



**PROFITEST** | **PV**  
PHOTOVOLTAIC | TESTER

Peakleistungs- und Kennlinienmessung

# Sonnenklar: Höchste Präzision für die Photovoltaik

## Hightech-Messtechnik für die Energie der Zukunft

Nachhaltig umweltschonend, immer effizienter in der Energiebilanz und wirtschaftlich überzeugend: PV-Anlagen zur Stromerzeugung gewinnen rapide an Bedeutung. Sie gelten schon heute als Energiequelle mit Zukunft. Um die Ressource Sonnenenergie optimal und mit maximalem Ertrag auszuschöpfen, ist absolute Präzision gefragt.

Daraus ergeben sich höchste Anforderungen beim Einsatz von Messtechnik – und das in jeder Betriebsstufe: Bereits in der Planungsphase einer PV-Anlage müssen die Rahmenbedingungen exakt ermittelt und in die Konzeption einbezogen werden. Bei Inbetriebnahme und wiederkehrenden Prüfungen ist ein Protokoll mit den normativ geforderten

elektrischen Messwerten und den Anlagendaten zu erstellen. Und mit dem Photovoltaik-Anlagenpass lassen sich Qualität und Leistung einer PV-Installation nachweislich dokumentieren.

Die Qualitätssicherung der Anlage bleibt für ihre gesamte Lebensdauer von grundlegender Bedeutung – schließlich wünschen sich alle Betreiber eine zuverlässige, aussagefähige Ertragskontrolle zur Sicherung der langfristigen Rentabilität.

Für diese anspruchsvollen Kriterien wurde der PROFITEST PV entwickelt. Mit ihm wird es möglich, Messungen sowohl exakt als auch effizient durchzuführen. Sein Konzept: ein Maximum an Präzision – mit einem Minimum an Aufwand. Wenn andere noch Daten eingeben, lesen Sie schon Ergebnisse ab!

## Normgerechte Prüfung nach DIN EN 62446 – VDE 0126-23



Höchste Präzision durch gleichmäßige Messung der I-U-Kennlinie an kapazitiver Last an PV-Modulen und Strings



Patentiertes Rechenverfahren zur Bewertung von PV-Generatoren ohne Kenntnis der Herstellerdaten.



Patentiertes Rechenverfahren zur Ermittlung des Serieninnenwiderstandes des Generators aus nur einer gemessenen I-U-Kennlinie.



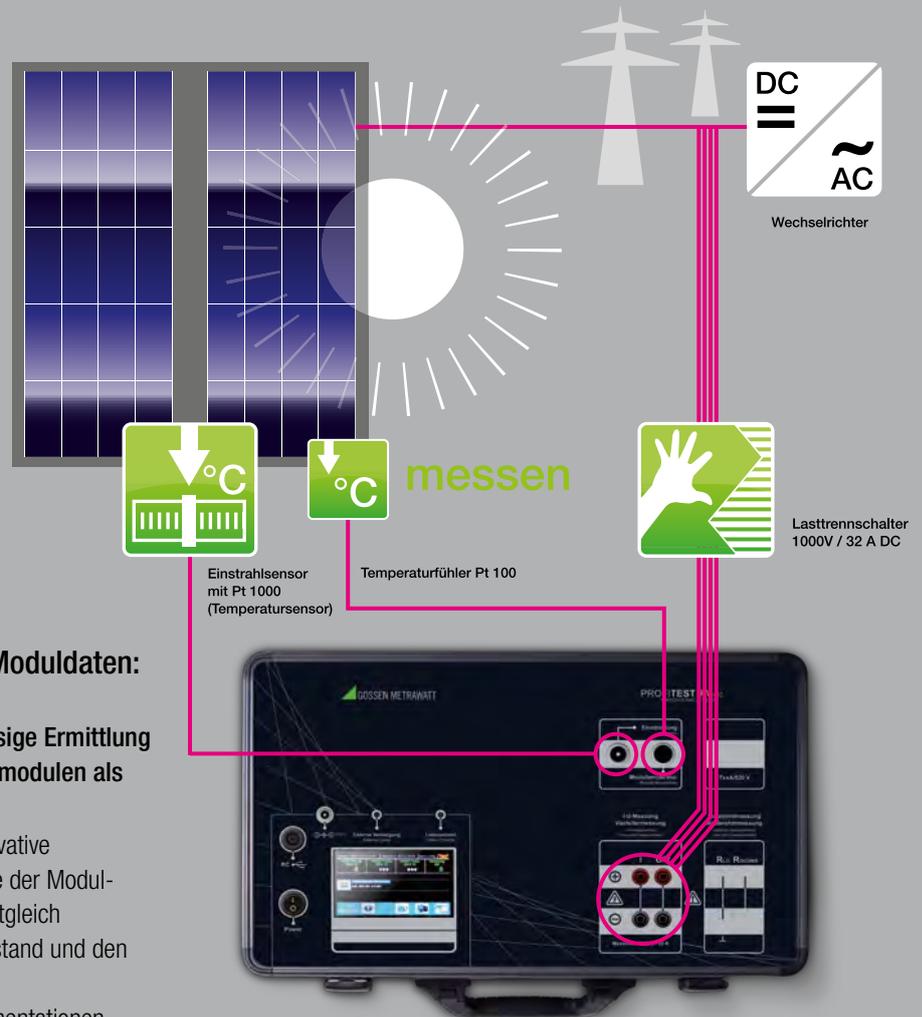
Hohe Eigensicherheit durch mitgelieferten Lasttrennschalter 1000 V/32 A DC zum allpoligen Trennen des Messgerätes vom PV-Generator



Kalibrierter Einstrahlungssensor nach IEC / EN 60904-2, VDE 0126-4-2 mit integriertem Temperatursensor Pt1000

# PROFITEST-PV: Anschließen, einschalten, messen, fertig!

Peakleistungs- und Kennlinienmessgerät für Photovoltaik-Anlagen mit automatischer Messbereichsumschaltung bis 1.000 V / 20 A



## Messen ohne zeitintensive Eingabe der Moduldaten:

Der PROFITEST-PV ermöglicht Ihnen die zuverlässige Ermittlung der I-U-Kennlinie sowohl von Photovoltaik-Einzelmodulen als auch von -Strings.

- Durch ein patentiertes Verfahren kann dieses innovative Prüfgerät mit nur einer Messung und ohne Angabe der Moduldaten direkt am Aufstellungsort mehrere Werte zeitgleich ermitteln: die Peakleistung, den Serieninnenwiderstand und den Parallelinnenwiderstand.
- So können auch Fehlersuchen und Qualitätsdokumentationen schnell, einfach und zuverlässig durchgeführt werden.
- Die Messwerte lassen sich komfortabel ablesen. Sie werden auf einem für Sonnenlicht geeigneten, hochauflösenden Touch-Farb-Grafikdisplay angezeigt.

Diese neue Effizienz bei Messvorgängen spart dem Installateur erheblich Zeit – sowohl bei der Inbetriebnahme als auch bei wiederkehrenden Prüfungen. Und gibt dem Kunden die Sicherheit, die Anlage permanent in bestem Zustand und ihren Energieertrag auf der Sonnenseite zu wissen.

## Breites Mess-Spektrum inklusive

Die Bandbreite der integrierten Messmethoden macht den PROFITEST-PV zum universellen Messgerät für angewandte Solar-technik: So kann z. B. die gemessene Peakleistung auch zur Bestimmung der Performance Ratio genutzt werden. Darüber hinaus geben die erfassten Kennlinien genaue Aufschlüsse über die elektrischen Eigenschaften des vermessenen Moduls oder Strings. Deshalb eignet sich der Tester auch hervorragend als Präzisions-Messinstrument in Forschung und Entwicklung.

## Serieninnenwiderstand $R_s$ : Eine Messung genügt

Bei kristallinen wie auch bei Dünnschichtmodulen sind zur Messung des Serieninnenwiderstandes  $R_s$  bisher mindestens zwei Kennlinien unter definierten Bedingungen erforderlich – ein aufwendiger und diffiziler Testprozess.

Mit dem PROFITEST-PV geht diese Messung weitaus schneller und einfacher von der Hand:

- Das Gerät benötigt nur eine einzige I-U-Kennlinie und berechnet dann sofort automatisch den  $R_s$ , die Peakleistung  $P_{pk}$  und den Parallelwiderstand  $R_p$ .
- Die Inklusiv-Software PV-Analysator erlaubt es sogar, den vom Prüfgerät gemessenen mit dem für die Anlage zu erwartenden Wert abzugleichen. So lassen sich beispielsweise Hinweise auf Bruch, Korrosion oder Verbindungsfehler in der Verkabelung gewinnen und Energie-Ernteverluste reduzieren.

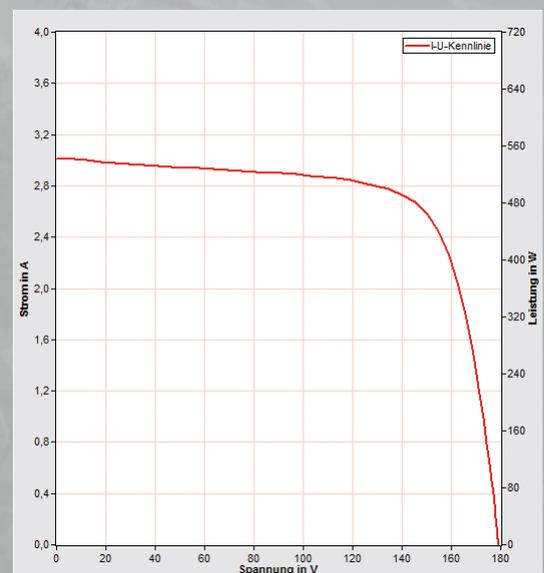
# Neue Präzision mit intelligenter Messtechnik

Mit einem umfangreichen Messprogramm, praxisorientierten Bedienungs- und Dokumentationsfunktionen sowie exzellenter Ergonomie setzt der PROFITEST-PV neue Maßstäbe – für Qualität und Sicherheit.

- Messung des Kurzschlussstroms  $I_{SC}$ , der Leerlaufspannung  $U_{OC}$ , der aktuellen Spitzenleistung einer Solarzelle  $P_{max}$ , des Serienwiderstandes  $R_S$ , Messung des Parallelinnenwiderstandes  $R_P$ ,
- Angezeigte (berechnete) Werte: Peakleistung  $P_{pk}$ , Serieninnenwiderstand  $R_S$ , Parallelinnenwiderstand  $R_P$ , Momentanwerte:  $U_{pmax}$ ,  $I_{pmax}$ ,  $P_{max}$ ,  $U_{OC}$ ,  $I_{SC}$ ,  $FF$ ,  $T_{mod}$ ,  $T_{ref}$ ,  $E_{eff}$ , I-U-Kennliniendiagramm
- Automatische Umrechnung der aktuellen Messwerte auf STC \*1
- Generatorspannungen bis 1000 V DC, Ströme bis 20 A DC, Leistung bis 20 kW
- Leistungs- und Temperaturmessung über Vierleiter-Kabel für fehlerfreie Ergebnisse
- Analoge Anbindung der Sensoren für Einstrahlung und Temperatur über robuste Datenleitung

\*1 STC – Standard Test Conditions

Um verschiedene PV-Module und Zellen miteinander vergleichen zu können, wurden genormte Testbedingungen weltweit definiert, bei denen die Solarzellenkennlinie ermittelt wird. Die STC beziehen sich auf die Norm IEC 60904 bzw. DIN EN 60904. Im Wesentlichen wird die Kennlinie durch den MPP-Wert, den Kurzschlussstrom und die Leerlaufspannung charakterisiert.



I-U-Kennlinie

- Einstrahlungsmessung in Echtzeit, zuverlässige Schwankungserkennung auch im Millisekundenbereich
- Interner Datenspeicher für mehrere 1.000 Messungen
- Ständige Anzeige der aktuellen Einstrahlung und Temperaturen
- Getrennte Messung der Temperaturen von Einstrahlungssensor und Modulrückseite (Pt100) zur Erhöhung der Messgenauigkeit
- Universeller Eingang zur Verwendung handelsüblicher bzw. modifizierter Einstrahlungs-Referenz-Sensoren;

- Sensorwechsel vor Ort jederzeit möglich
- Betrieb auch über PC mit direkter Übernahme von Ergebnissen, z. B. für Dauermessungen
- Externes Netzteil mit Weitbereichs-Eingang zur Akkuaufladung und Dauerbetrieb
- Offengelegte Schnittstellen für den Einsatz in Sonderanwendungen
- Integrierte Modul-, Kunden- und Anlagendatenbank bidirektional zum PROFITEST-PV

## Kapazitives Messverfahren: die genaue Lösung

Ein entscheidender Pluspunkt des PROFITEST-PV liegt in seiner Fähigkeit, unterschiedlichste Modultypen im kapazitiven Messverfahren zu testen. So liefert er Ihnen bei jeder PV-Messung immer hochpräzise Ergebnisse – völlig unabhängig von wechselnder Sonneneinstrahlung.

- Im Gegensatz zu herkömmlichen Messverfahren erfasst das Gerät mit hoher Genauigkeit die I-U-Kennlinie durch gleichmäßige Messung an kapazitiver Last.
- Bei bislang üblichen Messmethoden dauert eine Messung mit Werten zwischen 10 und 30 Sekunden relativ lange. Die Einstrahlung aber ändert sich typischerweise selbst im Millisekundenbereich um bis zu mehreren  $100 \text{ W/m}^2$  – so verschwimmen die Resultate über den Messzeitraum teils erheblich.

## Kennlinie pur – ohne Störfaktoren

Für eine Messung mit kapazitiver Last, wie sie der PROFITEST-PV jetzt ermöglicht, sprechen überzeugende technische Argumente:

- Einerseits darf die Kennlinienmessung an PV-Generatoren wie Modulen, Strings und Arrays nicht zu schnell verlaufen, denn kapazitive bzw. induktive Eigenschaften des Generators selbst können das Ergebnis beeinflussen. Ein zu langer Messvorgang hingegen führt unter Umständen dazu, dass die Resultate durch Einstrahlungsschwankungen an Genauigkeit einbüßen.
- Dies betrifft auch die Modultemperatur. Sie ändert sich zwar verhältnismäßig träge, aber je nach Situation dennoch innerhalb von Sekunden. Insbesondere Dünnschichtmodule und solche mit Rückseitenkontakten reagieren sehr sensibel auf zu große Spannungs-Zeit-Schwankungen.

Mit dem kapazitiven Messverfahren des PROFITEST-PV werden all diese anlagenspezifischen Variablen eliminiert – und stets exakte Messergebnisse gewährleistet.

# Optimal abgestimmtes Zubehör

Das optimal abgestimmte Zubehörangebot erlaubt es, die Messvielfalt des PROFITEST-PV für unterschiedlichste Prüfaufgaben an Photovoltaikanlagen komfortabel zu nutzen. Im robusten Koffersystem lässt sich das Gerät und das Zubehör bequem und sicher transportieren.

## Zubehör



Koffersystem für den PROFITEST PV und Zubehör



Kalibrierter Einstrahlungssensor monokristallin nach IEC / EN 60904-2 mit integriertem Temperatursensor Pt1000, 10 m Anschlusskabel



Externer Lasttrennschalter 1000 V/ 32 A für hohe Eigen-sicherheit zum allpoligen Trennen des Messgerätes vom PV-Generator



Externes Netzteil 16 V DC, 2,5 A zur (Akku-)Stromversorgung mit integriertem Laderegler



Externer Pt100 Temperatur-fühler zum getrennten Messen der Temperaturen von Einstrahlungssensor und Modulrückseite zur Erhöhung der Messgenauigkeit



4-Leiter-Messkabel zur Verbindung von Lasttrennschalter und PV-Generator, 10 m Anschluss



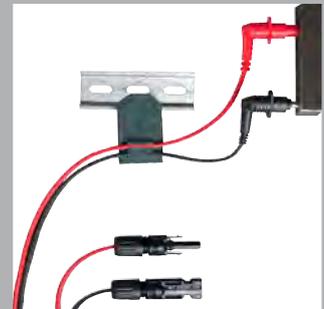
## Optional



PV-Adapterset  
SUNCLIX-MC4 (Z360H)



PV-Adapterset  
MC3-MC4 (Z360K)



Magnetische Messspitzen  
mit MC4-Stecker (Z502Y)



PV-Adapterset  
TYCO-MC4 (Z360J)



4-Leiter-Messkabelset  
25 m Anschluss (Z360L)



Trolley (502V)  
(Rollwagen für Koffersystem)

# Dokumentierte Qualität: E-CHECK – PV und Normprüfungen

Für den Betreiber einer Photovoltaikanlage ist eine normgerechte, nach definierten Kriterien erstellte Bescheinigung über Leistung, Wirtschaftlichkeit und Funktionsfähigkeit seiner Anlage von hohem Interesse. Der PROFITEST-PV bietet Ihnen alle Funktionen, um die Qualität Ihrer Arbeit sicher nach den einschlägigen Richtlinien zu dokumentieren:

## E-Check für PV-Anlagen

Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und deren zugehörigen Betriebsmittel dienen der Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie. PV-Anlagen und deren zugehörigen elektrische Betriebsmittel unterliegen einer Alterung und Abnutzung. Beeinflussende Faktoren hierfür sind Umwelteinflüsse und besondere Betriebsbedingungen.

Aus diesen Gründen muss im Laufe der Zeit mit Mängeln gerechnet werden, die entscheidend für die Sicherheit im Haushalt oder Gewerbe sind. Deshalb sollten, wie im gewerblichen Bereich verpflichtend, in allen anderen Bereichen wiederkehrende Prüfungen in Form des E-CHECK für PV-Anlagen durchgeführt werden

Durch den E-CHECK sollen Mängel an PV-Anlagen und deren zugehörigen Betriebsmitteln, die Gefahren für Personen, Tiere und Sachen in sich bergen, erkannt werden. Gleichzeitig sollte der Elektrotechniker auch der Berater des Betreibers sein, indem er nützliche Hinweise zur rationellen Energieanwendung aufzeigt. Für den ordnungsgemäßen Zustand der PV-Anlage oder deren zugehörigen elektrischen Betriebsmittel ist der Betreiber verantwortlich.

Auf Grundlage dieser Richtlinie für den E-CHECK ist der Zustand der PV-Anlage oder deren zugehörigen elektrischen Betriebsmittel bezüglich

- ihrer Gebrauchs- und Funktionsfähigkeit,
- ihres ordnungsgemäßen, sicherheitstechnischen Zustandes,
- ihres Schutzes gegen elektrischen Schlag,
- ihres Schutzes gegen elektrisch gezündeten Brand,
- der Maßnahmen gegen Blitzeinwirkung und Überspannung,
- der Energieeinsparung und
- des Ertragszustandes der PV-Anlage zu prüfen.

Nach Durchführung des E-CHECK für PV-Anlagen und der Beseitigung festgestellter Mängel ist die erforderliche Sicherheit für Menschen, Tiere und Sachwerte wieder hergestellt.

Bei der wiederkehrenden Prüfung sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der zum Zeitpunkt der Errichtung der elektrischen Anlage oder der elektrischen Betriebsmittel gültigen Fassung zu berücksichtigen. In der abschließenden Dokumentation sind alle relevanten Daten und Messwerte ersichtlich. (Quelle: ZVEH)

## Normgerechte Errichtung von netzgekoppelten PV-Anlagen

Das Errichten von PV-Anlagen und deren Installation hat nach den bestehenden IEC- / DIN EN- / VDE-Bestimmungen zu erfolgen.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen sind nach folgenden Normen auszuführen:

- IEC 60364-1 (VDE 0100-100 Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 1 – Allgemeine Grundsätze),
- IEC 60364-6 (VDE 0100-600 Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 6 – Prüfungen),
- DIN EN 50110-1 (VDE 0105-100 Betrieb von elektrischen Anlagen)
- DIN EN 62305-3 (VDE 0185-3 Blitzschutz, Teil 3 – Schutz von baulichen Anlagen und Personen)
- Speziell mit der Installation von PV-Anlagen beschäftigt sich die IEC 60364-7-712 (VDE 0100-712 Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Solar-Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme).



## Normgerechte Prüfung von netzgekoppelten PV-Anlagen

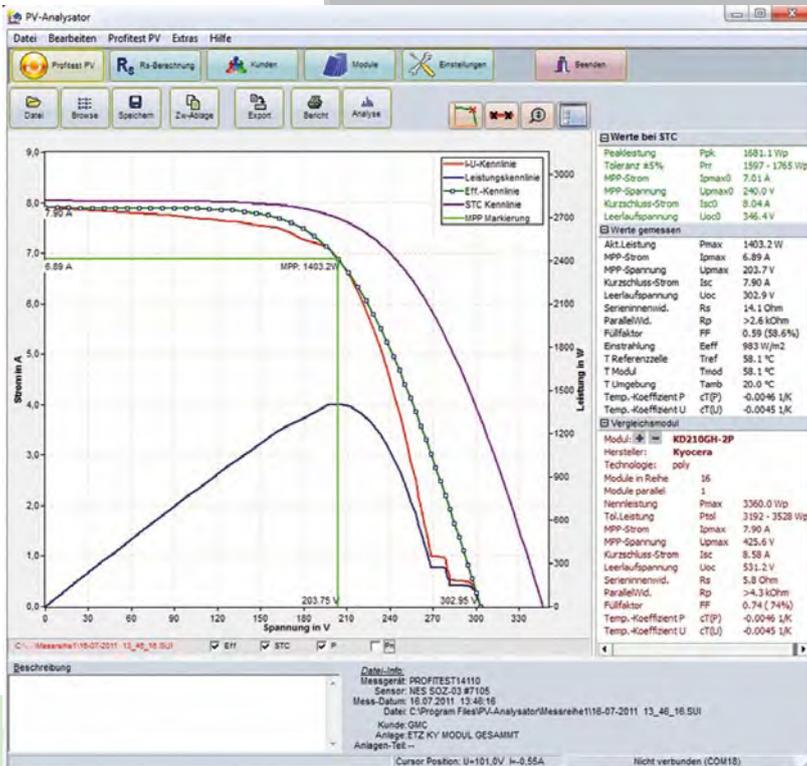
Die DIN EN 62446 (VDE 0126-23 Netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme, Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen) beschreibt neben den Punkten, die eine Systemdokumentation zu enthalten hat, auch die durchzuführenden Prüfungen und Messungen zur Inbetriebnahme sowie die wiederkehrenden Prüfungen und Messungen für den rechtssicheren Betrieb.

# PV-Analysator Inklusiv-Software

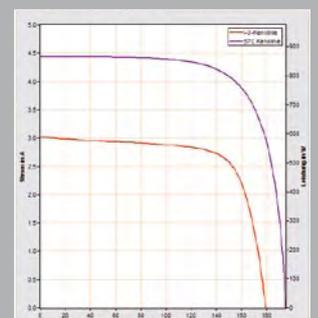
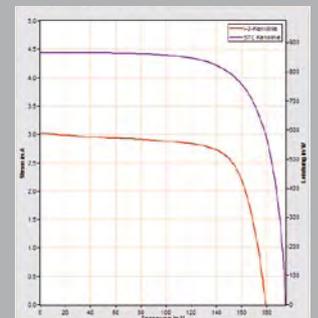
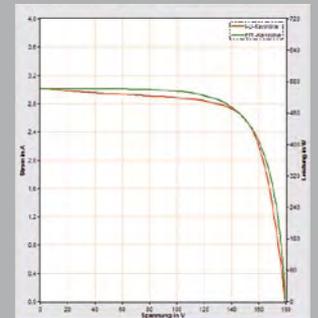
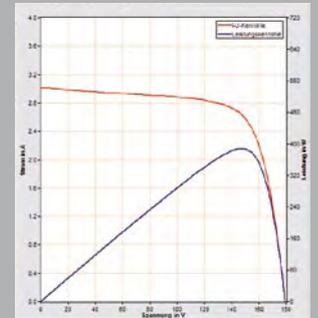
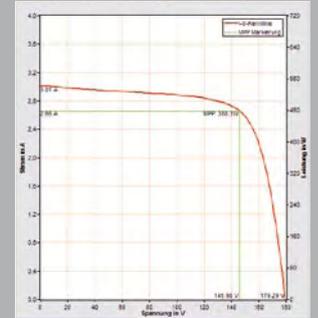
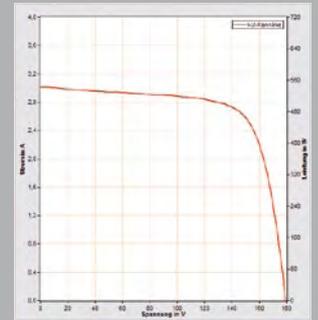
Die mitgelieferte Software PV-Analysator unterstützt Sie effektiv bei Prüfung und Dokumentation. Sie wurde speziell für den Einsatz im Photovoltaik-Bereich entwickelt und ermöglicht die grafische Darstellung von Messergebnissen sowie die exakte Auswertung und die sichere Protokollierung mit integrierter Datenbank.

Zum Funktionsumfang des PV-Analysator zählen unter anderem:

- Einlesen der gemessenen Kennlinienwerte aus dem PROFITEST-PV
- Export der Messwerte oder Ergebnisse (z. B. XLS-File)
- Erstellung eines Messprotokolls (z. B. PDF)
- Online-Messung – grafische Darstellung der Kennlinie und Messwerte (auch für Dauermessung geeignet)
- Online Zugriff auf die Datenbank / Dateiverwaltung im PROFITEST-PV
- Darstellung der gemessenen Werte und der errechneten Werte bei STC
- Überblick der I-U-Kennlinien einer Messreihe im Browser-Fenster
- Lauffähig unter MS Windows® NT, 2000, XP, Vista, Windows 7
- Moduldatenbank (30.000 Module)
- Analyse-Funktion: Auswertung der gemessenen zu den STC-Messwerten (Fehlerdeutungen).



- 1 Grafische Darstellung der I-U-Kennlinie
- 2 mit errechneten MPP Maximum Power Point ( $P_{max}$ )
- 3 im Vergleich mit der Leistungskurve
- 4 im Vergleich mit der Effektiv-Kennlinie
- 5 im Vergleich mit der STC-Kennlinie
- 6 I-U-Kennlinie mit Darstellung der Messpunkte
- 7 Darstellung der gemessenen Werte und der errechneten Werte bei STC



# Mess- und Prüfgeräte für Photovoltaik-Messungen (PV)

**GOSSEN METRAWATT** steht weltweit für hervorragende Qualität und Zuverlässigkeit – die erste Wahl, wenn es um höchste Präzision beim Messen und Prüfen geht. Für den Einsatz in der Photovoltaik und ihrer Peripherie steht ein umfassendes Geräteangebot zur Verfügung, das alle Messaufgaben perfekt abdeckt:

## PROFITEST PVsun

Das Prüfgerät eignet sich zum Testen von PV-Modulen und -Strings bis max. 1.000 V / 20 A. Neben der Isolationsmessung, der Polaritätsprüfung, der Erdschlussprüfung kann auch die Durchgängigkeit des Schutzleiters geprüft werden. (1)

## PROFITEST MTECH

Gerät zum Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen entsprechend IEC 60364-6 / VDE 0100–600 / VDE 0105–100. (2)

## METRISO G500 / METRISO G1000

Isolations- und Widerstandsmessgeräte METRISO G500/ G1000 zur schnellen und rationellen Prüfung der Schutzmaßnahmen entsprechend IEC 60364 / VDE 0100. (3)

## MAVOWATT 20

Der Energie- und Leistungsanalysator ist ein leistungsfähiges Messgerät für die umfassende Energie- und Leistungsanalyse an ein- und dreiphasigen Energienetzen. (z. B. Ermittlung des Wirkungsgrades von PV-Wechselrichtern). (4)

## METRAHIT ISO

Multimeter und Isolationstester für den Service-Bereich mit einstellbarer Prüfspannung 50 V/ 100 V/ 250 V/ 500 V/ 1.000 V DC zur Isolationswiderstandsmessung. (5)

## METRACLIP 41

Zangenstrommessgerät zur genauen, berührungslosen Messung von AC- und DC-Strömen sowie von komplexen Stromformen mit Echt-Effektivwert-Anzeige (TRMS) und automatischem Nullabgleich. (6)



1



2



3



4



5



6

## Technische Daten

### Messungen

- Kurzschlussstrom  $I_{SC}$
- Leerlaufspannung  $U_{OC}$
- aktuelle Spitzenleistung einer Solarzelle  $P_{max}$
- Parallelinnenwiderstand  $R_p$
- Serieninnenwiderstand  $R_s$

### Angezeigte berechnete Werte

- Peakleistung  $P_{Pk}$
- Serieninnenwiderstand  $R_s$
- Parallelinnenwiderstand  $R_p$
- Momentanwerte:  $U_{pmax}$ ,  $I_{pmax}$ ,  $P_{max}$ ,  $U_{OC}$ ,  $I_{SC}$ , FF,  $T_{mod}$ ,  $T_{ref}$ ,  $E_{eff}$ , I-U-Kennliniendiagramm

### Leistungen

- Automatische Umrechnung der aktuellen Messwerte auf STC
- Generatorspannungen bis 1000 V DC
- Ströme bis 20 A DC
- Leistung bis 20 kW
- Leistungs- und Temperaturmessung über Vierleiter-Kabel für fehlerfreie Ergebnisse

### Speicher

- Interner Datenspeicher von bis zu mehreren 1.000 Messungen
- Integrierte Modul-Datenbank, bidirektionaler Datenaustausch mit Software PV-Analysator (ca. 1000 Moduldaten)

### Betrieb

- wahlweise über PC mit direkter Übernahme von Ergebnissen (z. B. für Dauermessungen) möglich
- Externes Netzteil mit Weitbereichs-Eingang zum Laden des Akkus / Dauerbetrieb des Messgerätes
- Offengelegte Schnittstellen erlauben den Betrieb des Gerätes auch bei Sonderanwendungen



Weitere Informationen zu den Themen Planung, Richtlinien, Finanzierung, Normen, Anlagenpass etc. finden Sie in unserem „PV-Wegweiser“ (3-337-281-01).



# GOSSEN METRAWATT

## **GMC-I Messtechnik GmbH**

Südwestpark 15 ■ 90449 Nürnberg ■ Germany  
Tel.: +49 911 8602-111 ■ Fax: +49 911 8602-777

[www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com) ■ [info@gossenmetrawatt.com](mailto:info@gossenmetrawatt.com)