

	DIN EN 60904-3 (VDE 0126-4-3)	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 Ersatz für DIN EN 60904-3:1995-04 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit		
Photovoltaische Einrichtungen – Teil 3: Messgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV) Einrichtungen mit Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung (IEC 60904-3:2008); Deutsche Fassung EN 60904-3:2008 Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data (IEC 60904-3:2008); German version EN 60904-3:2008 Dispositifs photovoltaïques – Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence (CEI 60904-3:2008); Version allemande EN 60904-3:2008		
Gesamtumfang 35 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2008-05-01 angenommene EN 60904-3 gilt als DIN-Norm ab 2009-02-01.

Daneben darf DIN EN 60904-3:1995-04 noch bis 2011-05-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60904-3:2004-12.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60904-3:1995-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Wellenlängenbereich erweitert im Ultravioletten (280 nm anstatt 305 nm);
- b) Orientierung zur Sonne berücksichtigt;
- c) Einheitliche Wellenlängen-Intervalle (0,5 nm bis 400 nm, 1 nm bis 1 700 nm, 5 nm bis 4 000 nm) und bessere Auflösung als bisher;
- d) Weitere repräsentative Witterungsverhältnisse sind berücksichtigt;
- e) Das Modell zur Erzeugung des Spektrums nach BRITE wurde in das nach SMARTS (Version 2.9), das öffentlich erhältlich ist, geändert;
- f) Abschnitt mit den Begriffsdefinitionen entfernt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60904-3: 1995-04

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
EN 60681:1994	IEC 60891:1987 + A1:1992	DIN EN 60891:1996-10	–
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 60904-7	IEC 60904-7	DIN EN 60904-7	–
EN 60904-9	IEC 60904-9	DIN EN 60904-9 (VDE 0126-4-9)	VDE 0126-4-9

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60891:1996-10, *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 60681:1994*

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 60904-7, *Photovoltaische Einrichtungen – Teil 7: Berechnung des Fehlers der spektralen Fehlanpassung, der beim Prüfen von photovoltaischen Einrichtungen entsteht*

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

– Leerseite –

**Photovoltaische Einrichtungen –
Teil 3: Messgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV) Einrichtungen mit
Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung
(IEC 60904-3:2008)**

Photovoltaic devices –
Part 3: Measurement principles for terrestrial
photovoltaic (PV) solar devices with reference
spectral irradiance data
(IEC 60904-3:2008)

Dispositifs photovoltaïques –
Partie 3: Principes de mesure des dispositifs
solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre
incluant les données de l'éclairement spectral
de référence
(CEI 60904-3:2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2008-05-01 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: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60904-3:2008 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 82/511/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60904-3, ausgearbeitet von dem IEC TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2008-05-01 als EN 60904-3 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60904-3:1993.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber EN 60904-3:1993 sind wie folgt:

- Wellenlängenbereich erweitert im Ultraviolett (280 nm anstatt 305 nm);
- Orientierung zur Sonne berücksichtigt;
- Einheitliche Wellenlängen-Intervalle (0,5 nm bis 400 nm, 1 nm bis 1 700 nm, 5 nm bis 4 000 nm); Bessere Auflösung als in der EN 60904-3:1993;
- Weitere repräsentative Witterungsverhältnisse sind berücksichtigt;
- Das Modell zur Erzeugung des Spektrums nach BRITE wurde in das nach SMARTS (Version 2.9), das öffentlich erhältlich ist, geändert.

Zusätzlich wurde der Anhang mit den Begriffsdefinitionen aus EN 60904-3:2008 entfernt, da diese jetzt in IEC/TS 61836:2007 enthalten sind. Die Überschriften einiger Abschnitte wurden geändert (andere wurden hinzugefügt), um der üblichen Struktur der IEC-Normen zu entsprechen.

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): 2009-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-05-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60904-3:2008 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Messgrundsätze	5
4 Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlung	5
Anhang A (informativ) Anwendung von Smarts.....	30
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	31
Bild 1 – Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke wie in Tabelle 1 angegeben.....	29
Tabelle 1 – Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlung.....	7

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60904 gilt für die folgenden photovoltaischen Einrichtungen aus kristallinem Silizium für terrestrische Einsatzgebiete:

- a) Solarzellen mit oder ohne Schutzabdeckung;
- b) Baugruppen aus Solarzellen;
- c) Module;
- d) Systeme.

ANMERKUNG Der Begriff „Prüfling“ wird verwendet, um irgendeine dieser Einrichtungen zu bezeichnen.

Die Grundsätze in dieser Norm gelten für Prüfungen in natürlichem und simuliertem Sonnenlicht.

Diese Norm ist nicht anwendbar für Solarzellen für den Betrieb in gebündeltem Sonnenlicht oder für Module mit Konzentratoren.

Die photovoltaische Umwandlung ist spektral selektiv auf Grund der Beschaffenheit der Halbleitermaterialien, die in PV-Solarzellen und Modulen benutzt werden. Um die relative Leistung von verschiedenen PV-Einrichtungen und Materialien zu vergleichen, ist ein Referenz-Standard für die solare spektrale Verteilung nötig. Diese Norm enthält eine Referenz solarer spektraler Ausstrahlungsverteilung.

Diese Norm beschreibt auch grundlegende Messgrundsätze zur Bestimmung der elektrischen Ausgangsleistung von PV-Einrichtungen. Die Grundsätze dieser Norm wurden entworfen, um die Leistungsbewertung von PV-Einrichtungen in Bezug zu einer allgemeinen Referenz terrestrischer solarer spektraler Ausstrahlungsverteilung zu setzen.

Das Referenz-Sonnenspektrum in dieser Norm wird benötigt, um die Sonnensimulatoren gemäß den spektralen Leistungsanforderungen nach IEC 60904-9 einstufen zu können.

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 60891:1987, *Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices*
Amendment 1 (1992)

IEC 60904-1, *Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics*

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

IEC 60904-7, *Photovoltaic devices – Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device*

IEC 60904-9, *Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements*

3 Messgrundsätze

In der gegenwärtigen Praxis werden Eigenschaften einer Solarzelle oder eines Solarmoduls bestimmt, indem sie bei einer bekannten Temperatur mit konstantem natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht bestrahlt werden und bei Messung der auftreffenden Bestrahlungsstärke und der Temperatur der PV-Einrichtung ihre Strom-Spannungs-(I-V-)Kennlinie aufgenommen wird. Die detaillierten I-V-Messverfahren sind in IEC 60904-1 enthalten. Die gemessenen Eigenschaften können dann auf Standardprüfbedingungen (STC) oder andere geforderte Bedingungen für die Bestrahlungsstärke und die Temperatur nach IEC 60891 korrigiert werden. Die korrigierte Ausgangsleistung bei der Bemessungsspannung und bei STC wird üblicherweise Bemessungsleistung genannt.

Einfallende Strahlung lässt sich mittels einer PV-Referenzeinrichtung (deren Spektralempfindlichkeit bekannt sein muss) messen oder, wenn unter natürlichem Sonnenlicht gemessen wird, mittels eines Thermosäulen-Typs: Ausstrahlung Detektor (Pyranometer). Wenn eine PV-Referenzeinrichtung benutzt wird, muss diese den Anforderungen der IEC 60904-2 entsprechen. Die Temperaturbestimmung der PV-Einrichtung muss nach IEC 60904-1 erfolgen.

Da die Empfindlichkeit einer Solarzelle wellenlängenabhängig ist, werden ihre Eigenschaften wesentlich durch die spektrale Verteilung der einfallenden Strahlung beeinflusst, die im natürlichen Sonnenlicht mit verschiedenen Einflussgrößen wie Ort, Wetter, Jahreszeit, Tageszeit, Orientierung der Empfänger Oberfläche etc. und dessen Bauart und Betriebsbedingungen schwankt. Wenn die Bestrahlungsstärke mit einem Strahlungsmessgerät mit Thermoelement gemessen wird (das nicht spektralselektiv ist) oder mit einer Referenzsolarzelle, muss die spektrale Strahlungsverteilung des eintreffenden Lichts bekannt sein, um die notwendigen Korrekturen machen zu können, um die Leistung der PV-Einrichtung unter der Referenzbestrahlungsverteilung, die in dieser Norm festgelegt und wie in IEC 60904-7 angegeben ist, zu erhalten. Die Vorgehensweise für diese Berechnung ist in IEC 60904-7 beschrieben.

4 Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlung

Die spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke AM 1.5 ist in Tabelle 1 und Bild 1 angegeben. Es ist eine Gesamtverteilung für (direktes und diffuses) Sonnenlicht, die einer Bestrahlungsstärke von $1\,000\text{ Wm}^{-2}$ an einer sonnenzugewandten ebenen, um 37° gegen die horizontale geneigten Fläche mit einem wellenlängenabhängigen Bodenreflexionsalbedo unter den folgenden meteorologischen Bedingungen entspricht:

- U.S.-Standard-Atmosphäre mit CO_2 -Konzentration ansteigend mit dem Strompegel (370 ppm), ein ländliches Aerosolmodell und keine Verschmutzung;
- Wassergehalt in der Atmosphäre: $1,416\,4\text{ cm}$;
- Ozongehalt in der Atmosphäre: $0,343\,8\text{ cm}$;
- Trübungskoeffizient: $0,084$ bei 500 nm ;
- Druck: $1\,013,25\text{ hPa}$ (d. h. Meereshöhe).

Die in Tabelle 1 enthaltenen Daten wurden mit Anwendung des solaren Spektralmodells SMARTS, Version 2.2.9.2 erzeugt. Eine allgemeine Beschreibung dieses Modells und seine Eignung zur Erstellung aktueller spektraler Strahlungsverteilung sind in „Proposed Reference Irradiance Spectra for Solar Energy Systems Testing“ von C. A. Gueymard, C. Myers und K. Emery¹⁾ und in den dort angegebenen Referenzen zu finden. Tabelle 1 kann unter Anwendung der Daten in Anhang A als Eingabe in das Modell SMARTS Version 2.9.2 erhalten werden. Die sich ergebenden Ausgangswerte der spektralen Strahlung müssen mit dem Korrekturfaktor (0,997 1) multipliziert werden, um die integrierte Strahlung von $1\,000\text{ W/m}^2$ im Wellenlängenbereich 0 bis unendlich zu erhalten.

¹⁾ C. A. Gueymard, C. Myers und K. Emery. „Proposed Reference Irradiance Spectra for Solar Energy Systems Testing“. Energie solaire, Vol 73, No. 6, pp. 443–467, 2002.

DIN EN 60904-3 (VDE 0126-4-3):2009-02
EN 60904-3:2008

Zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm ist der Spektralmodellschlüssel von SMARTS Version 2.9.2 auf Grund einer Vereinbarung mit dem Patenhalter kostenfrei erhältlich. Eine Kopie des Modells wird von TC 82 WG 2 gehalten.

Tabelle 1 – Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlung

Wellenlänge (nm)	Spektrale Bestrahlungs- stärke (Wm ⁻² nm ⁻¹)	Spektrale Photonen- Bestrahlungs- stärke (m ⁻² s ⁻¹ nm ⁻¹)	Kumulative integrierte Bestrahlungs- stärke (Wm ⁻²)
280,0	4,72E-23	6,649E-05	0,00E+00
280,5	1,23E-21	1,733E-03	3,19E-22
281,0	5,67E-21	8,025E-03	2,04E-21
281,5	1,56E-19	2,213E-01	4,25E-20
282,0	1,19E-18	1,691E+00	3,79E-19
282,5	4,53E-18	6,443E+00	1,81E-18
283,0	1,84E-17	2,621E+01	7,54E-18
283,5	3,53E-17	5,032E+01	2,10E-17
284,0	7,25E-16	1,036E+03	2,11E-16
284,5	2,48E-15	3,550E+03	1,01E-15
285,0	7,99E-15	1,146E+04	3,63E-15
285,5	4,25E-14	6,107E+04	1,62E-14
286,0	1,36E-13	1,964E+05	6,10E-14
286,5	8,36E-13	1,205E+06	3,04E-13
287,0	2,73E-12	3,942E+06	1,20E-12
287,5	1,09E-11	1,573E+07	4,60E-12
288,0	6,22E-11	9,011E+07	2,29E-11
288,5	1,71E-10	2,485E+08	8,12E-11
289,0	5,61E-10	8,162E+08	2,64E-10
289,5	2,07E-09	3,015E+09	9,22E-10
290,0	6,00E-09	8,758E+09	2,94E-09
290,5	1,37E-08	2,010E+10	7,87E-09
291,0	3,50E-08	5,120E+10	2,00E-08
291,5	1,09E-07	1,597E+11	5,60E-08
292,0	2,68E-07	3,932E+11	1,50E-07
292,5	4,26E-07	6,267E+11	3,23E-07
293,0	8,62E-07	1,272E+12	6,45E-07
293,5	2,26E-06	3,345E+12	1,43E-06
294,0	4,16E-06	6,160E+12	3,03E-06
294,5	6,57E-06	9,743E+12	5,72E-06
295,0	1,23E-05	1,820E+13	1,04E-05
295,5	2,77E-05	4,127E+13	2,04E-05
296,0	4,78E-05	7,117E+13	3,93E-05
296,5	7,11E-05	1,062E+14	6,90E-05
297,0	9,65E-05	1,443E+14	1,11E-04
297,5	1,86E-04	2,779E+14	1,81E-04
298,0	2,89E-04	4,336E+14	3,00E-04
298,5	3,57E-04	5,362E+14	4,62E-04
299,0	4,91E-04	7,386E+14	6,73E-04
299,5	8,58E-04	1,294E+15	1,01E-03
300,0	0,001 0	1,537E+15	0,00
300,5	0,001 2	1,878E+15	0,00
301,0	0,001 9	2,916E+15	0,00

Wellenlänge (nm)	Spektrale Bestrahlungs- stärke (Wm ⁻² nm ⁻¹)	Spektrale Photonen- Bestrahlungs- stärke (m ⁻² s ⁻¹ nm ⁻¹)	Kumulative integrierte Bestrah- lungsstärke (Wm ⁻²)
301,5	0,002 7	4,073E+15	0,00
302,0	0,002 9	4,428E+15	0,01
302,5	0,004 3	6,505E+15	0,01
303,0	0,007 1	1,079E+16	0,01
303,5	0,009 0	1,368E+16	0,01
304,0	0,009 4	1,445E+16	0,02
304,5	0,011 9	1,827E+16	0,02
305,0	0,016 4	2,520E+16	0,03
305,5	0,018 7	2,870E+16	0,04
306,0	0,018 5	2,853E+16	0,05
306,5	0,021 0	3,247E+16	0,06
307,0	0,027 8	4,291E+16	0,07
307,5	0,035 5	5,500E+16	0,09
308,0	0,037 7	5,850E+16	0,11
308,5	0,041 3	6,415E+16	0,13
309,0	0,040 4	6,287E+16	0,15
309,5	0,043 2	6,728E+16	0,17
310,0	0,050 8	7,926E+16	0,19
310,5	0,065 3	1,021E+17	0,22
311,0	0,082 7	1,294E+17	0,26
311,5	0,083 8	1,315E+17	0,30
312,0	0,093 1	1,462E+17	0,34
312,5	0,098 7	1,553E+17	0,39
313,0	0,107 0	1,686E+17	0,44
313,5	0,107 3	1,693E+17	0,49
314,0	0,119 3	1,886E+17	0,55
314,5	0,130 2	2,062E+17	0,61
315,0	0,135 9	2,154E+17	0,68
315,5	0,118 0	1,875E+17	0,74
316,0	0,123 1	1,959E+17	0,80
316,5	0,149 9	2,389E+17	0,87
317,0	0,171 1	2,730E+17	0,95
317,5	0,181 9	2,908E+17	1,04
318,0	0,175 4	2,808E+17	1,13
318,5	0,185 4	2,972E+17	1,22
319,0	0,204 1	3,278E+17	1,32
319,5	0,195 3	3,142E+17	1,42
320,0	0,204 7	3,297E+17	1,52
320,5	0,244 5	3,945E+17	1,63
321,0	0,249 5	4,032E+17	1,75
321,5	0,237 7	3,848E+17	1,88
322,0	0,221 4	3,589E+17	1,99
322,5	0,216 5	3,514E+17	2,10