

# PRÜFEN VON PHOTOVOLTAIK SYSTEMEN UND ANLAGEN

ELEKTRISCHE SICHERHEIT  
DER GESAMTEN ANLAGE  
SOWIE LEISTUNGSDATEN  
DER PV MODULE



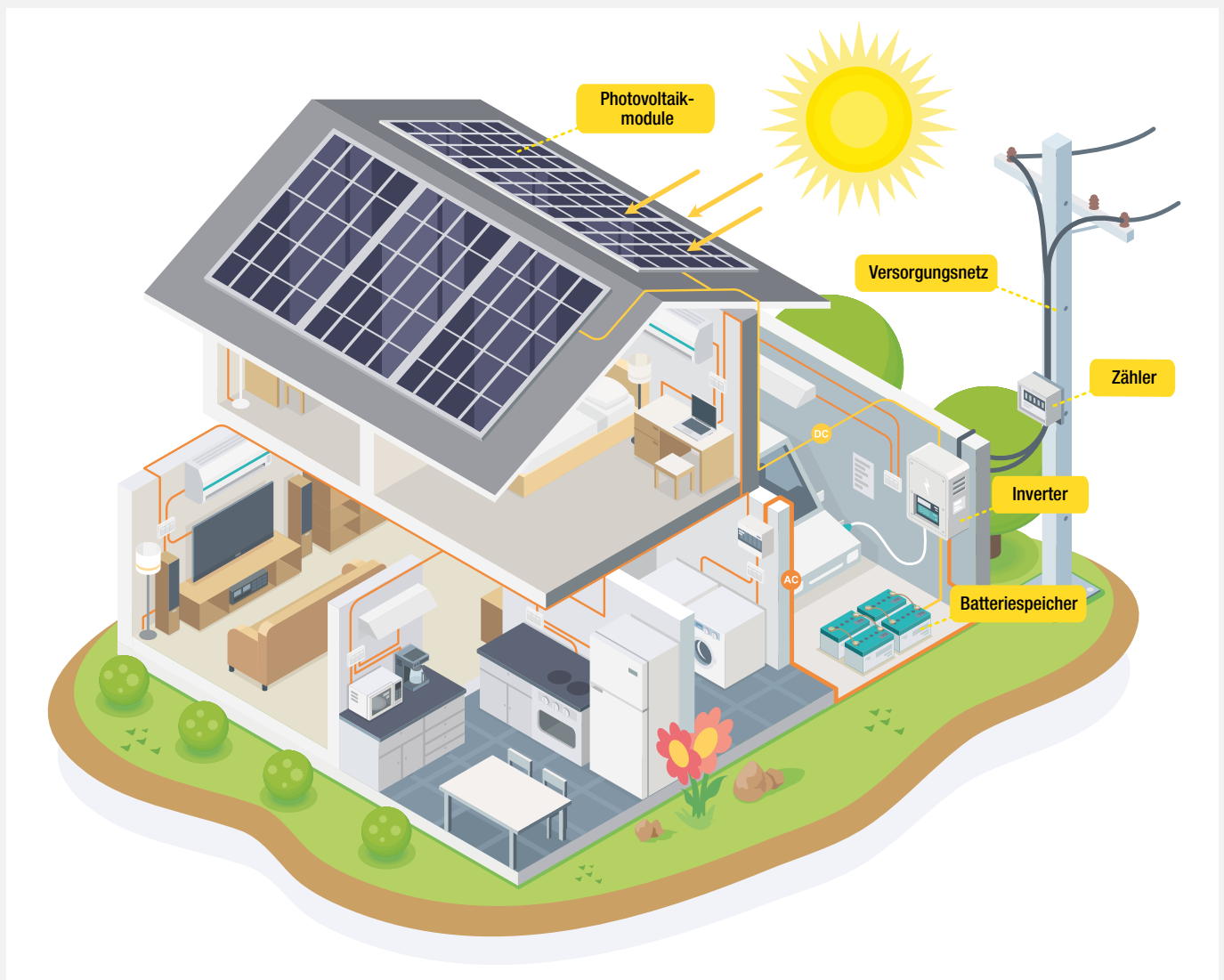
# PRÜFEN VON PHOTOVOLTAIKSYSTEMEN UND ANLAGEN

Die Photovoltaik hat seit ihren Anfängen in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung erfahren. Die Einsicht und die fortschreitende Erkenntnis über die Endlichkeit und die Umweltauswirkungen der fossilen und nuklearen Energieträger ließ das Interesse an der Solartechnik wieder erwachen.

Studien zufolge ist der gegenwärtige Einsatz von PV erst am Anfang eines viel weitergehenden kontinuierlichen Wachstums. Das Gesetz für erneuerbare Energien (EEG) unterstützt die umweltfreundliche, selbst produzierte Energie. In der Praxis herrscht häufig Unsicherheit darüber, welche normativen Anforderungen bei der Installation und bei der Fehlersuche von PV-Anlagen beachtet werden müssen.

## PRÜFUNG VON PV-ANLAGEN

Eine Photovoltaikanlage (PV-Anlage), ist eine Solarstromanlage, in der mittels Solarzellen ein Teil der Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt wird. Eine größere Solarstromanlage ist ein Solarkraftwerk. Die dabei typische direkte Art der Energiewandlung bezeichnet man als Photovoltaik. Die PV-Anlage ist eine elektrische Anlage und demnach im Gültigkeitsbereich der DIN VDE 0100 und der DGUV Vorschrift 3. Ebenfalls ist die PV-Anlage ein Arbeitsmittel im Sinne der BetrSichV. Die elektrotechnischen Teile einer PV-Anlage sind elektrische Betriebsmittel und somit nach den allgemein gültigen Regeln der Technik zu betreiben, zu warten und zu prüfen.



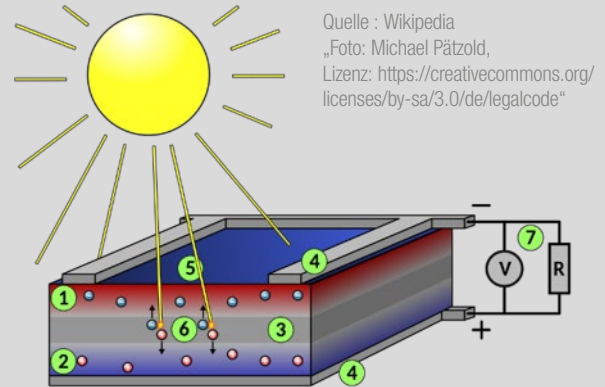
Solaranlage im Einfamilienhausbereich

## PHOTOVOLTAIKMODULE

Die Photovoltaikmodule, kurz PV-Module, sind der wichtigste Bestandteil einer Photovoltaikanlage, denn sie wandeln Sonnenlicht in nutzbaren Strom. Ein Modul setzt sich aus vielen miteinander verknüpften Solarzellen zusammen, die üblicherweise aus Silizium bestehen.

Die bekanntesten Modularten sind kristalline Module und Dünnschichtmodule. Da Dünnschichtmodule einen deutlich geringeren Wirkungsgrad aufweisen, sind vor allem kristalline Module beliebt.

1. Die obere Siliziumschicht ist negativ dotiert (n-Schicht).
2. Die untere Siliziumschicht ist positiv dotiert (p-Schicht).
3. Im Grenzbereich binden sich die überschüssigen Elektronen locker an die Fehlstellen (p-n-Übergang).
4. Es bildet sich zwischen der oberen und unteren Kontaktfläche ein ständig vorhandenes elektrisches Feld.
5. Photonen (Lichtquanten, „Sonnenstrahlen“) gelangen in die Übergangsschicht.
6. Photonen mit ausreichender Energiemenge übertragen in der neutralen Zone ihre Energie an die Elektronen. Das löst diese Elektronen aus ihrer Bindung. Die Elektronen driften nach oben, die Löcher nach unten. Eine Spannung und ein nutzbarer Strom entstehen, solange Photonen ständig freie Ladungsträger erzeugen.
7. Der „Elektronen“-Strom fließt durch den „äußeren Stromkreis“ zur unteren Kontaktfläche der Zelle.



### Monokristalline Solarzelle:

Erkennbar sind die monokristallinen Solarzellen an ihrer dunkelblauen bis schwarzen Farbgebung. Diese Farbe begründet sich aus dem Herstellungsprozess. Bei dieser Art der Solarzelle wird die Siliziumscheibe aus nur einem einzigen Siliziumkristall produziert. Die Siliziumscheibe ist bei allen Arten der Solarzelle die Grundfläche.

### Polykristalline Solarzelle:

Es handelt sich bei den polykristallinen Solarzellen um nicht nur ein Siliziumkristall, sondern um gleich mehrere. Verschiedene Blöcke von Kristallen werden hergestellt und anschließend aneinandergereiht. Die Zelle ist kostengünstiger aber weniger effizient.

### Dünnschichtmodule:

Die Dünnschichtmodule weisen keine kristalline Struktur vor. In der Herstellung wird eine nur dünne Schicht von Silizium und anderen Stoffen aufgetragen. Dünnschichtmodule sind wesentlich preiswerter und leichter besitzen aber nur einen geringen Wirkungsgrad.

### CIGS Module:

Hierbei handelt es sich um eine spezielle Art der Dünnschichtmodule. In die Dünnschichtmodule wird der Werkstoff Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) verarbeitet. Dies generiert einen deutlich höheren Wirkungsgrad aber auch um einiges höhere Produktionskosten.

	Monokristallin		Polykristallin		Dünnschicht		CIGS	
Vorteile	+	hoher Wirkungsgrad (ca.21%)	+	mittlerer Wirkungsgrad (ca.16%)	+	niedriges Gewicht	+	mittlerer Wirkungsgrad (ca.17%)
	+	geringer Flächenbedarf	+	geringe Produktionskosten	+	geringe Produktionskosten	+	niedriges Gewicht
Nachteile	-	hohe Produktionskosten	-	mittlerer Flächenbedarf	-	geringer Wirkungsgrad (ca.7%) und hoher Flächenbedarf	-	hohe Produktionskosten

## PRÜFEN VON PV-ANLAGEN

Solaranlagen sind technische Installationen mit einer gewissen Komplexität und sind häufig in schlecht zugänglichen Bereichen (Hausdächer, Hallendächer, abgelegene Standorte im Freiland etc.) installiert. Sie müssen gesichert funktionieren und zuverlässig vor Unfallgefahren für Personen geschützt sein.

Die bestehende Verordnung DGUV V3 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung zur Prüfung von elektrischen Anlagen im Sinne der Unfallverhütung und die Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1201 zur Prüfung und Kontrolle von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen bildet die Grundlage für die Prüfung von Solaranlagen.

In den Normen des VDE (Verbands Deutscher Elektrotechnik) VDE 0105-100, VDE 0100-600 und VDE 0126-23 sind die gültigen Prüfzeiten und Prüfkriterien für die Gesamtanlage zusammengefasst. Nach diesen Kriterien ist jede Solaranlage alle vier Jahre vollständig zu prüfen.



Anlage ist geprüft, Prüfsiegel aufbringen

Im Rahmen der Solaranlagenprüfung werden folgende Prüfpunkte abgearbeitet:

- Sichtprüfung der Anlage auf Beschädigungen und Mängel an Isolation und Kabelsträngen
- Sorgfältige Funktionsprüfung unter Einbeziehung des Wechselrichters
- Genauer Abgleich der vorgefundenen Anlagenkonfiguration mit dem dokumentierten Datenbestand: Wurden bauliche Veränderungen an der Anlage vorgenommen, müssen diese hier nachvollziehbar aufgeführt sein
- Sorgfältige messtechnische Überprüfung: Gemessen werden der Isolationswiderstand, die Leerlaufspannung, der Kurzschlussstrom, die Leistung der Anlage insgesamt, die niederohmigen Verbindungen und der aus sicherheitstechnischen Gründen besonders wichtige Schutzpotenzialausgleich
- Einen gesonderten Prüfpunkt stellt die Wirksamkeitsprüfung für Schutzmaßnahmen an der Anlage dar: Auch eine Photovoltaikanlage kleinerer Bauart erzeugt starke Gleichströme in den Kabelverbindungen und Kupplungen, deren Berührung lebensgefährlich sein kann
- Den Abschluss bildet eine sorgfältige Funktionsprüfung der Anlage: Passen die gemessenen Werte zur aktuellen Sonneneinstrahlung? Funktioniert der Wechselrichter ordnungsgemäß? Ist die, bei größeren Anlagen verpflichtende, bidirektionale Fernsteuerungsanbindung an den Direktvermarkter funktionsfähig? Werden Einspeisedaten geliefert und die Schaltimpulse des Leitstands umgesetzt?



Prüfgeräte für PV-Anlagen, PROFITEST PV SUN (Kennlinienmessung) und PROFITEST PV 1500

# PRÜFEN VON PV-ANLAGEN

## Inbetriebnahme

Der Errichter einer PV-Anlage muss bei jeder Inbetriebnahme ein Protokoll schreiben. Wichtig sind die elektrischen Messwerte sowie die Anlagendaten.

Protokollierung der Messwerte:

- Isolationswiderstand der Gleichstrom (DC)-Seite
- Erdungswiderstand der Anlage
- Leerlaufspannung des Generators
- Strang-Leerlaufspannung
- Strang-Kurzschlussstrom
- Strang-Leerlaufspannung
- Spannungsfall über Diode und Sicherung, bei Anlagen mit Strangdioden/-sicherungen (GAKs)
- Kennlinienmessung der einzelnen Stränge optional
- Thermogramme über PV-Generator sowie der Schalt- und Sicherungseinrichtung anfertigen



Thermogramm der Anschlussdosen

## Anforderungen an Systemdokumentation nach VDE 0126-23-1 / IEC 62446-1

Im Anschluss an die Installation oder einer wiederkehrenden Prüfung eines netzgekoppelten PV-Systems muss eine Dokumentation mit den grundlegenden Systemdaten für Kunden, Prüfer oder Wartungsingenieure erstellt werden.

Grundlegende Systemangaben:

- System-Bemessungsleistung (kW DC oder kVA AC)
- PV-Module und Wechselrichter (Modell, Hersteller, Anzahl)
- Datum der Installation und der Inbetriebnahme
- Kundennamen
- Anschrift vom Ort der Installation

Angaben über Systementwickler:

- Unternehmen, Ansprechpartner, Anschrift, Rufnummer, Mail-Adresse

Angaben über Systeminstallateur(e):

- Unternehmen, Ansprechpartner, Anschrift, Rufnummer, Mail-Adresse



## E-CHECK PV

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.

Diese Richtlinie für den E-CHECK PV-Anlagen gilt für die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen, z. B. nach VDE 0105-100 und nach VDE 0126-23 an elektrischen Anlagen mit PV-Anlagen.



### Autor

**DIRK CORDT**  
Marketing Manager  
Gossen Metrawatt GmbH

Tel: + 49 911 8602-719  
Fax: + 49 911 8602-80719  
E-mail: dirk.cordt@gossenmetrawatt.com

**GMC | INSTRUMENTS**

 **GOSSEN METRAWATT**

 **CAMILLE BAUER**

**Gossen Metrawatt GmbH**

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

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