

Photovoltaische (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium
Messen der Strom-/Spannungskennlinien am Einsatzort
(IEC 61829:1995)
Deutsche Fassung EN 61829:1998

DIN
EN 61829

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 61829**

ICS 27.160

Deskriptoren: Photovoltaik, Siliziummodul, Stromkennlinie, Spannungskennlinie, Messung

Crystalline silicon photovoltaic (PV) array –
On-site measurement of I-V characteristics
(IEC 61829:1995);
German version EN 61829:1998
Champ de modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin –
Mesure sur site des caractéristiques I-V
(CEI 61829:1995);
Version allemande EN 61829:1998

Die Europäische Norm EN 61829:1998 hat den Status einer Deutschen Norm

Beginn der Gültigkeit

Die EN 61829 wurde am 01.08.1998 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61829 „Photovoltaische (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium – Messen der Strom-/Spannungskennlinien am Einsatzort“, Ausgabe 1998-08, in die die Internationale Norm IEC 61829:1995 ohne irgendeine Abänderung übernommen worden ist.

Die Internationale Norm wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und von CENELEC am 01.08.1998 als EN 61829 angenommen.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 61829:1996-10.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60891:1994	IEC 60891:1987 + A1:1992	DIN EN 60891:1996-10	–
EN 60904-1:1993	IEC 60904-1:1987	DIN EN 60904-1:1995-04	–
EN 60904-2:1993	IEC 60904-2:1989	DIN EN 60904-2:1995-04	–
EN 60904-3:1993	IEC 60904-3:1989	DIN EN 60904-3:1995-04	–
EN 60904-6:1994	IEC 60904-6:1994	DIN EN 60904-6:1996-02	–
–	IEC QC 001002:1986 + A1:1992	DIN IEC QC 001002:1988-02	–

Fortsetzung Seite 2
und 6 Seiten EN

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60891

Verfahren zur Umrechnung von gemessenen Strom-Spannungs-Kennlinien von photovoltaischen Bauelementen aus kristallinem Silizium auf andere Temperaturen und Einstrahlungen (IEC 60891:1987 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60891:1994

DIN EN 60904-1

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 1: Messen der photovoltaischen Strom-/Spannungskennlinien (IEC 60904-1:1987); Deutsche Fassung EN 60904-1:1993

DIN EN 60904-2

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 2: Anforderungen an Referenz-Solarzellen (IEC 60904-2:1989); Deutsche Fassung EN 60904-2:1993

DIN EN 60904-3

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 3: Meßgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV) Einrichtungen mit Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung (IEC 60904-3:1989); Deutsche Fassung EN 60904-3:1993

DIN EN 60904-6

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 6: Anforderungen an Referenz-Solarmodule (IEC 60904-6:1994); Deutsche Fassung EN 60904-6:1994

DIN IEC QC 001002

IEC Gütebestätigungssystem für Bauelemente der Elektronik (IEC Q) – Verfahrensregeln; Identisch mit IEC QC 001002, Ausgabe 1986

Deutsche Fassung

**Photovoltaische (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium
Messen der Strom-/Spannungskennlinien am Einsatzort
(IEC 61829 : 1995)**

Crystalline silicon photovoltaic (PV) array
On-site measurement of I-V characteristics
(IEC 61829 : 1995)

Champ de modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin
Mesure sur site des caractéristiques I-V
(CEI 61829 : 1995)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 01.08.1998 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 61829:1995, ausgearbeitet von dem IEC/TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 01.08.1998 ohne irgendeine Abänderung als EN 61829 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1999-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1999-08-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und Anhang A informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	4.3 Zusätzliche Ausrüstung, die für Verfahren B benötigt wird:	3
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	5 Verfahren	3
2 Normative Verweisungen	2	5.1 Verfahren A	3
3 Meßverfahren (Verfahren A und B)	3	5.2 Verfahren B	4
4 Ausrüstung	3	6 Genauigkeit (Fehlergrenze, -rate)	4
4.1 Gemeinsame Ausrüstung für die Verfahren A und B:	3	Anhang A (informativ) Wörterbuch (Glossary)	6
4.2 Zusätzliche Ausrüstung, die für Verfahren A benötigt wird:	3	Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf Internationale Publikationen mit ihren entsprechenden Europäischen Publikationen	6

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren für das Messen der Kenngrößen von photovoltaischen (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium am Einsatzort und für das Extrapolieren dieser Daten zu Standardprüfbedingungen (STC) oder andere ausgewählte Temperatur- und Bestrahlungsstärkewerte.

Meßverfahren der Strom-Spannungs-Kennlinien von PV-Modulgruppen unter aktuellen Vor-Ort-Bedingungen und ihre Extrapolierung zu Abnahme-Prüfbedingungen (ATC) können bereitstellen (siehe Anhang A und QC 001002):

- Daten der Leistungsbemessung (Bemessungsdaten der [über die] Leistung);
- Nachweis der Leistungseigenschaften von installierten Modulgruppen im Vergleich zu den Konstruktionsangaben (-festlegungen);
- Erkennung von möglichen Unterschieden zwischen den Modul-Kenngrößen am Einsatzort und den Labor- oder Fabrikations-(Werks-)messungen;
- Erkennung möglicher Leistungsminderung (-abbau) von Modulen und Modulgruppen im Hinblick auf die Anfangswerte am Einsatzort.

Für ein besonderes Modul können zu Standardprüfbedingungen (STC) extrapolierte Vor-Ort-Messungen direkt mit den Ergebnissen verglichen werden, die vorhergehend von diesen Modulen in Laboratorien und Fabrikationsstätten erzielt wurden, vorausgesetzt, daß in beiden Meßverfahren die Referenzeinrichtungen die gleiche spektrale und räum-

liche Empfindlichkeit aufweisen, wie sie in den entsprechenden Normen der Reihe IEC 60904 beschrieben sind.

Daten von Modulgruppen-Messungen am Einsatzort beinhalten Verluste von Dioden, Leitungen (Kabeln) und Fehlanpassungen. Deshalb sind sie nicht direkt vergleichbar mit der Summe der entsprechenden Moduldaten.

Wenn eine PV-Modulgruppe von Modul-Untergruppen mit unterschiedlicher Schräglage, Ausrichtung, technologischer und elektrischer Konfiguration gebildet wird, kann das hier beschriebene Verfahren für jede PV-Modul-Untergruppe angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60891:1987

Amendment 1 (1992)

Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices

- IEC 60904-1:1987
Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics
- IEC 60904-2:1989
Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar cells
- IEC 60904-3:1989
Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
- IEC 60904-6:1994
Photovoltaic devices – Part 6: Requirements for reference solar modules
- QC 001002:1986
Amendment 1 (1992)
Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)

3 Meßverfahren (Verfahren A und B)

In dieser Norm werden zwei anerkannte Verfahren für Messungen am Einsatzort (Vor-Ort-Messungen) beschrieben. Beide Verfahren benutzen die Methoden, die in IEC 60891 zur Korrektur von Temperatur und Bestrahlungsstärke von gemessenen Strom-Spannungs-Kennlinien enthalten sind:

- mit Verfahren A wird die effektive Sperrschichttemperatur T_J bei der direkten Temperaturmessung bestimmt;
- Verfahren B leitet T_J von den Daten der Leerlaufspannung V_{OC} der Modul-Untergruppe ab, aufgenommen bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärke-Intensitäten.

4 Ausrüstung

4.1 Gemeinsame Ausrüstung für die Verfahren A und B:

- eine PV-Referenzeinrichtung, die nach IEC 60904-2 oder IEC 60904-6 ausgewählt und geeicht wurde;
- eine geeignete Einrichtung, um zu prüfen, daß die Referenzeinrichtung und die Module auf $\pm 2^\circ$ koplanar sind;
- Spannungs- und Strommeßeinrichtungen nach IEC 60904-1;
- ein veränderbarer Widerstand (Last), passend zu dem in Betracht gezogenen Leistungsbereich: für kleine Leistungen (weniger als 1 kW bis 2 kW) können veränderbare Widerstände (Regelwiderstand) oder elektronische Belastungen geeignet sein; für hohe Leistungen werden kapazitive Lasten bevorzugt;
- für ein gleichmäßiges Aufzeichnen der I-V-Kurve: eine Kontroll-, Rückföhrtabelle (Zeichnungstabelle) (tracing table) oder ein Speicheroszilloskop oder jede andere ähnliche Einrichtung;
- zwei Strahlungsmeßgeräte, um die Gleichmäßigkeit der Strahldichte in der gleichen Ebene zu prüfen.

4.2 Zusätzliche Ausrüstung, die für Verfahren A benötigt wird:

- ein Betriebsmittel (eine Einrichtung), mit einer Fehlergrenze von höchstens $\pm 1^\circ\text{C}$, zum Messen der rückwärtigen Oberflächentemperatur des Moduls;
- eine Umschalteneinrichtung (Kommutierungssystem), die sowohl das Messen der Leerlaufspannung als auch das Messen des Kurzschlußstromes der PV-Referenzeinrichtung erlaubt.

4.3 Zusätzliche Ausrüstung, die für Verfahren B benötigt wird:

- eine Einrichtung, die die Umgebungstemperatur auf $\pm 1^\circ\text{C}$ mißt.

5 Verfahren

- Dieses Verfahren setzt saubere Moduloberflächen voraus. Wenn verschmutzte Oberflächen-Bedingungen bestehen, müssen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, wie Reinigung (soweit möglich) und/oder protokollieren der vorliegenden Bedingungen.
- Nachweis, daß die Umweltbedingungen den Anforderungen der IEC 60904-1 gerecht werden, ausgenommen wie folgt:
 - Spannung und Strom sollten mit einer Meßunsicherheit von 1% gemessen werden;
 - für Messungen, um Standardprüfbedingungen (STC) zu extrapolieren, muß die Gesamtbestrahlungsstärke in der gleichen Ebene mindestens $700\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ betragen, und die einfallenden Sonnenstrahlen müssen innerhalb eines Kegels von 45° zum Normalmodul sein.
- Unter Verwendung eines geeigneten Strahlungsmeßgerätes wird die Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke in der gleichen Ebene der zu prüfenden Fläche gemessen, und ein Modul mit einer typischen Bestrahlungsstärke wird ausgewählt.
- Die zu messende Modulgruppe muß von jeder Belastung abgetrennt sein, wie zum Beispiel Batterien und/oder Stromrichterausrüstung.
- Bestimmung der Sperrschichttemperatur und der I-V-Kennlinien mit einem der Verfahren A oder B, wie in 5.1 und 5.2 beschrieben sind.

5.1 Verfahren A

- Messen der Temperatur in der Mitte der rückseitigen Oberfläche des (der) ausgewählten Zentralmoduls(e). Die Auswahl dieser ausgewählten Module erfolgt nach den Prinzipien und Beispielen, wie in Bild 1 gezeigt werden.
- Berechnen der mittleren Temperatur T_{SA} von allen ausgewählten Modulen der Modulgruppe und der Differenz dT zwischen diesen Wert und der Temperatur T_{SM} des ausgewählten Zentralmoduls:

$$dT = T_{SA} - T_{SM} \quad (1)$$

- Messen der Leerlaufspannung V_{OC} der PV-Referenzeinrichtung und Bestimmen ihrer Sperrschichttemperatur T_{JRO} durch:

$$T_{JRO} = (V_{OC} - k \cdot V_{OC,STC}) / \beta + 25^\circ\text{C} \quad (2)$$

Dabei ist:

β der Spannungs-Temperaturkoeffizient der PV-Referenzeinrichtung, $\text{V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$;

k ein Koeffizient, der die Bestrahlungsstärkeabweichung zwischen den gemessenen Bedingungen und $1000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ berücksichtigt:

$$\begin{aligned} k &= 1,000 \text{ für eine Bestrahlungsstärke von } 1000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}, \\ k &= 0,996 \text{ für eine Bestrahlungsstärke von } 900\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}, \\ k &= 0,989 \text{ für eine Bestrahlungsstärke von } 800\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}, \\ k &= 0,983 \text{ für eine Bestrahlungsstärke von } 700\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}. \end{aligned}$$

- Messen der Temperatur T_{SR} in der Mitte der rückseitigen Oberfläche der PV-Referenzeinrichtung. Messungen von T_{SR} , der Leerlaufspannung V_{OC} und einer neuen Messung von T_{SM} (die T_{SM}' genannt wird) müssen innerhalb einer kurzen Zeitspanne durchgeführt werden (d. h. innerhalb 1 min).
- Berechnung der korrigierten Sperrschichttemperatur T_O der Modulgruppe nach:

$$T_O = T_{SM}' + dT + T_{JRO} - T_{SR} \quad (3)$$

- f) Verbindung des veränderbaren Widerstandes (Regelwiderstandes) mit der PV-Modulgruppe. Protokollierung des Verbindungspunktes.
- g) Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird, muß die Leerlaufspannung V_{OC} der Referenzeinrichtung unmittelbar vor der I-V-Abfrage aufgezeichnet werden.
- h) Die I-V-Kurve wird abgetastet, indem der Lastwiderstand derart verändert wird, daß eine ausreichende Anzahl von Punkten definiert werden, um eine glatte I-V-Kennlinie zu erhalten. Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird (zum Beispiel durch den Gebrauch eines Regelwiderstandes als Last), muß der Kurzschlußstrom der Referenzeinrichtung gleichzeitig mit jedem I-V-Punkt bestimmt werden, um die korrespondierende (entsprechende) Bestrahlungsstärke H zu jedem Punkt zu erhalten. Die Gesamtabweichung der Strahldichte über die ganze Abtastung sollte kleiner als 10 % sein. Falls das nicht zutrifft, ist die Messung nach 5.1g) zu wiederholen. Wenn eine schnelle Lastabtasteinrichtung, wie zum Beispiel eine kapazitive Last, angewendet wird (Gesamtabfragezeit kleiner als 1 s), ist es ausreichend, wenn der Strom der Referenzeinrichtung beim Beginn der Abtastung aufgezeichnet wird.
- i) Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird, muß die Leerlaufspannung V_{OC} der Referenzeinrichtung neu gemessen werden. Wenn dieser Wert um mehr als 2 % von dem nach 5.1g) ermittelten abweicht, muß die Messung wiederholt werden.

j) Berechnung der korrigierten Sperrschichttemperatur T_O der Modulgruppe während der Messung nach:

$$T_1 = T_O + (T_{JR1} - T_{JRO}) \quad (4)$$

k) Verfahren zur Korrektur, wenn die Temperaturen der Referenzeinrichtung beim Messen nicht dieselben sind, wie die geeichten Norm-Temperaturen.

In diesem Fall ersetze I_{SR} durch I_{SRO} und I_{MR} durch $I_{MR3} + \alpha_R (T_{RO} - T_3)$ (5)

Dabei ist:

T_{RO} die Normtemperatur der Referenzeinrichtung, für die der geeichte Wert vorgesehen ist;

T_3 die gemessene Temperatur der Referenzeinrichtung;

I_{SRO} der Kurzschlußstrom der Referenzeinrichtung, und zwar bei der Norm- oder anderer verlangter Bestrahlungstärken, und bei der Normtemperatur T_{RO} ;

I_{MR3} der gemessene Kurzschlußstrom der Referenzeinrichtung bei der gemessenen Temperatur T_3 ;

α_R der Strom-Temperaturkoeffizient der PV-Referenzeinrichtung bei der Norm- oder anderer verlangter Bestrahlungstärken und innerhalb des interessierten Temperaturbereiches.

l) Extrapoliere die gemessenen I-V-Daten zu den geforderten Abnahme-Prüfbedingungen (ATC) mit dem Verfahren, wie es in IEC 60891 beschrieben ist. Der R_S -Wert wird entweder von dem Hersteller angegeben oder durch die Messung nach IEC 60891 bestimmt.

5.2 Verfahren B

a) Während des Tages werden wiederholt Leerlaufspannungsmessungen V_{OC} an der Modulgruppe durchgeführt, insbesondere bei niedrigen (kleinen Werten der) Bestrahlungstärken ($100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ bis $300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$), wo keine I-V-Abtastung ausgeführt werden kann, zusammen mit Ablesungen der Umgebungstemperatur T_A und der Bestrahlungstärke G (wie sie vom Kurzschlußstrom der Referenzeinrichtung bestimmt ist, angewendet als geeichte Kurve). Bestimme den Mittelwert (I) und den

Normalfehler der korrespondierenden (entsprechenden) extrapolierten $V_{OC,STC}$ -Werte für jede Modulgruppe. Die extrapolierten $V_{OC,STC}$ -Werte werden nach folgender Gleichung errechnet:

$$V_{OC,STC} = V_{OC} + N_S \times [A \cdot \ln(1000/H) + B \cdot G + \beta \cdot (25 - T_A)] \quad (6)$$

Dabei ist:

N_S die Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen in einer Modulgruppe;

A das Produkt aus thermischer Spannung (oberhalb 25 mV/Zelle) und dem „non-ideality“-Faktor (über 1,5, so daß A oberhalb 38 mV/Zelle liegt);

β der Zellenspannungs-Temperaturkoeffizient (ca. 2,2 mV/K/Zelle);

$B = \beta \times dT_J / dG$ (wobei dT_J / dG etwa $0,03 \text{ K/W} \cdot \text{m}^{-2}$ für freistehende Modulgruppen ist, entsprechend einer Nennbetriebs-Zellentemperatur (NOCT) von 45°C). In Fällen von Spezialmontagen, zum Beispiel Dachaufbau, muß der Koeffizient B durch Regressionsanalyse (Einpassen nach der Methode der kleinsten Quadrate) aus den V_{OC} -Daten ermittelt werden.

Falls notwendig, kann die Regressionsanalyse auch dazu benutzt werden, um die Genauigkeit der anderen Koeffizienten zu verbessern.

b) Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird, muß die Leerlaufspannung V_{OC} der Referenzeinrichtung unmittelbar vor der I-V-Abfrage aufgezeichnet werden.

c) Die I-V-Kurve wird abgetastet, indem der Lastwiderstand derart verändert wird, daß eine ausreichende Anzahl von Punkten definiert werden, um eine glatte I-V-Kennlinie zu erhalten. Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird (zum Beispiel durch den Gebrauch eines Regelwiderstandes als Last), muß der Ausgangsstrom der Referenzeinrichtung gleichzeitig mit jedem I-V-Punkt bestimmt werden, um die korrespondierende (entsprechende) Bestrahlungsstärke G zu jedem Punkt zu erhalten. Die Gesamtabweichung der Strahldichte über die ganze Abtastung sollte kleiner als 10 % sein. Falls das nicht zutrifft, ist die Messung ab 5.2b) zu wiederholen. Wenn eine schnelle Lastabtasteinrichtung, wie zum Beispiel eine kapazitive Last, angewendet wird (Gesamtabfragezeit kleiner als 1 s), ist es ausreichend, wenn der Strom der Referenzeinrichtung beim Beginn der Abtastung aufgezeichnet wird.

d) Wenn langsames Lastabtabsten (manuell, von Hand) angewendet wird, muß die Leerlaufspannung V_{OC} , die am Ende der I-V-Abtastung erzielt wird, mit der nach 5.2b) gemessenen verglichen werden.

e) Wenn diese Werte mehr als 2 % abweichen, muß die Messung wiederholt werden.

f) Berechnung der korrigierten Sperrschichttemperatur T_O der Modulgruppe während der Messung nach:

$$T_1 = 25 + [((I) - V_{OC}) / N_S - B \cdot G - A \cdot \ln(1000/H)] / \beta \quad (7)$$

g) Extrapoliere die gemessenen I-V-Daten zu den geforderten Abnahme-Prüfbedingungen (ATC) mit dem Verfahren, wie es in IEC 60891 beschrieben ist. Der R_S -Wert wird entweder von dem Hersteller angegeben oder durch die Messung nach IEC 60891 bestimmt.

6 Genauigkeit (Fehlergrenze, -rate)

Alle technischen Einrichtungen, die die Genauigkeit verbessern, sollten angewendet werden. Gegenwärtig ist es schwierig, übergeordnete Grenzabweichungen für das Ergebnis der extrapolierten Leistung kleiner als $\pm 5\%$ sicherzustellen.

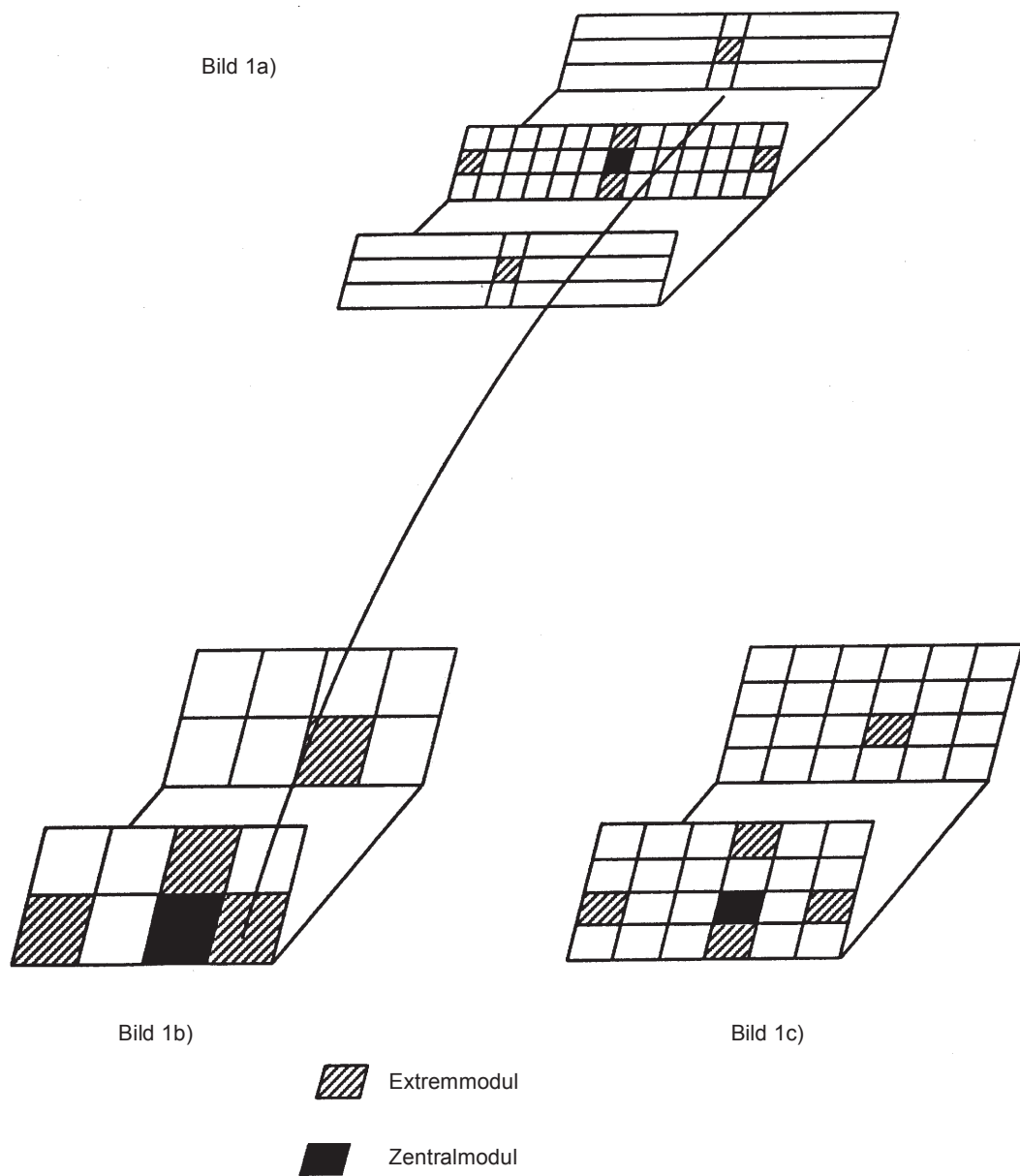


Bild 1: Beispiele von Extrem- und Zentralmodulen

Anhang A (informativ)

Wörterbuch (Glossary)

Abnahme-Prüfbedingungen (ATC):

Referenzwerte der Umgebungstemperatur, Bestrahlungsstärke in der gleichen Ebene und spektrale Verteilung, festgelegt für Leistungsbemessungsdaten von PV-Modulgruppen.

Standardprüfbedingungen (STC):

Referenzwerte der Modultemperatur, Bestrahlungsstärke in der gleichen Ebene und spektrale Verteilung, angewendet für Innenraum-(Simulator-)Messungen:

- Modultemperatur: 25 °C;
- Bestrahlungsstärke in der gleichen Ebene: 1000 W · m⁻²;
- spektrale Strahlungsverteilung: AM 1,5 (global);
- siehe IEC 60904-3.

Referenzeinrichtung:

Eine Referenzeinrichtung ist eine besonders geeichte Solarzelle, Vielzellen-Baugruppe oder -Modul, die gebraucht wird, um Bestrahlungsstärken zu messen.

Für Messungen im natürlichen Sonnenlicht, wenn der direkte Sonnenstrahl nicht oder nur annähernd dem üblichen Vorkommen entspricht, wird empfohlen, ein Referenzmodul derselben Art und Größe wie das zu prüfende zu verwenden oder eine Vielzellen-Baugruppe, bestehend aus einer geeichten Zelle, umgeben von anderen Zellen (Ersatz, Blindprobe oder echt, wirklich) in der Weise, daß Rahmen, gekapseltes System, Form, Größe und räumliche Anordnung dieselben sind, wie die zu prüfenden Module.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf Internationale Publikationen mit ihren entsprechenden Europäischen Publikationen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ANMERKUNG: Wenn Internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60891	1987	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices		
+ A1	1992		EN 60891	1994
IEC 60904-1	1987	Photovoltaic devices Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics	EN 60904-1	1993
IEC 60904-2	1989	Part 2: Requirements for reference solar cells	EN 60904-2	1993
IEC 60904-3	1989	Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data	EN 60904-3	1993
IEC 60904-6	1994	Part 6: Requirements for reference solar modules	EN 60904-6	1994
IEC QC 001002	1986	Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)	–	–
A1	1992			