

Photovoltaische Einrichtungen

Teil 5: Bestimmung der gleichwertigen Zellentemperatur von photovoltaischen (PV) Betriebsmitteln nach dem Leerlaufspannungs-Verfahren (IEC 904-5:1993) Deutsche Fassung EN 60904-5:1995

DIN
EN 60904-5

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 904-5**

ICS 31.260

Deskriptoren: Photovoltaik, Sonnenenergie, Solarzelle, Temperatur, Betriebsmittel

Photovoltaic devices – Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method (IEC 904-5:1993);
German version EN 60904-5:1995

Dispositifs photovoltaïques – Partie 5: Détermination de la température de cellule équivalente (ECT) des dispositifs photovoltaïques (PV) par la méthode de la tension en circuit ouvert (IEC 904-5:1993);
Version allemande EN 60904-5:1995

Die Europäische Norm EN 60904-5:1995 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 60904-5 wurde am 15. Mai 1995 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60904-5:1995, welche die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 904-5:1993 beinhaltet.

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

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

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 waren die angegebenen Ausgaben gültig.

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

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

Fortsetzung 3 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

ICS 31.260

Deskriptoren: Sonnenenergie, PV-Module, kristallines Silizium, terrestrische Anwendung, Prüfverfahren, Konstruktionsqualifikation, Qualifikationsnachweis (Qualifikationsanerkennung)

Deutsche Fassung

Photovoltaische Einrichtungen

Teil 5: Bestimmung der gleichwertigen Zelltemperatur von photovoltaischen (PV) Betriebsmitteln nach dem Leerlaufspannungs-Verfahren
(IEC 904-5:1993)

Photovoltaic devices – Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method (IEC 904-5:1993)

Dispositifs photovoltaïques – Partie 5: Détermination de la température de cellule équivalente (ECT) des dispositifs photovoltaïques (PV) par la méthode de la tension en circuit ouvert (IEC 904-5:1993)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1995-05-15 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 der Internationalen Norm IEC 904-5:1993, ausgearbeitet von dem IEC/TC 82 "Solar photovoltaic energy systems", wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1995-05-15 ohne irgendeine Abänderung als EN 60904-5 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): 1996-07-01
 - spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1996-07-01
- Anhänge, die als "normativ" bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 904-5:1993 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Ausrüstung	3
4 Verfahren	3
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .	5

Einleitung

Wenn Temperaturfühler, wie Thermoelemente, verwendet werden, um die Zelltemperatur von PV-Bauelementen bei natürlicher oder künstlicher gleichbleibender Bestrahlungsstärke zu ermitteln, treten zwei Hauptprobleme auf. Erstens kann innerhalb der Fläche des Elementes eine bedeutsame Temperaturstreuung beobachtet werden. Zweitens werden, da die Solarzellen gewöhnlich nicht zugänglich sind, die Fühler auf der Vorder- oder Rückseite des Elements befestigt. Die so gemessene Temperatur ist durch die thermische Leitfähigkeit der Einbettung sowie der Vorder- und Rückseitenwerkstoffe beeinflusst. Diese Probleme werden verschlimmert, wenn die äquivalente Zelltemperatur zur Messung der Leistung eines Solargenerators vor Ort ermittelt werden soll.

Die äquivalente Zelltemperatur (ECT) ist die Sperrschichttemperatur, bei der die gemessene elektrische Ausgangsleistung eines PV-Bauelementes erzeugt würde, wenn das gesamte Bauelement gleichmäßig bei dieser Sperrschichttemperatur betrieben würde.

Das nachfolgend beschriebene Verfahren basiert auf der Tatsache, daß sich die Leerlaufspannung einer Solarzelle mit der Temperatur ändert. Wenn die Leerlaufspannung des Bauelementes bei Standardprüfbedingungen (STC = standard test conditions) zusammen mit ihrem Temperaturkoeffizienten bekannt ist, kann die äquivalente Temperatur aller Zellen in dem Bauelement ermittelt werden. Da die Leerlaufspannung auch geringfügig durch die Bestrahlungsstärke beeinflusst wird, kann eine zusätzliche Korrektur erforderlich sein. Die Erfahrung zeigt, daß die äquivalente Zelltemperatur mit diesem Verfahren genauer ermittelt werden kann, als mit jeder anderen Technik. Da der Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung, β bei Bestrahlungsstärken unterhalb von $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ stark absinkt, sollte diese Methode nur bei höheren Bestrahlungsstärken verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 904 gilt nur für kristalline Silizium-Einrichtungen.

Dieses Schriftstück beschreibt ein zu bevorzugendes Verfahren für die Ermittlung der äquivalenten Zelltemperatur (ECT) von PV-Bauelementen (Zellen, Modulen und Modulfeldern) zum Zwecke des Vergleiches ihrer thermischen Kennwerte, der Ermittlung der Nennbetriebszelltemperatur (NOCT - nominal operating cell temperature) und Umrechnung von gemessenen I/U-Kennlinien auf andere Temperaturen. Es gilt nur für Bauelemente mit kristallinem Silizium.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 904 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 904 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 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: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics

3 Ausrüstung

Die folgende Prüfeinrichtung ist erforderlich:

– Ein kalibrierter Strahlungsempfänger, wie z. B. ein Referenzbauelement (zu bevorzugen) oder ein Pyranometer.

– Einrichtung zum Messen der Leerlaufspannung mit einer Genauigkeit besser als $\pm 0,5\%$.

4 Verfahren

a) Wenn er nicht schon bekannt ist, ist der Temperaturkoeffizient (β) der Leerlaufspannung des Bauelementes, entweder aus der Zellvermessung nach IEC 891 oder aus der Modulmessung nach IEC (in der Bearbeitung), zu ermitteln.

b) Wenn sie nicht schon bekannt ist, ist die Leerlaufspannung (U_{oc1}) des Bauelementes bei Standardprüfbedingungen oder anderen Bezugsbedingungen (E_1 , T_1) nach IEC 904-1 zu ermitteln.

c) Der Strahlungsempfänger ist in einer Ebene mit dem Bauelement zu befestigen.

d) Es sind gleichzeitige Messungen der Leerlaufspannung (U_{oc2}) und der einfallenden Bestrahlungsstärke (E_2) vorzunehmen.

e) Die äquivalente Zelltemperatur, ECT, ist wie folgt zu berechnen:

$$ECT = T_2 = T_1 + \beta^{-1} [V_{OC2} - V_{OC1} + U_T \cdot n_s \cdot I_n(E_1/E_2)]$$

wobei

n_s die Anzahl der in Reihe geschalteter Zellen
 U_T die Diodenthermospannung = $Ak(T_2 + 273)/q$
 A dem Diodengütefaktor
 k der Boltzmannkonstante ($1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K)
 q die Elementarladung eines Elektrotrons ($1,6 \cdot 10^{-19}$ As)

sind.

$$T_2 = (A_1 + A_2 \cdot 273)/(1 - A_2)$$

wobei

$$A_1 = T_1 + \beta^{-1} (U_{OC2} - U_{OC1})$$

und

$$A_2 = \beta^{-1} \cdot (Ak/q) \cdot n_s \cdot I_n(E_1/E_2)$$

sind.

ANMERKUNG: Wenn A nicht bekannt ist, muß U_T durch Messung der Leerlaufspannungen U_{oc3} und U_{oc4} einer typischen Zelle oder eines typischen Modules bei zwei verschiedenen Bestrahlungsstärken E_3 und E_4 in dem interessierenden Bereich und bei der gleichen Zelltemperatur ermittelt werden.

Dann gilt:

$$U_T = \frac{1}{n_s} \cdot \frac{U_{OC4} - U_{OC3}}{I_n(E_4/E_3)}$$

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren 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 Publikation 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 (einschl. Änderungen).

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

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 891	1987	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices	EN 60891 ¹⁾	1994
IEC 904-1	1987	Photovoltaic devices – Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics	EN 60904-1	1993

¹⁾ EN 60891 enthält A1:1992 zu IEC 891.