

	DIN EN 60904-4 (VDE 0126-4-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 27.160 Photovoltaische Einrichtungen – Teil 4: Referenz-Solarelemente – Verfahren zur Feststellung der Rückverfolgbarkeit der Kalibrierung (IEC 60904-4:2009); Deutsche Fassung EN 60904-4:2009 Photovoltaic devices – Part 4: Reference solar devices – Procedures for establishing calibration traceability (IEC 60904-4:2009); German version EN 60904-4:2009 Dispositifs photovoltaïques – Partie 4: Dispositifs solaires de référence – Procédures pour établir la traçabilité de l'étalonnage (CEI 60904-4:2009); Version allemande EN 60904-4:2009 Gesamtumfang 30 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-09-01 angenommene EN 60904-4 gilt als DIN-Norm ab 2010-06-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60904-4 (VDE 0126-4-4):2009-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO/IEC Guide 98-3:2008	–	–
–	ISO/IEC Guide 99:2007	–	–
–	ISO 9059	–	–
–	ISO 9846	–	–
EN ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025	DIN EN ISO/IEC 17025	–
EN 60891	IEC 60891	DIN EN 60891	–
EN 60904-1	IEC 60904-1	DIN EN 60904-1 (VDE 0126-4-1)	VDE 0126-4-1
EN 60904-2	IEC 60904-2	DIN EN 60904-2 (VDE 0126-4-2)	VDE 0126-4-2
EN 60904-3	IEC 60904-3	DIN EN 60904-3 (VDE 0126-4-3)	VDE 0126-4-3
EN 60904-7	IEC 60904-7	DIN EN 60904-7 (VDE 0126-4-7)	VDE 0126-4-7
EN 60904-8	IEC 60904-8	DIN EN 60904-8	–
EN 60904-9	IEC 60904-9	DIN EN 60904-9 (VDE 0126-4-9)	VDE 0126-4-9
CLC/FprTS 61836	IEC 61836	DIN CLC/TS 61836 (VDE V 0126-7)	VDE V 0126-7

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN CLC/TS 61836 (VDE V 0126-7), Photovoltaische Solarenergiesysteme – Begriffe, Definitionen und Symbole

DIN EN ISO/IEC 17025, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

DIN EN 60891, Verfahren zur Umrechnung von gemessenen Strom-Spannungs-Kennlinien von photovoltaischen Bauelementen aus kristallinem Silizium auf andere Temperaturen und Einstrahlungen

DIN EN 60904-1 (VDE 0126-4-1), Photovoltaische Einrichtungen – Teil 1: Messen der photovoltaischen Strom-/Spannungskennlinien

DIN EN 60904-2 (VDE 0126-4-2), Photovoltaische Einrichtungen – Teil 2: Anforderungen an Referenz-Solarelemente

DIN EN 60904-3 (VDE 0126-4-3), Photovoltaische Einrichtungen – Teil 3: Messgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV) Einrichtungen mit Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung

DIN EN 60904-7 (VDE 0126-4-7), Photovoltaische Einrichtungen – Teil 7: Berechnung der spektralen Fehlanpassungskorrektur für Messungen an photovoltaischen Einrichtungen

DIN EN 60904-8, Photovoltaische Einrichtungen – Teil 8: Messung der spektralen Empfindlichkeit einer photovoltaischen (PV) Einrichtung

DIN EN 60904-9 (VDE 0126-4-9), Photovoltaische Einrichtungen – Teil 9: Leistungsanforderungen an Sonnen-simulatoren

– Leerseite –

Photovoltaische Einrichtungen –
Teil 4: Referenz-Solarelemente –
Verfahren zur Feststellung der Rückverfolgbarkeit der Kalibrierung
(IEC 60904-4:2009)

Photovoltaic devices –
Part 4: Reference solar devices –
Procedures for establishing calibration
traceability
(IEC 60904-4:2009)

Dispositifs photovoltaïques –
Partie 4: Dispositifs solaires de référence –
Procédures pour établir la traçabilité de
l'étalonnage
(CEI 60904-4:2009)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-09-01 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60904-4:2009 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 82/533/CDV, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60904-4, ausgearbeitet von dem IEC/TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-09-01 als EN 60904-4 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): 2010-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-09-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60904-4:2009 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60891	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60891:1994 (nicht modifiziert).
IEC 60904-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60904-1:2006 (nicht modifiziert).
IEC 60904-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60904-3:2008 (nicht modifiziert).
IEC 60904-7	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60904-7:2009 (nicht modifiziert).
IEC 60904-8	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60904-8:1998 (nicht modifiziert).
IEC 60904-9	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60904-9:2007 (nicht modifiziert).
IEC 61836	ANMERKUNG	Harmonisiert als CLC/TS 61836:2009 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich und Zweck	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Anforderungen an rückverfolgbare Kalibrierverfahren für PV-Referenz-Solarelemente.....	7
5 Unsicherheitsanalyse	7
6 Kalibrierbericht.....	7
7 Kennzeichnung	8
Anhang A (informativ) Beispiele validierter Kalibrierverfahren	9
Literaturhinweise.....	25
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	26
 Bild 1 – Schema der in den Rückverfolgbarkeitsketten für Solarbestrahlungsempfänger am häufigsten verwendeten Referenzmessgeräte und Übertragungsverfahren	6
Bild A.1 – Blockschema zur Differential-Spektralempfindlichkeits-Kalibrierung, bei der modulierte monochromatische Strahlung $DE(I)$ und DC-Bias-Strahlung E_b eingeblendet wird.....	18
Bild A.2 – Optische Anordnung für die Differential-Spektralempfindlichkeits-Kalibrierung	19
Bild A.3 – Schematischer Aufbau der Apparatur für das Sonnensimulator-Verfahren.....	22
 Tabelle 1 – Beispiele für Referenzmessgeräte, die in der Rückverfolgungskette für die Zeit und die Solarbestrahlungsstärke verwendet werden	6
Tabelle A.1 – Typische Unsicherheitskomponenten ($k = 2$) für das Verfahren mit globalem Sonnenlicht.....	15
Tabelle A.2 – Typische Unsicherheitskomponenten ($k = 2$) für die Differential- Spektralempfindlichkeits-Kalibrierung	18
Tabelle A.3 – Beispiele zu Unsicherheitskomponenten ($k = 2$) für die Kalibrierung nach dem Sonnensimulator-Verfahren.....	21
Tabelle A.4 – Typische Unsicherheitskomponenten ($k = 2$) für die Kalibrierung nach dem Sonnensimulator-Verfahren bei Verwendung eines auf WRR rückverfolgbaren Hohlraum- Strahlungsmessgerätes.....	21
Tabelle A.5 – Typische Unsicherheitskomponenten ($k = 2$) für das Verfahren mit direkter Sonnenstrahlung	24

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die vorliegende Internationale Norm legt die Anforderungen für die vorgesehenen Kalibrierverfahren zur Feststellung der Rückverfolgbarkeit (der Kalibrierung) von photovoltaischen Referenz-Solarelementen auf SI-Einheiten entsprechend der in [IEC 60904-2](#) gestellten Forderungen fest.

Diese Norm gilt für photovoltaische (PV-)Referenz-Solarelemente, die zum Messen der Bestrahlungsstärke von natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht zum Zweck der quantitativen Bestimmung der Leistungsfähigkeit von PV-Einrichtungen verwendet werden. Die Verwendung eines PV-Referenz-Solarelementes wird in der Anwendung von [IEC 60904-1](#) und [IEC 60904-3](#) gefordert.

Diese Norm wurde mit Blick auf PV-Einfach-Referenzsolarzellen (Single-Junction-Referenzsolarzelle), insbesondere mit kristallinem Silizium, geschrieben. Der Hauptteil der Norm ist jedoch ausreichend allgemeingültig, um andere Technologien einzuschließen. Die im [Anhang A](#) beschriebenen Verfahren sind aber auf Single-Junction-Technologien beschränkt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60904-2, *Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar devices*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO 9059, *Solar energy – Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer*

ISO 9846, *Solar energy – Calibration of a pyranometer using a pyrheliometer*

ISO/IEC Guide 98-3: 2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG In diesem Abschnitt sind die verschiedenen Referenz-Messgeräte für die Rückverfolgungskette definiert. [Tabelle 1](#) beschreibt und vergleicht diese mit den für die Zeit verwendeten Referenz-Messgeräten. [Bild 1](#) ist eine schematische Darstellung der gebräuchlichsten Rückverfolgungsketten auf Grundlage der in [Anhang A](#) beschriebenen Verfahren.

3.1 Primärnormal

Einrichtung, die eine der SI-Einheiten oder in direktem Zusammenhang stehende Größen physikalisch umsetzt. Primärnormale werden üblicherweise von nationalen metrologischen Instituten (NMI) oder ähnlichen Organisationen, die mit der „Pflege“ von Normalen für physikalische Größen betraut sind, Instand gehalten. Die physikalische Umsetzung ist so gewählt, dass Langzeitstabilität, Genauigkeit und Wiederholpräzision der Messung der Größe, die vom oft auch nur „Primär“ genannten Normal wiedergegeben wird, im höchsten Maß, das die aktuelle Technologie ermöglicht, sichergestellt ist

ANMERKUNG Die „World Radiometric Reference“ (WRR), wie sie von der „World Standard Group“ (WSG) für Hohlraum-Strahlungsmessgeräte geschaffen wurde, ist das anerkannte Primärnormal für die Messung der solaren Bestrahlungsstärke (globalen Sonnenstrahlung).

3.2

Sekundärnormal

Einrichtung, die durch regelmäßigen Vergleich mit einem Primärnormal zum Aufrechterhalten der Konformität zu SI-Einheiten an anderen Orten als dem (Standort) des Primärnormal dient. Das Sekundärnormal muss nicht unbedingt auf den gleichen technischen Prinzipien wie das Primärnormal beruhen, jedoch wird eine ähnliche Langzeitstabilität, Präzision und Wiederholpräzision angestrebt

ANMERKUNG Typische Sekundärnormale für die solare Bestrahlungsstärke sind Hohlraum-Strahlungsmessgeräte, die regelmäßig (üblicherweise alle 5 Jahre) in den internationalen Pyrheliometer-Vergleich (IPC) mit der WSG einbezogen werden.

3.3

Primärreferenz

Referenzmessgerät, das ein Laboratorium zum Kalibrieren von Sekundärreferenzen verwendet. Es wird in regelmäßigen Zeitabständen mit einem Sekundärnormal verglichen. Primärreferenzen können oft mit viel niedrigeren Kosten realisiert werden als Sekundärnormale

ANMERKUNG Üblicherweise wird eine Solarzelle als Referenz-Solarelement für die Messung der natürlichen oder simulierten solaren Bestrahlungsstärke verwendet.

3.4

Sekundärreferenz

die für tägliche Routinemessungen oder zum Kalibrieren von Arbeitsreferenzen verwendete Messeinrichtung, die in regelmäßigen Zeitabständen gegen eine Primärreferenz kalibriert wird

ANMERKUNG Die am häufigsten verwendeten Sekundärreferenzen für die Messung der natürlichen oder simulierten solaren Bestrahlungsstärke sind Solarzellen und Solarmodule.

3.5

Rückverfolgbarkeit

Anforderung an jedes PV-Referenzsolarelement, dass dessen Kalibrierwert an SI-Einheiten in einer ununterbrochenen und dokumentierten Kette von Kalibrierübertragungen einschließlich angegebener Unsicherheiten gebunden ist

ANMERKUNG Die WRR wurde zweimal mit der SI-Radiometrieskala verglichen, und es wurde nachgewiesen, dass sie innerhalb ihrer (paarweisen) Kovarianzniveaus liegt. Deshalb liefert die Rückverfolgbarkeit auf WRR eine Rückverfolgbarkeit auf SI-Einheiten. Die Unsicherheit des Verhältnisses WRR/SI-Einheiten muss jedoch berücksichtigt werden. Das „World Radiation Center“ (WRC) empfiehlt eine Rechteckverteilung der Unsicherheit mit einer halben Breite (Spannweite) von 0,3 %. Ein dritter Vergleich wird derzeit vorgenommen und sollte in naher Zukunft veröffentlicht werden.

J. Romero, N.P. Fox, C. Fröhlich metrologia 28 (1991) 125-8

J. Romero, N.P. Fox, C. Fröhlich metrologia 32 (1995/1996) 523-4