PV 3 vom Messobjekt trennen und abkühlen lassen.
H ISC H ICU	Der DC-Kurzschlussstrom hat den Maximalwert von 40 A überschritten. Die Messung wurde abgebrochen.
H IOC	Die DC-Leerlaufspannung hat den Maximalwert von 1500 V überschritten. Die Messung wurde abgebrochen.
CAL	Das BENNING PV 3 ist nicht korrekt kalibriert, bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“
Er 12	Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.
HOTF	Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.
FET	Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.
FUSE	Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.
d IS-CONNECT	Trennen Sie das BENNING PV 3 umgehend von dem PV-Generator. Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.

doNOtUSE

Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“

rL 1,3 or 4

Das BENNING PV 3 bitte an einen autorisierten Service-Händler zurücksenden, vgl. Adresse aus Kapitel 9.5 „Kalibrierung“.

## 9.2 Sicherstellen des Gerätes

Unter bestimmten Voraussetzungen kann die Sicherheit im Umgang mit dem BENNING PV 3 nicht mehr gewährleistet sein; zum Beispiel bei:

- Sichtbaren Schäden am Gehäuse oder an den Messleitungen,
- Fehlern bei Messungen,
- Erkennbaren Folgen von längerer Lagerung unter unzulässigen Bedingungen und
- Erkennbaren Folgen von außerordentlicher Transportbeanspruchung.

In diesen Fällen ist das BENNING PV 3 sofort abzuschalten, von den Prüfstellen zu entfernen und gegen erneute Nutzung zu sichern.

## 9.3 Reinigung

Reinigen Sie das Gehäuse äußerlich mit einem sauberen und trockenen Tuch (Ausnahme spezielle Reinigungstücher). Verwenden Sie keine Lösungs- oder Scheuermittel, um das Gerät zu reinigen. Achten Sie unbedingt darauf, dass das Batteriefach und die Batteriekontakte nicht durch auslaufendes Batterie-Elektrolyt verunreinigt werden.

Falls Elektrolytverunreinigungen oder weiße Ablagerungen im Bereich der Batterie oder des Batteriegehäuses vorhanden sind, reinigen Sie auch diese mit einem trockenen Tuch.

## 9.4 Batteriewechsel



**Vor dem Öffnen des Gerätes sind alle Messleitungen zu entfernen!  
Elektrische Gefahr!**

Das BENNING PV 3 wird durch drei wiederaufladbare 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (Akkumulatoren, geschützte Ausführung) gespeist.

Ein Batteriewechsel ist erforderlich, wenn in der Anzeige **!** das Batteriesymbol **!** erscheint.

So wechseln Sie die Batterien:

- Schalten Sie das BENNING PV 3 aus.
- Trennen Sie alle Messleitungen vom Gerät.
- Lösen Sie die beiden Schrauben vom Batteriedeckel.
- Heben Sie den Batteriedeckel vom Unterteil ab.
- Heben Sie die entladenen Batterien aus dem Batteriefach.
- Legen Sie dann die vollständig aufgeladenen Batterien in die dafür vorgesehenen Stellen im Batteriefach (achten Sie bitte unbedingt auf die korrekte Polung der Batterien).
- Rasten Sie den Batteriedeckel an das Unterteil und ziehen Sie die Schrauben an.



**Leisten Sie Ihren Beitrag zum Umweltschutz! Batterien dürfen nicht in den Hausmüll.  
Sie können bei einer Sammelstelle für Altbatterien bzw. Sondermüll abgegeben werden.  
Informieren Sie sich bitte bei ihrer Kommune.**

## 9.5 Kalibrierung

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

Um die angegebenen Genauigkeiten der Messergebnisse zu erhalten, muss das Gerät regelmäßig durch unseren Werkservice kalibriert werden. Wir empfehlen ein Kalibrierintervall von einem Jahr. Senden Sie hierzu das Gerät an folgende Adresse:

BENNING Elektrotechnik & Elektronik GmbH & Co. KG  
Service Center  
Robert-Bosch-Str. 20  
D – 46397 Bocholt

**Technischer Support/Helpdesk:**

Telefon: +49 (0) 2871 93-555

Tefefax: +49 (0) 2871 93-417

E-Mail: helpdesk@benning.de

**9.6 Ersatzteile**

- Messleitungssatz mit Prüfspitze (L = 1,2 m) (rot/schwarz) inkl. Krokodilklemmensatz (rot/schwarz), T.Nr. 10208356
- PV-Messleitungssatz für MC4-Steckverbinder (L = 2,0 m) (rot/ schwarz), T.Nr. 10208355
- 3 x wiederaufladbare 3,7 V 18650 Li-Ionen Batterien (Akkumulatoren, geschützte Ausführung), T.Nr. 10208358
- Ladegerät, T.Nr. 10208360
- USB-Verbindungskabel (A-Stecker auf B-Stecker), T.Nr. 10000315

**10. Umweltschutz**

Bitte führen Sie das Gerät am Ende seiner Lebensdauer den zur Verfügung stehenden Rückgabe- und Sammelsystemen zu.

# Operating instructions

## BENNING PV 3

Battery-operated photovoltaic tester for installation testing and periodic inspection of mainscoupled 1500 V photovoltaic systems. The following tests according to VDE 0126-23 (DIN EN 62446) can be carried out on PV strings connected in parallel (max. 40 A):

- automatic display of the voltage polarity with visual warning in case of wrong polarity
- open-circuit voltage measurement at the PV module/ PV string/ PV field with up to 1500 V DC
- short-circuit current measurement at the PV module/ PV string/ PV field with up to 40 A DC
- measurement of the insolation, PV module temperature and ambient temperature by means of the optional insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 2

### Table of contents

1. User notes
2. Safety notes
3. Scope of delivery
4. Unit description
5. General information
6. Environment conditions
7. Electrical specifications
- 7.1 PV module/ PV string/ PV field, open-circuit voltage (Vo/c)
- 7.2 PV module/ PV string/ PV field, short-circuit current (Is/c)
8. Measuring with the BENNING PV 3
  - 8.1 Preparation for measuring
    - 8.1.1 Charging the rechargeable batteries
    - 8.1.1 Switching the BENNING PV 3 ON/ OFF
    - 8.1.2 Setting the automatic switch-off time (APO, Auto-Power Off)
    - 8.1.4 Setting the date and the time
    - 8.1.5 Testing the battery condition
  - 8.2 Measurement of open-circuit voltage and short-circuit current of the PV generator
  - 8.3 Measured value memory
    - 8.3.1 Storing measured values
    - 8.3.2 Calling measured values
    - 8.3.3 Deleting the measured value memory
    - 8.3.4 Reading out the measured value memory via the USB interface
  - 8.4 Radio connection to insolation / temperature measuring instrument BENNING SUN 2
    - 8.4.1 Coupling with BENNING SUN 2
    - 8.4.2 Decoupling from the BENNING SUN 2
    - 8.4.3 Activating / deactivating the radio transmission of the BENNING SUN 2
9. Maintenance
  - 9.1 Error codes
  - 9.2 Securing the instrument
  - 9.3 Cleaning
  - 9.4 Battery replacement
  - 9.5 Calibration
  - 9.6 Spare parts
10. Environmental notice

### 1. User notes



This operating manual is intended for qualified technical personnel! Qualified technical personnel is competent to identify risks and to prevent possible hazards. Improper handling involves the risk of injury! Always wear personal protective equipment (PPE) when carrying out the test.



**Warning of dangerous electric voltage!  
Absolutely observe all safety instructions!**

Always observe international, national and - if applicable - regional regulations of electrical engineering. Relevant skills of electrical engineering are absolutely required.

The BENNING PV 3 is intended for making measurements in dry environment (More details in chapter 6. "Environmental conditions").

The following symbols are used in these operating instructions and on the BENNING PV 3:



Warning of electrical danger!

Indicates instructions which must be followed to avoid danger to persons.



Important, comply with the documentation!

The symbol indicates that the information provided in the operating instructions must be complied with in order to avoid risks.



The tester is overheated. The "Hot" symbol is shown on the digital display **1** and measurements are interrupted until the internal temperature has dropped below the admissible limiting value. Disconnect the tester from the test object and switch off the tester.



This symbol on the BENNING PV 3 means that the BENNING PV 3 complies with the EU directives.



This symbol appears on the display to indicate discharged batteries. As soon as the battery symbol flashes, immediately replace the rechargeable batteries by charged ones.



Protection class II

## 2. Safety notes

The instrument is built and tested in accordance with VDE 0411 part 1/DIN EN 61010 part 1

and has left the factory in perfectly safe technical state.

To maintain this state and ensure safe operation of the appliance tester, the user must observe the notes and warnings given in these instructions at all times. Improper handling and nonobservance of the warnings might involve severe **injuries** or **danger to life**.



**The connection to the PV generator is made exclusively in accordance with the connection figure of the operating instructions. Only use the included PV measuring lines or the measuring lines with attached alligator clips for safe contacting of the PV generator.**



**The PV generator must be isolated from the electric power supply (PV inverter)!**



**The PV module/ PV string must not exceed the maximum open-circuit voltage of 1500 V DC, the maximum short-circuit current of 40 A and the maximum DC power ( $P = U \times I$ ) of 45 kW.**

**Measuring at PV strings connected in parallel might involve damages of the BENNING PV 3!**



**Do not disconnect any measuring lines from the PV generator as long as the test is being carried out. Failure to do so might result in a dangerous electric arc or damage to the BENNING PV 3!**



**The BENNING PV 3 must not be switched off during the test.**



**The PV test sockets **8** and **9** are intended exclusively for the connection with PV generators (PV module, PV string, PV field).**



Disconnect the BENNING PV 3 from the PV generator directly after the test. The tester is not designed to be permanently operated on the PV generator.



**WARNING!** Be careful when working with bare conductors or main line carrier! Contact with live conductors will cause an electric shock!  
Remember that work on electrical components of all kinds is dangerous. Even low voltages of 30 V AC and 60 V DC may be dangerous to human life.



Before starting the appliance tester up, always check it for signs of damage. Do not use a damaged BENNING PV 3! Damaged measuring leads must be replaced!



Only use safety measuring leads, which are supplied with the BENNING PV 3.



The included measuring leads are designed for 1500 V systems which are insulated from the main electric supply (PV inverter).  
Always wear personal protective equipment (PPE) when connecting or disconnecting the measuring lines!



Use the BENNING PV 3 only in compliance with the intended use specified in this documentation. If the Benning PV 3 is used in a manner not specified by this document then the protection provided by the equipment may be impaired.



Use the BENNING PV 3 under dry ambient conditions only.



Before opening the battery compartment, all measuring lines must be removed!  
**Electrical danger!**  
Before commissioning, the battery compartment must be properly closed.



Do not use pointed objects to remove the rechargeable batteries from the BENNING PV 3. Damaged batteries can leak and increase the risk of fire!



Only use rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (accumulators, protected version). Unprotected 18650 lithium-ion batteries increase the risk of leakage and damage to the BENNING PV 3.

If it is assumed that safe operation is no longer possible, the device must be switched off immediately and secured against unintended operation.

It may be assumed that safe operation is no longer possible:

- if the instrument show visible signs of damage
- if the appliance tester no longer functions or a warning is shown on the display,
- after long periods of storage under unfavourable conditions
- after being subjected to rough transport
- the device is exposed to moisture.



**In order to prevent danger**

- do not touch the bare measuring probe tips of the measuring leads,
- plug the leads into the correspondingly marked jacks at the BENNING PV 3



**Maintenance:**

Do not open the device! Apart from the rechargeable batteries, it does not contain any components requiring maintenance by the user. Repair and service must be carried out by qualified personnel only!



**Cleaning:**

Regularly wipe the housing by means of a dry cloth and cleaning agent. Do not use any polishing agents or solvents!

### 3. Scope of delivery

The scope of delivery for the BENNING PV 3 comprises:

- 3.1 One BENNING PV 3,
- 3.2 Two measuring leads with probe tip (L = 1.2 m) (red/ black)  
incl. two crocodile clips (red/ black), (P.no. 10208356)
- 3.3 Two measuring leads for MC4 connector (L = 1.2 m) (red/ black), (P.no. 10208355)
- 3.4 One USB connecting cable (A plug to B plug), (P.no. 10008312)
- 3.5 Three rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (accumulators, protected version), (P.no. 10208358)
- 3.6 One charger (P.no. 10208360)
- 3.7 One short instructions
- 3.8 One calibration certificate

Parts subject to wear:

- The BENNING PV 3 is supplied by three rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (accumulators, protected version, 2600 mAh)

Note on optional accessories:

- Insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 2 for measuring the insolation (W/ m<sup>2</sup>), the PV module temperature and the ambient temperature (P.no. 050420).
- Temperature sensor with suction cup for BENNING SUN 2 for attachment to the rear of the PV module (P.no. 050424).
- PV module holder for BENNING SUN 2 for safe attachment to the PV module (P.no. 050425).
- Test badges "next test", 300 pieces (P.no. 756212)
- Test certificate forms for "Testing of PV systems" are available for download free of charge at [www.benning.de](http://www.benning.de)

### 4. Unit description

See figure 1: Top side of the device

See figure 2: Digital display

The display and operator control elements specified in Fig. 1 and 2 are designated as follows:

- ① **Digital display**, indicates the test progress and individual measuring results,
  - ② **☰-key**, for storing the displayed measured values (display values)
  - ③ **☰-key**, for calling stored measured values (display values)
  - ④ **☰-key**, for sending/transmitting the stored measured values (display values) to the PC
  - ⑤ **USB interface** (type B socket), for connection of the USB connecting cable
  - ⑥ **Test-key**, for starting the automatic test procedure
  - ⑦ **Battery compartment cover**,
  - ⑧ **+ PV test socket** (red), for connecting the red PV measuring lead with PV connector
  - ⑨ **+ PV test socket** (black), for connecting the black PV measuring lead with PV connector
- ⚠ **Attention, hot surface!** If the symbol is displayed, immediately disconnect the BENNING PV 3 from the PV generator. Connect the BENNING PV 3 only after the symbol has disappeared.
- ⚡ **(polarity indication)**, indicates reversed polarity of the DC voltage on the PV test sockets ⑧ and ⑨.
- ⚠ **Attention, dangerous voltage** has been detected
- ⚠ **Attention**, if this symbol is activated, observe the instructions contained in the operating manual in order to avoid danger.
- ⚠ **Error**, see specific error codes for further details (More details in chapter 9.1. "Error codes")
- 💾 **STORE**, LCD data are stored in the internal memory
- 📂 **RECALL**, stored LCD data are loaded from the internal memory
- 📍 **Storage location indicator**, indicates the current storage location (1...999)
- 🔋 **Battery symbol**, is displayed to indicate discharged batteries

### 5. General information

The BENNING PV 3 is intended for electrical tests according to VDE 0126-23 (DIN EN 62446).

The BENNING PV 3 is not intended for continuous use. The useful life of the device is limited by software and via temperature monitoring. If the internal temperature reaches the set limits then functionality will be

reduced in order to allow the BENNING PV 3 to cool down. Do not leave the BENNING PV 3 attached to a hazardous voltage for extended periods of time or while waiting for the BENNING PV 3 to cool down. The BENNING PV 3 automatically tests connected PV modules, PV strings or PV fields. All measuring results are displayed on the large LC display.

- Appliance dimensions: (L x W x H) = 340 x 300 x 152 mm
- Appliance weight: 5000 g
- Power supply: 3 x 3.7 V rechargeable lithium-ion batteries
- Interface: USB type B
- Internal memory: up to 999 data records
- Display: LC display with background lighting
- PC software: Download program BENNING Datalogger (CSV format)
- Radio range to BENNING SUN 2: 30 m in open space, frequency: 433 MHz

**6. Environment conditions**

- The BENNING PV 3 is intended for making measurements in dry environment.
- Maximum barometric elevation for making measurements: 2000 m,
- Over voltage category/ Siting category: IEC/ EN 61010-1 →1500 V for systems without a specified measuring category,
- Pollution Class 2,
- Protection Class: IP 40 (DIN VDE 0470-1, IEC/ EN 60529) with the cover being open  
IP 40 means: Protected against objects >1mm, (4 - first index). No protection against water, (0 - second index).  
IP 64 with the cover being closed
- IP 64 means: Protection against access to dangerous parts and protection against solid impurities, dustproof, (6 - first index). Splash proof, (4 - second index). Can also be used in case of precipitation.
- EMC: IEC/ EN 61326-1,
- Operating temperature and relative humidity: For operating temperature from 0 °C to 40 °C: non-condensing
- Storage temperature: The BENNING PV 3 can be stored at any temperature in the range from - 25 °C to + 65 °C (relative humidity from 0 to 90 %). The battery should be taken out of the instrument for storage.

**7. Electrical specifications**

Note: The measuring precision is specified as the sum of

- a relative fraction of the measured value and
- a number of digits (counting steps of the least significant digit).

This specified measuring precision is valid for temperatures in the range from 18 °C to 30 °C and relative humidity less than 80 %.

**7.1 PV module/ PV string/ PV field, open-circuit voltage (Vo/c)**

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
5.0 V - 1500 V	0.1 V	± (0.5 % + 2 digits)

**7.2 PV module/ PV string/ PV field, short-circuit current (Is/c)**

Measuring range	Resolution	Measuring accuracy
0.50 A - 40.00 A (maximum power: 45 kW)	0.01 A	± (1 % + 2 digits)

**8. Measuring with the BENNING PV 3**

**8.1 Preparation for measuring**

Operate and store the BENNING PV 3 only at the specified storage and operating temperatures conditions. Do not permanently expose the device to sunlight.

- Strong sources of interference in the vicinity of the BENNING PV 3 can lead to unstable readings and measuring errors.



**Before commissioning, always check the BENNING PV 3 and the measuring leads for damages.**

### 8.1.1 Charging the rechargeable batteries

Before the first use and before each use, fully charge the rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries. Use the included automatic charger (New i4, NITECORE®) to do this.

- Use the charger only to charge the rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (2600 mAh, protected version) included in the delivery.
- Connect the charger to a protected shock-proof socket (230 V, 50 Hz) using the included mains connection cable and insert the three rechargeable batteries into the battery holders observing correct polarity.
- Charging starts automatically when the batteries are inserted.
- Depending on the battery type and capacity, the charging current/voltage is automatically set for each battery holder. For lithium-ion batteries, the charging voltage is preset to 4.2 V.
- The state of charge of the batteries is indicated by three green LEDs for each battery holder. Charging is complete when the three LEDs (100 %) of each battery holder light permanently.

Note on manually setting the charging current/voltage:

After inserting the batteries, briefly press button **⏻** to select the battery holder used.

- As long as the green LED of the selected battery holder lights, the charging current can be increased to 1.5 A (red LED lights up) by pressing and holding button **⏻**. If several battery holders are selected for a charging current of 1.5 A, charging with increased current takes place subsequently from left to right.
- As long as the green LED of the selected battery holder lights, a charging voltage of 3.7 V, 4.2 V and 4.35 V (green LED) can be set by pressing and holding button **V**.



**Please note that the charging voltage for the included rechargeable batteries must be set to 4.2 V!**

### 8.1.2 Switching the BENNING PV 3 ON/ OFF

- Press and hold the keys **⏻** **2** and **⏻** **3** for approx. 2 seconds to switch the BENNING PV 3 on. Acoustic signals confirm that the device is switched on. Press the keys again for approx. 2 seconds to switch the device off.
- After approx. 1 minute, the BENNING PV 3 switches off automatically (**APO**, **Auto Power-Off**). It switches on again when the keys **⏻** **2** and **⏻** **3** are pressed. An acoustic signal indicates that the device has switched off automatically.

### 8.1.3 Setting the automatic switch-off time (APO, Auto-Power-Off)

- Switch the BENNING PV 3 off by simultaneously pressing the keys **⏻** **2** and **⏻** **3**.
- Press and hold the **test** key **6** and simultaneously press the keys **⏻** **2** and **⏻** **3**. Keep the **test** key **6** pressed.
- The LC display **1** shows "OFF" in the first line and the switch-off time (in minutes) in the second line.
- Each time pressing the **⏻** key **2** increases the switch-off time by one minute up to a maximum time of 10 minutes.
- Release the **test** key **6** to store the setting.

### 8.1.4 Setting the date and the time

The BENNING PV 3 is equipped with an integrated real-time clock which automatically adds a date / time stamp to each storage process or storage location (see chapter 8.3 "Measured value memory").

To set the date and the time, carry out the following steps:

- Switch the BENNING PV 3 off by simultaneously pressing the keys **⏻** **2** and **⏻** **3**.
- Press and hold the **⏻** key **4** and simultaneously press the keys **⏻** **2** and **⏻** **3**.
- The date / time format is displayed as follows:  
MM.DD = month (1-12).day (1-31)  
YYYY = year  
HH.mm = hours (0-23).minutes (0-59)  
SS = seconds (0-59)

- Press the **Test** key **6** to select a date / time field.
- As soon as the field is flashing, the value for that field can be set.
- Press the keys **2** and **3** to increase or decrease the value.  
Every change resets the field for the seconds to zero.
- Switch the device off by simultaneously pressing the keys **2** and **3** to store the setting.

**Note:**

If the BENNING PV 3 has established a radio connection to the BENNING SUN 2, the date/ time of the BENNING PV 3 will be synchronized automatically after 10 seconds to the date/ time of the BENNING SUN 2, if the device detects a deviation of more than 1 minute. BENNING SUN 2 (master) → BENNING PV 3 (slave).

### 8.1.5 Testing the battery condition

During switch-on and operation, the BENNING PV 3 carries out an automatic battery test. Discharged batteries are indicated by a battery symbol **1** on the LC display **1**. As soon as the battery symbol is flashing, the batteries have to be recharged immediately. (see chapter 9.4, "Battery replacement").

## 8.2 Measurement of open-circuit voltage and short-circuit current of the PV generator



**The PV module/ PV string must not exceed the maximum opencircuit voltage of 1500 V DC, the maximum short-circuit current of 40 A and the maximum DC power ( $P = U \times I$ ) of 45 kW.**

**Measuring at PV strings connected in parallel might involve damages of the BENNING PV 3!**



**The PV generator must be isolated from the electric power supply (PV inverter)! Neither the positive nor the negative pole of the PV generator must be earthed!**



**Do not disconnect any measuring lines from the PV generator as long as the test is being carried out. Failure to do so might result in a dangerous electric arc or damage to the BENNING PV 3!**



**Only use the included PV measuring lines or the measuring lines with attached alligator clips for safe contacting of the PV generator.**



**In case DC polarity is wrong or DC voltage is within the range of < 5 V or > 1500 V, it is not possible to make an automatic PV measurement.**

- Connect the BENNING PV 3 to the PV generator using the included PV measuring leads or the measuring leads with attached alligator clips.
  - Measurement of the PV open-circuit voltage is made automatically, if a DC voltage is applied.
  - In case of reversed polarity of the DC voltage, the polarity indication „\*×\*“ **5** is flashing and the symbol is displayed. Automatic measurement will be blocked until the polarity of the DC voltage is correct.
  - As soon as a voltage of > 30 V is applied to the PV measuring leads, the **⚠** warning symbol **6** (Attention, dangerous voltage) is flashing.
  - Press the **Test** key **6** to start short-circuit current measurement.
  - The measured values will be shown on the display **1** for approx. 20 seconds or until a key is pressed.
- See figure 3: Measurement on the PV generator

## 8.3 Measured value memory

### 8.3.1 Storing measured values

The BENNING PV 3 can store up to 999 display indications. For each memory location, the open-circuit voltage and the short-circuit current are stored with a date/time stamp. If there is a radio connection to the BENNING SUN 2, the insolation and the PV module/ambient temperature are additionally stored for each storage location.

- Press the **2** key **2** to store the displayed measured values to the first free storage location. Successful storage will be confirmed by the "STORE" symbol **7** on the LC display **1**.

### 8.3.2 Calling measured values

- Press the **3** key **3** to recall the stored measured values with the corresponding storage location

number **1**. The symbol "RECALL" **6** is displayed **1**. The storage location number **1** is shown on the display **1**.

- Press the **←** key **3** to go to the previous storage location.
- Press the **→** key **2** to go to the next storage location.

### 8.3.3 Deleting the measured value memory

- To delete the entire measured value memory, press the **←** key **2** and the **→** key **3**.

### 8.3.4 Reading out the measured value memory via the USB interface

To read the measured values via the USB interface **5**, you must install a hardware driver and the BENNING SOLAR Datalogger software on your PC once.

The latest versions are available for free download on the product page of the BENNING PV 3.

**<http://tms.benning.de/pv3>**

In order to download the measuring data from the BENNING PV 3, proceed as follows:

- Disconnect all measuring leads from the BENNING PV 3.
- Connect the BENNING PV 3 to your PC by means of the USB connecting cable.
- The hardware driver is installed automatically on a free COM port and confirms that the new hardware can be used.
- The COM port used can be viewed by means of the Device Manager of your system.
- Start the "BENNING SOLAR Datalogger" program, in the "Tools" menu click "Refresh Ports" and select the corresponding COM port. Then, click "Download".
- Press the **→** key **4** at the BENNING PV 3 for approx. 2 seconds until the download is made and the complete measured value memory will be read out.
- The measured values can be stored as (\*.csv) or (\*.txt) file.
- Click "Open" to open the measured series e. g. via a spreadsheet.

## 8.4 Radio connection to insolation / temperature measuring instrument BENNING SUN 2

The BENNING PV 3 is able to receive the measured values (insolation, PV module / ambient temperature and date / time stamp) of the insolation and temperature measuring instrument BENNING SUN 2 (optional) via radio connection.

For this purpose, the BENNING PV 3 has to be coupled with the BENNING SUN 2 once.

Typical radio range of the BENNING SUN 2 in open space: approx. 30 m

Buildings / metal structures or interfering signals can reduce the radio range.

### 8.4.1 Coupling with BENNING SUN 2

- Remove all electronic devices in direct vicinity.
- Switch the BENNING PV 3 and the BENNING SUN 2 off.
- Press and hold the two ON/OFF keys of the BENNING SUN 2.
- Press and hold simultaneously the **←** key **2** and the **→** key **3** of the BENNING PV 3.
- The BENNING SUN 2 sends a coupling signal with the individual serial number of the device.
- The BENNING PV 3 stores the signal for future radio connection and signals successful coupling via an acoustic signal and by showing "connected" on the display. The coupling process only takes a few seconds.
- The "W/m<sup>2</sup>" symbol is shown on the LC display **1** of the BENNING PV 3.

### 8.4.2 Decoupling from the BENNING SUN 2

- Remove all electronic devices in direct vicinity.
- Switch the BENNING PV 3 off.
- Press and hold the **←** key **2** and the **→** key **3** of the BENNING PV 3 for approx. 10 seconds.
- The BENNING PV 3 indicates the decoupling from the BENNING SUN 2 by means of an acoustic signal and by clearing the LC display.
- On the LC display **1** of the BENNING PV 3, the "W/m<sup>2</sup>" symbol is hidden.

### 8.4.3 Activating / deactivating the radio transmission of the BENNING SUN 2

- Couple the BENNING PV 3 with the BENNING SUN 2.

- To activate / deactivate the radio transmission, press and hold the **[1]** key of the BENNING SUN 2 and simultaneously press the **[mode]** key. A flashing triangle **▽** above the **[1]** key shows that the radio transmission has been activated.
- If the BENNING PV 3 is within the radio range of the BENNING SUN 2, the measured insolation value ( $W/m^2$ ) is shown on the LC display **①** of the BENNING PV 3.
- Besides the electric variables ( $V_{o/c}$ ,  $I_{s/c}$ ), an AUTO measurement by means of the BENNING PV 3 additionally measures the insolation, the module and ambient temperature as well as the date / time stamp of the BENNING SUN 2.
- If the BENNING PV 3 is outside the radio range of the BENNING SUN 2, the “ $W/m^2$ ” symbol on the LC display starts flashing. Moreover, “\_ \_ \_ \_” is shown on the LC display **①**, if the measured insolation value is outside the measuring range.

**Note:**

If the BENNING PV 3 does not receive any radio signal from the BENNING SUN 2, the display indications are stored with the date / time stamp of the BENNING PV 3.

**9. Maintenance**

**9.1 Error codes**

Error code	Remedy
HOT	The electronic components of the BENNING PV 3 have reached the maximum admissible temperature. Disconnect the BENNING PV 3 from the object to be measured and let it cool down.
H ISC H ICU	The DC short-circuit current exceeds the maximum value of 40 A. Measurement has been stopped.
H VOC	The DC open circuit voltage has exceeded the maximum value of 1500 V. The measurement has been stopped.
CAL	The BENNING PV 3 is not correctly calibrated, please return the instrument to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration”.
Er 12	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
HOT F	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
FET	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
FUSE	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
d IS-CONNECT	Immediately disconnect the BENNING PV 3 from the PV generator! Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
do NOT USE	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.5 “Calibration” for the address.
rL 1,2,3 or 4	Please return the BENNING PV 3 to an authorized service center, see chapter 9.6 “Calibration” for the address.

**9.2 Securing the instrument**

Under certain circumstances safe operation of the BENNING PV 3 is no longer ensured, for example in the case of:

- Visible damages of the housing or the measuring leads,

- Incorrect measurement results.
- Recognisable consequences of prolonged storage under improper conditions.
- Recognisable consequences of extraordinary transportation stress.

In such cases the BENNING PV 3 must be switched off immediately, disconnected from the measuring points and secured to prevent further utilisation.

### 9.3 Cleaning

Clean the casing externally with a clean dry cloth (exception: special cleaning wipers). Avoid using solvents and/ or scouring agents for cleaning the instrument. It is important to make sure that the battery compartment and battery contacts are not contaminated by leaking electrolyte.

If electrolyte contamination or white deposits are present in the region of the batteries or battery casing, clean them too with a dry cloth.

### 9.4 Battery replacement



**Before opening the BENNING PV 3 ensure that all the test leads have been disconnected from the BENNING PV 3. Danger of electric shock!**

The BENNING PV 3 is supplied by means of three rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (accumulators, protected version).

A battery replacement is required, if the battery symbol  appears in the display .

Proceed as follows to replace the batteries:

- Switch the BENNING PV 3 off.
- Disconnect all measuring leads from the device.
- Unscrew the two screws from the battery compartment cover.
- Lift off the battery compartment cover from the bottom part of the battery compartment.
- Remove the discharged batteries from the battery compartment.
- Then, insert the fully charged batteries into the battery compartment at the provided places (please observe correct polarity of the batteries).
- Lock the battery compartment cover into place on the bottom part and tighten the screws.



**Make your contribution to environmental protection! Do not dispose of discharged batteries in the household garbage. Instead, take them to a collecting point for discharged batteries and special waste material. Please inform yourself in your community.**

### 9.5 Calibration

Benning guarantees compliance with the technical and accuracy specifications stated in the operating manual for the first 12 months after the delivery date. To maintain the specified precision of the measurement results, the instrument must be recalibrated at regular intervals by our factory service. We recommend a recalibration interval of one year. Send the appliance to the following address:

Benning Elektrotechnik & Elektronik GmbH & Co. KG  
Service Center  
Robert-Bosch-Str. 20  
D – 46397 Bocholt

### Technical Support/ Helpdesk:

Phone: +49 (0) 2871 93-555  
Telefax: +49 (0) 2871 93-417  
E-Mail: [helpdesk@benning.de](mailto:helpdesk@benning.de)

### 9.6 Spare parts

- Set of measuring leads with probe tip (L = 1.2 m) (red/black) incl. set of alligator clips (red/black), P.no. 10208356
- Set of PV measuring leads for MC4 connector (L = 1.2 m) (red/ black), P.no. 10208355
- Three rechargeable 3.7 V 18650 lithium-ion batteries (accumulators, protected version), P.no. 10208358
- Charger, P.No. 10208360
- USB connecting cable (A plug to B plug), P.no. 10000315

**10. Environmental notice**

At the end of the product's useful life, please dispose of it at appropriate collection points provided in your country.

**Benning Elektrotechnik & Elektronik GmbH & Co. KG**  
Münsterstraße 135 - 137  
D - 46397 Bocholt  
Phone: +49 (0) 2871-93-0 • Fax: +49 (0) 2871-93-429  
[www.benning.de](http://www.benning.de) • E-Mail: [duspol@benning.de](mailto:duspol@benning.de)