

Photovoltaische Einrichtungen
 Teil 6: Anforderungen an Referenz-Solarmodule
 (IEC 904-6:1994)
 Deutsche Fassung EN 60904-6:1994

DIN
EN 60904-6

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 904-6**

ICS 31.260

Deskriptoren: Photovoltaik, Anforderung, Solaranlage, Modul

Photovoltaic devices — Part 6: Requirements for reference solar modules (IEC 904-6:1994);

German version EN 60904-6:1994

Dispositifs photovoltaïques — Partie 6: Exigences relatives aux modules solaires de référence (CEI 904-6:1994);

Version allemande EN 60904-6:1994

Die Europäische Norm EN 60904-6:1994 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60904-6:1994, in die die Internationale Norm (International Standard) 904-6, Ausgabe 1994, "Photovoltaic devices, Part 6: Requirements for reference solar modules" unverändert übernommen worden ist.

Die Internationale Norm wurde vom TC 82 "Solar photovoltaic energy systems" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Zuständig für diese Europäische Norm ist in Deutschland das Komitee 373 "Photovoltaische Solarenergiesysteme" der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 82(Sec)78:1992-07.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

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.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gelten die angegebenen Ausgaben.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm
EN 60891:1994	IEC 891:1987 + A1:1992	Übernahme als nationale Norm in Vorbereitung
EN 60904-1:1993	IEC 904-1:1987	DIN EN 60904-1:1995-04
EN 60904-2:1993	IEC 904-2:1989	DIN EN 60904-2:1995-04
—	904-7	—

Fortsetzung Seite 2
und 4 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60904-1

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 1: Messen der photovoltaischen Strom-/Spannungskennlinien (IEC 904-1:1987);
Deutsche Fassung EN 60904-1:1993

DIN EN 60904-2

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 2: Anforderungen an Referenz-Solarzellen (IEC 904-2:1989); Deutsche Fassung
EN 60904-2:1993

ICS 31.260

Deskriptoren: Photovoltaische Einrichtungen, Solarmodule, Referenz Solarmodule, Anforderungen, Kalibrierung

Deutsche Fassung

Photovoltaische Einrichtungen
Teil 6: Anforderungen an Referenz-Solarmodule
(IEC 904-6 : 1994)

Photovoltaic devices – Part 6: Requirements for reference solar modules – (IEC 904-6 : 1994) Dispositifs photovoltaïques – Partie 6: Exigences relatives aux modules solaires de référence – (CEI 904-6 : 1994)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1994-10-04 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 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 des Schriftstücks 82(CO)76, wie ausgearbeitet vom Technischen Komitee der IEC Nr 82: Solar photovoltaic energy systems, wurde im März 1994 der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen.

Das Referenzdokument wurde von CENELEC am 4. Oktober 1994 als EN 60904-6 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm (dop): 1995-10-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1995-10-01

Anhänge, die als "normativ" bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 904-6:1994 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 904 enthält Anforderungen für die Auswahl, den Gehäuseeinbau, die Kalibrierung, die Kennzeichnung und die Wartung von Referenzsolarmodulen. Er ergänzt IEC 904-2.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Teils von IEC 904 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gelten die angegebenen Ausgaben. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Anwender dieser Norm werden gebeten, die Anwendung der jeweils neuesten Ausgabe der im folgenden genannten Normen zu prüfen. Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 891:1987

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

IEC 904-1:1987

Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics

IEC 904-2:1989

Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar cells

IEC/DIS(CO)12

Photovoltaic devices – Part xx: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device (future IEC 904-xx)^{1), 2)}

2 Beschreibung

Eine Referenzsolarmodul ist ein besonders kalibriertes Modul, das verwendet wird, um die natürliche oder simulierte Bestrahlungsstärke zu messen oder um zur Messung der Leistungsfähigkeit anderer Module mit ähnlicher spektraler Empfindlichkeit, ähnlichen optischen Merkmalen, ähnlichem thermischen Verhalten Abmessungen und elektrischen Schaltkreisen, einen Bestrahlungsstärkepegel einzustellen.

3 Auswahl

Ein als Referenzmodul zur Kalibrierung ausgewähltes Modul muß folgende Anforderungen erfüllen:

- 1) seine photovoltaischen Eigenschaften müssen stabil sein (siehe Abschnitt 9);
- 2) es sollte keine Bypass-Dioden enthalten;

3) falls es aus einzelnen Zellen besteht, so müssen diese hinsichtlich Kurzschlußstrom und Formfaktor so abgestimmt sein, daß Abweichungen höchstens $\pm 2\%$ betragen;

4) der Kurzschlußstrom des Referenzmoduls muß sich mit der Bestrahlung im betrachteten Bereich linear verändern.

Die Verwendung des Referenzmoduls muß auf folgende Fälle beschränkt sein:

1) wenn die Abweichungen infolge falscher Abstimmung der spektralen Empfindlichkeit von Referenzmodul und Prüfmodulen (d.h. der zu messenden Module, wobei das Referenzmodul zur Einstellung der Bestrahlungsstärke verwendet wird) kleiner als $\pm 1\%$ sind. Die Meßabweichung infolge der spektralen FehlAbstimmung ist nach dem in der künftigen IEC-Norm 904-xx (in Arbeit) beschriebenen Verfahren zu berechnen;

2) wenn die Abmessungen, die mechanische Konstruktion das thermische Verhalten und der elektrische Schaltkreis des Referenzmoduls und der Prüfmodule so ähnlich sind, daß die Unterschiede aufgrund von ungleichen Simulatoren, internen Spiegelungen oder der Temperaturverteilung minimal sind.

4 Temperaturmessung

Es sind Mittel vorzusehen, die die Messung der äquivalenten Zelltemperatur (ECT) nach der entsprechenden IEC-Norm mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{K}$ gestatten.

5 Elektrische Anschlüsse

Die elektrischen Anschlüsse für das Referenzmodul müssen den Anforderungen nach IEC 904-1 entsprechen.

6 Kalibrierung

Jede Referenzzelle muß hinsichtlich ihres Kurzschlußstroms unter Standardprüfbedingungen (STC) kalibriert werden.

Ein Verfahren zur Kalibrierung von Referenzmodulen ist in Abschnitt 10 beschrieben.

Die relative spektrale Empfindlichkeit und der Temperaturbeiwert des Kurzschlußstroms von Referenzmodulen kann entweder unmittelbar gemessen oder aus Messungen an repräsentativen, gekapselten Solarzellen gemäß den entsprechenden IEC-Normen ermittelt werden.

1) Zur Zeit Entwurf

2) Nationale Fußnote: Die Norm ist bereits als IEC 904-7 erschienen.

7 Datenblätter

In jedem Falle, wenn eine Referenzmodul kalibriert wird, sind auf einem Datenblatt folgende Angaben aufzuzeichnen:

- Hersteller
- Modellbezeichnung
- Seriennummer
- Herstelldatum
- Art und Abmessungen der Zelle
- Aufbau und Abmessungen des Moduls
- Auslegung des elektrischen Schaltkreises
- Kalibrierstelle
- Ort und Datum der Kalibrierung
- Kalibrierverfahren (Verweisung auf die Norm)
- Kennzeichnung der primären Referenzzelle
- Beschreibung der Strahlungsquelle
- Parameter zur Bestimmung der äquivalenten Zellentemperatur (siehe entsprechende IEC-Norm)
 - relative spektrale Empfindlichkeit des Moduls oder einer repräsentativen, gekapselten Solarzelle
 - Temperaturbeiwert des Kurzschlußstroms
 - Kalibrierwert unter Standardprüfbedingungen (STC)
- geschätzte Ungenauigkeit

8 Kennzeichnung

Das Referenzmodul muß eine deutliche, gegen äußere Einwirkung geschützte Seriennummer für den Verweis auf das zugehörige Datenblatt tragen.

9 Wartung der Referenzmodule

Die Vorderseite eines Referenzmoduls muß sauber und kratzerfrei gehalten werden. Sie muß vor Schaden, Verschmutzung und Eigenschaftverschlechterungen bewahrt werden. Ein Referenzmodul, das Mängel aufweist, die seine Funktion beeinträchtigen können, darf nicht verwendet werden.

Referenzmodule müssen mindestens alle 12 Monate neu kalibriert werden.

Die Kalibrierung eines Referenzmoduls muß in zeitlichen Abständen von nicht mehr als drei Monaten durch Vergleich seiner Kurzschlußströme mit einem stabilen Referenzmodul (oder Zelle) bei derselben Bestrahlungsstärke geprüft werden. Ergibt sich eine Änderung der Kurzschlußstromwerte um mehr als $\pm 1\%$, so sind die Module neu zu kalibrieren. Weicht der Kurzschlußstromwert eines Referenzmoduls um mehr als 5% von der ursprünglichen Kalibrierung ab, so dürfen die Module nicht als Referenzmodule verwendet werden.

10 Verfahren zur Kalibrierung von Referenzmodulen gegen eine spektral abgestimmte primäre Referenzzelle

Dieser Abschnitt beschreibt ein Verfahren zur Kalibrierung eines Referenzmoduls in natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht gegen eine primäre Referenzzelle, deren Kalibrierung auf einem Strahlungsmeßgerät oder einem Standardstrahlungsdetektor nach der Standard-Weltriometrireferenz (W.R.R.) basiert. Die spektrale Empfindlichkeit der primären Referenzzelle und die des zu kalibrierenden Referenzmoduls sollten so ähnlich wie möglich sein.

10.1 Natürliches Sonnenlicht

Die Kalibrierung in natürlichem Sonnenlicht ist unter den folgenden Bedingungen durchzuführen:

10.1.1 Klares, sonniges Wetter bei einer diffusen Bestrahlungsstärke von nicht mehr als 25% der Gesamtbestrahlungsstärke.

10.1.2 Keine beobachtbaren Wolkenbildungen innerhalb eines Kegels um die Sonne mit einem halben Öffnungswinkel von 30° .

10.1.3 Gesamtbestrahlungsstärke (Sonne plus Himmel plus Reflexion vom Erdboden), gemessen mit der primären Referenzzelle, nicht weniger als 800 W m^{-2} .

10.1.4 Luftmasse zwischen AM 1,25 und AM 1,75.

10.1.5 Strahlung hinreichend beständig, so daß die Änderung des Kurzschlußstroms der Referenzzelle während der Meßdauer kleiner als $\pm 0,5\%$ ist.

10.2 Simulator

Wenn simuliertes Sonnenlicht verwendet wird, muß der Simulator die Klasse A nach der entsprechenden IEC-Norm (in Arbeit) haben, und die Gleichförmigkeit der Bestrahlungsstärke darf nicht um mehr als $\pm 1\%$ abweichen.

10.3 Kalibrierverfahren

10.3.1 Vor der Kalibrierung sind unter Verwendung der in den entsprechenden IEC-Normen festgelegten Verfahren die relative spektrale Empfindlichkeit und der Temperaturbeiwert des Referenzmoduls oder einer repräsentativen, gekapselten Solarzelle zu messen.

10.3.2 Die primäre Referenzzelle und das Referenzmodul sind in der gleichen Ebene dicht nebeneinander auf derselben Halterung anzubringen. Sie sind an die Strom- und Temperaturmeßgeräte anzuschließen. Die Halterung ist so zu justieren, daß die Geräte innerhalb von $\pm 5^\circ\text{C}$ senkrecht zur Strahlungsquelle liegen.

10.3.3 Die Zellentemperatur sowohl der primären Zelle als auch des Moduls ist auf $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ einzustellen. Wenn die Temperatur der Zellen nicht geregelt werden kann, so müssen die Ablesungen der Kurzschlußströme anschließend nach IEC 891 auf 25°C korrigiert werden.

10.3.4 Die gleichzeitigen Ablesungen der Kurzschlußströme und Temperaturen sowohl der primären Zelle als auch des Moduls sind aufzuzeichnen.

10.3.5 Schritt 10.3.4 ist zu wiederholen, bis fünf aufeinanderfolgende Ablesungsreihen vorliegen, in denen sich das Verhältnis der Kurzschlußströme, korrigiert auf 25°C , um nicht mehr als $\pm 1\%$ ändert.

10.3.6 Wenn in natürlichem Sonnenlicht kalibriert wird, sind die Schritte 10.3.2 bis einschließlich 10.3.5 mindestens zweimal an mindestens drei verschiedenen Tagen zu wiederholen.

10.3.7 Aus den annehmbaren Daten ist folgendes mittleres Verhältnis zu berechnen:

$$\frac{\text{Kurzschlußstrom des Referenzmoduls bei } 25^\circ\text{C}}{\text{Kurzschlußstrom der primären Referenzzelle bei } 25^\circ\text{C}}$$

10.3.8 Der Kalibrierwert der primären Referenzzelle ist mit dem berechneten mittleren Verhältnis zu multiplizieren, um den Kalibrierwert des Referenzmoduls zu erhalten.

11 Alternatives Verfahren zur Kalibrierung von Referenzmodulen

Dieser Abschnitt beschreibt eine Erweiterung des in Abschnitt 10 dargestellten Verfahrens zur Kalibrierung von Referenzmodulen. Dieses Verfahren erfordert keine enge Abstimmung der spektralen Empfindlichkeit zwischen der primären Referenzzelle und dem Referenzmodul und ist notwendig, wenn keine spektrale Abstimmung möglich ist (z. B. bei einer neuen Modultechnik oder wenn mit einem Präzisionspyranometer oder einem absoluten Radiometer kalibriert wird).

Diese Erweiterung basiert auf der Kalibrierung in natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht, wobei die spektrale Bestrahlungsstärke durch die Lichtquelle während der Kalibrierung gemessen und anschließend die spektrale Fehl Abstimmung zwischen der primären Referenzzelle und dem Referenzmodul nach IEC 904-1 korrigiert wird.

Unter Berücksichtigung von 10.1 und 10.2 ist dieses Verfahren, das ein Instrument zur Messung der relativen spektralen Bestrahlungsstärke (Spektroradiometer) erfordert, mit dem in 10.3 beschriebenen Verfahren bis auf folgende Änderungen identisch:

- 1) Bei 10.3.2 ist der Spektroradiometer in der gleichen Ebene dicht neben der primären Referenzzelle und dem Referenzmodul anzubringen.

- 2) 10.3.4 ist wie folgt auszuführen:

Die gleichzeitigen Ablesungen der Kurzschlußströme und Temperaturen sowohl der primären Zelle als auch des Moduls sowie die relative spektrale Bestrahlungsstärke der Strahlungsquelle sind aufzuzeichnen.

- 3) 10.3.7 ist wie folgt auszuführen:

Auf die annehmbaren Daten ist der spektrale Korrekturfaktor nach der entsprechenden IEC-Norm auf die gemessenen Kurzschlußstromwerte des Referenzmoduls anzuwenden. Die Verwendung der entsprechenden Daten für Kurzschlußstrom und Bestrahlungsstärke ist sicherzustellen.

ANMERKUNG: Der Bereich aller Integrale in den Gleichungen der entsprechenden IEC-Norm sollte dem Bereich der gemessenen spektralen Bestrahlungsstärke der Lichtquelle entsprechen.

Der resultierende Kurzschlußstromwert ist der Kurzschlußstrom des Referenzmoduls bei 25 °C.

Folgendes mittleres Verhältnis zu berechnen:

$$\frac{\text{spektral abgestimmter Kurzschlußstrom des Referenzmoduls bei 25 °C}}{\text{Kurzschlußstrom der primären Referenzzelle bei 25 °C}}$$

Anhang ZA (normativ)

Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen der entsprechenden europäischen Publikationen

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

ANMERKUNG: Wenn die internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen von CENELEC geändert wurde, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

IEC-Publikation	Datum	Titel	EN/HD	Datum
IEC 891	1987	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices	EN 60891 *)	1994
IEC 904-1	1987	Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics	EN 60904-1	1993
IEC 904-2	1989	Part 2: Requirements for reference solar cells	EN 60904-2	1993
IEC 904-xx **)	–	Part xx: Computation of spectral mismatch error introduces in the testing of a photovoltaic device (IEC/DIS 82(CO)12)	–	–

*) EN 60891 enthält A1:1992 zu IEC 891

**) Nationale Fußnote: Siehe Seite 3