

Photovoltaische Einrichtungen
Teil 3: Meßgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV)
Einrichtungen mit Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung
(IEC 904-3 : 1989) Deutsche Fassung EN 60904-3 : 1993

DIN
EN 60904-3

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 904-3**

ICS 31.260

Deskriptoren: Photovoltaik, Messung, Solarzelle, elektrische Eigenschaft

Photovoltaic devices –

Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices
with reference spectral irradiance data

(IEC 904-3 : 1989);

German version EN 60904-3 : 1993

Dispositifs photovoltaïques –

Troisième partie: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques
(PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence

(CEI 904-3 : 1989);

Version allemande EN 60904-3 : 1993

Die Europäische Norm EN 60904-3:1993 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60904-3 : 1993, in die die Internationale Norm (International Standard) 904-3, Ausgabe 1989, "Photovoltaic devices, Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with spectral irradiance data" 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).

Fortsetzung 10 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

DK 621.38 : 621.317.083

Deskriptoren: Photovoltaische Betriebsmittel, terrestrisch, Meßgrundsätze, spektrale Referenzstrahlung, Strom-Spannungs-Kennlinien

Deutsche Fassung

Photovoltaische Einrichtungen
Teil 3: Meßgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV)
Einrichtungen mit Angaben über die spektrale Strahlungsverteilung
(IEC 904-3 : 1989)

Photovoltaic devices –
Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
(IEC 904-3 : 1989)

Dispositifs photovoltaïques –
Troisième partie: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence
(CEI 904-3 : 1989)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1993-07-06 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

Das CENELEC-Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der Internationalen Norm IEC 904-3 : 1989 ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm keine gemeinsamen Abänderungen notwendig waren.

Das Referenzdokument wurde danach den CENELEC-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt und von CENELEC am 6. Juli 1993 als EN 60904-3 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm (dop): 1994-08-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1994-08-01

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	4 Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke	3
1 Anwendungsbereich	2	5 Strom-Spannungs-Kennlinien	7
2 Zweck	2	Anhang A Terminologie	8
3 Meßgrundsätze	2		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die folgenden photovoltaischen Einrichtungen aus kristallinem Silizium für terrestrische Einsatzgebiete:

- a) Einzelsolarzellen mit oder ohne Schutzabdeckung
- b) Baugruppen aus Solarzellen
- c) Flachmodule

ANMERKUNG: Der Begriff "Prüfling" wird verwendet, um irgendeine dieser Einrichtungen zu bezeichnen.

Diese Norm ist nicht anwendbar für Solarzellen für den Betrieb in gebündeltem Sonnenlicht, für Module mit Konzentratoren und für Hybridkollektoren, die neben der Erzeugung von Elektrizität auch Wärme an Fluide für die Verwendung in Wärmeanlagen übertragen.

Diese Norm beschreibt die Grundsätze für die Messung und legt die spektrale Referenzbestrahlungsstärkeverteilung fest.

Die Strom-Spannungs-Kennlinien und die abgeleiteten Parameter werden erläutert.

2 Zweck

Diese Norm legt die Meßgrundsätze für die Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der im Anwendungsbereich definierten terrestrischen photovoltaischen Einrichtungen fest. Diese Grundsätze beziehen sich auf Prüfungen sowohl in natürlichem als auch in simuliertem Sonnenlicht.

3 Meßgrundsätze

In der gegenwärtigen Praxis werden die photovoltaischen Eigenschaften einer Solarzelle oder eines Solarmoduls bestimmt, indem sie bei einer bekannten Temperatur mit konstantem natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht bestrahlt werden und durch Messung der auftretenden Bestrahlungsstärke ihre Strom-Spannungs-Kennlinie aufgenommen wird. Die gemessenen Eigenschaften werden dann auf Standardprüfbedingungen (STC) oder andere geforderte Bedingungen für die Bestrahlungsstärke und die Temperatur korrigiert. Die korrigierte Ausgangsleistung bei der Bemessungsspannung und bei den Standardprüfbedingungen wird üblicherweise Bemessungsleistung genannt. Da die Empfindlichkeit einer Solarzelle wellenlängenabhängig ist, werden ihre Eigenschaften wesentlich durch die spektrale Verteilung der einfallenden Strahlung beeinflusst, die im natürlichen Sonnenlicht mit Ort, Wetter, Jahreszeit und Tageszeit und bei Verwendung eines Simulators mit dessen Bauart und Bedingungen schwankt. Wenn die Bestrahlungsstärke mit einem Strahlungsmeßgerät mit Thermoelement gemessen wird, das nicht spektralselektiv ist, können die gemessenen Umwandlungswirkungsgrade auf Grund von Änderungen der spektralen Verteilung um mehrere Prozent voneinander abweichen.

Die in dieser Norm angegebenen Grundsätze sollen solche Abweichungen verringern helfen, indem die Bemessungsleistung auf eine terrestrische spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke bezogen wird.

Dies geschieht durch Messung der Bestrahlungsstärke mit einer Referenzeinrichtung, die im wesentlichen die gleiche relative spektrale Empfindlichkeit hat wie der Prüfling und hinsichtlich ihres Kurzschlußstroms je Bestrahlungsstärkeinheit ($A \cdot W^{-1} \cdot m^2$) mit der spektralen Referenzverteilung kalibriert worden ist.

Die Referenzeinrichtung berücksichtigt Schwankungen der spektralen Verteilung automatisch. Infolgedessen sind Ort und Wetterbedingungen nicht kritisch, wenn das Verfahren der Referenzeinrichtung für Messungen der Eigenschaften im Freien verwendet wird. Die Bauart des Simulators ist nicht kritisch bei Innenraummessungen. Da die Zeitkonstanten der Referenzeinrichtung und des Prüflings ähnlich sind, können außerdem Schwankungen der Sonnenstrahlungsintensität akzeptiert werden, sofern sie nicht während einer Messung auftreten.

Wenn die Eigenschaften einer Solarzelle oder eines Moduls auf eine bekannte spektrale Bestrahlungsstärkeverteilung bezogen werden, ist es für den Anwender oder Konstrukteur der Anordnung möglich, unter Verwendung der

spektralen Empfindlichkeit der Solarzellen innerhalb einer vernünftigen Grenzabweichung ihre Eigenschaften zu berechnen, wenn sie mit Licht einer anderen bekannten spektralen Bestrahlungsstärkeverteilung bestrahlt werden.

4 Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke

Die spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke für die Zwecke dieser Norm ist in Tabelle 1 und Bild 1 angegeben. Es ist eine Gesamtverteilung für (direktes und diffuses) Sonnenlicht, die einer Bestrahlungsstärke von 1000 W m^{-2} bei AM 1,5 an einer ebenen, um 37° gegen die Horizontale geneigten Fläche mit einer Bodenreflexionsalbedo von 0,2 unter den folgenden meteorologischen Bedingungen entspricht:

- Wassergehalt in der Atmosphäre: 1,42 cm
- Ozongehalt in der Atmosphäre: 0,34 cm
- Trübungskoeffizient: 0,27 bei 0,5 μm

Tabelle 1: Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke

Wellenlänge μm	Spektrale Bestrahlungsstärke $\text{W m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Spektrale Photonenbestrahlungsstärke $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Kumulative integrierte Bestrahlungsstärke W m^{-2}
0,305 0	9,5	1,459 E + 015	0,06
0,310 0	42,3	6,602 E + 015	0,19
0,315 0	107,8	1,710 E + 016	0,57
0,320 0	181,0	2,916 E + 016	1,29
0,325 0	246,8	4,038 E + 016	2,36
0,330 0	395,3	6,567 E + 016	3,97
0,335 0	390,1	6,579 E + 016	5,93
0,340 0	435,3	7,451 E + 016	7,99
0,345 0	438,9	7,623 E + 016	10,18
0,350 0	483,7	8,523 E + 016	12,49
0,360 0	520,3	9,430 E + 016	17,51
0,370 0	666,2	1,241 E + 017	23,44
0,380 0	712,5	1,363 E + 017	30,33
0,390 0	720,7	1,415 E + 017	37,50
0,400 0	1 013,1	2,040 E + 017	46,17
0,410 0	1 158,2	2,391 E + 017	57,02
0,420 0	1 184,0	2,504 E + 017	68,74
0,430 0	1 071,9	2,320 E + 017	80,01
0,440 0	1 302,0	2,884 E + 017	91,88
0,450 0	1 526,0	3,457 E + 017	106,02
0,460 0	1 599,6	3,704 E + 017	121,65
0,470 0	1 581,0	3,741 E + 017	137,55
0,480 0	1 628,3	3,935 E + 017	153,60
0,490 0	1 539,2	3,797 E + 017	169,44
0,500 0	1 548,7	3,898 E + 017	184,88
0,510 0	1 586,5	4,074 E + 017	200,55
0,520 0	1 484,9	3,887 E + 017	215,91
0,530 0	1 572,4	4,196 E + 017	231,20
0,540 0	1 550,7	4,216 E + 017	246,81
0,550 0	1 561,5	4,324 E + 017	262,38
0,570 0	1 501,5	4,309 E + 017	293,01
0,590 0	1 395,5	4,145 E + 017	321,98
0,610 0	1 485,3	4,561 E + 017	350,78
0,630 0	1 434,1	4,549 E + 017	379,98
0,650 0	1 419,9	4,647 E + 017	408,52
0,670 0	1 392,3	4,696 E + 017	436,64
0,690 0	1 130,0	3,925 E + 017	461,86
0,710 0	1 316,7	4,707 E + 017	486,33
0,718 0	1 010,3	3,652 E + 017	495,64
0,724 4	1 043,2	3,805 E + 017	502,21

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Wellenlänge μm	Spektrale Bestrahlungsstärke $\text{W m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Spektrale Photonenbestrahlungsstärke $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Kumulative integrierte Bestrahlungsstärke W m^{-2}
0,740 0	1 211,2	4,512 E + 017	519,79
0,752 5	1 193,9	4,523 E + 017	534,82
0,757 5	1 175,5	4,483 E + 017	540,75
0,762 5	643,1	2,469 E + 017	545,29
0,767 5	1 030,7	3,983 E + 017	549,48
0,780 0	1 131,1	4,442 E + 017	562,99
0,800 0	1 081,6	4,356 E + 017	585,12
0,816 0	849,2	3,489 E + 017	600,56
0,823 7	785,0	3,255 E + 017	606,85
0,831 5	916,4	3,836 E + 017	613,49
0,840 0	959,9	4,059 E + 017	621,46
0,860 0	978,9	4,238 E + 017	640,85
0,880 0	933,2	4,134 E + 017	659,97
0,905 0	748,5	3,410 E + 017	680,99
0,915 0	667,5	3,075 E + 017	688,07
0,925 0	690,3	3,215 E + 017	694,86
0,930 0	403,6	1,890 E + 017	697,60
0,937 0	258,3	1,218 E + 017	699,91
0,948 0	313,6	1,497 E + 017	703,06
0,965 0	526,8	2,559 E + 017	710,20
0,980 0	646,4	3,189 E + 017	719,00
0,993 5	746,8	3,735 E + 017	728,41
1,040 0	690,5	3,615 E + 017	761,82
1,070 0	637,5	3,434 E + 017	781,74
1,100 0	412,6	2,285 E + 017	797,49
1,120 0	108,9	6,140 E + 016	802,71
1,130 0	189,1	1,076 E + 017	804,20
1,137 0	132,2	7,567 E + 016	805,32
1,161 0	339,0	1,981 E + 017	810,98
1,180 0	460,0	2,733 E + 017	818,57
1,200 0	423,6	2,559 E + 017	827,40
1,235 0	480,5	2,988 E + 017	843,22
1,290 0	413,1	2,683 E + 017	867,80
1,320 0	250,2	1,663 E + 017	877,75
1,350 0	32,5	2,209 E + 016	881,99
1,395 0	1,6	1,124 E + 015	882,75
1,442 5	55,7	4,045 E + 016	884,11
1,462 5	105,1	7,738 E + 016	885,72
1,477 0	105,5	7,845 E + 016	887,25
1,497 0	182,1	1,372 E + 017	890,12
1,520 0	262,6	2,010 E + 017	895,24
1,539 0	274,2	2,125 E + 017	900,34
1,558 0	275,0	2,157 E + 017	905,56
1,578 0	244,6	1,943 E + 017	910,75
1,592 0	247,4	1,983 E + 017	914,19
1,610 0	228,7	1,854 E + 017	918,48
1,630 0	244,5	2,006 E + 017	923,21
1,646 0	234,8	1,946 E + 017	927,05
1,678 0	220,5	1,863 E + 017	934,33
1,740 0	171,5	1,502 E + 017	946,48
1,800 0	30,7	2,782 E + 016	952,55
1,860 0	2,0	1,873 E + 015	953,53
1,920 0	1,2	1,160 E + 015	953,63
1,960 0	21,2	2,092 E + 016	954,07
1,985 0	91,1	9,104 E + 016	955,48
2,005 0	26,8	2,705 E + 016	956,66
2,035 0	99,5	1,019 E + 017	958,55
2,065 0	60,4	6,279 E + 016	960,95
2,100 0	89,1	9,420 E + 016	963,57
2,148 0	82,2	8,889 E + 016	967,68
2,198 0	71,5	7,912 E + 016	971,52
2,270 0	70,2	8,023 E + 016	976,62
2,360 0	62,0	7,367 E + 016	982,57
2,450 0	21,2	2,615 E + 016	986,32

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Wellenlänge μm	Spektrale Bestrahlungsstärke $\text{W m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Spektrale Photonenbestrahlungsstärke $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	Kumulative integrierte Bestrahlungsstärke W m^{-2}
2,494 0	18,5	2,323 E + 016	987,19
2,537 0	3,2	4,087 E + 015	987,66
2,941 0	4,4	6,515 E + 015	989,19
2,973 0	7,6	1,138 E + 016	989,38
3,005 0	6,5	9,834 E + 015	989,60
3,056 0	3,2	4,923 E + 015	989,85
3,132 0	5,4	8,515 E + 015	990,18
3,156 0	19,4	3,082 E + 016	990,48
3,204 0	1,3	2,097 E + 015	990,98
3,245 0	3,2	5,228 E + 015	991,07
3,317 0	13,1	2,188 E + 016	991,66
3,344 0	3,2	5,387 E + 015	991,88
3,450 0	13,3	2,310 E + 016	992,75
3,573 0	11,9	2,141 E + 016	994,30
3,765 0	9,8	1,858 E + 016	996,38
4,045 0	7,5	1,527 E + 016	998,79
∞			1 000,00

ANMERKUNG: Die Werte für die kumulative Bestrahlungsstärke wurden mit Hilfe der modifizierten Trapezformel berechnet.

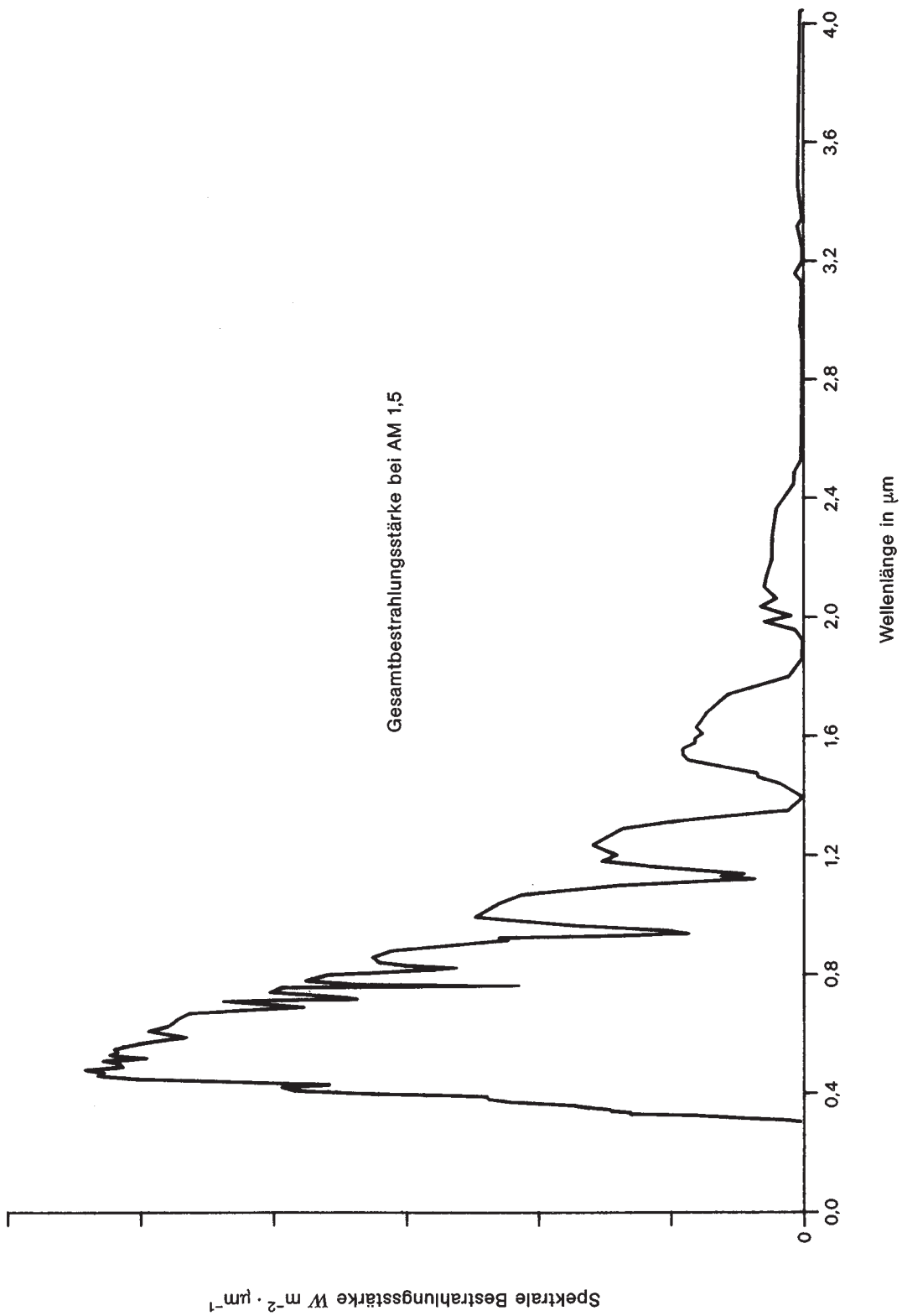


Bild 1: Spektrale Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke

5 Strom-Spannungs-Kennlinien

Ein Beispiel für eine Strom-Spannungs-(I - V -)Kennlinie, gemessen bei einer festen Bestrahlungsstärke und Temperatur, ist in Bild 2 wiedergegeben. Der Strom ist als Ordinate eingezeichnet, die Spannung als Abszisse.

Aus der Strom-Spannungs-Kennlinie können folgende elektrischen Eigenschaften abgelesen werden:

- a) der Kurzschlußstrom (I_{sc}): Punkt A
Gleich dem Wert des Stromes an der Stelle, an der die Strom-Spannungs-Kennlinie die Stromachse bei $V=0$ schneidet;
- b) die Leerlaufspannung (V_{oc}): Punkt B
Gleich dem Wert der Spannung an der Stelle, an der die Strom-Spannungs-Kennlinie die Spannungsachse bei $I=0$ schneidet;
- c) größte Leistung (P_{max}): Punkt C
Die Leistung in dem Punkt auf der Strom-Spannungs-Kennlinie, in dem das Produkt aus Strom und Spannung am größten ist;
- d) Arbeitsstrom (I_L): Punkt D
Der gemessene Strom bei der vorgeschriebenen Arbeitsspannung V_L .

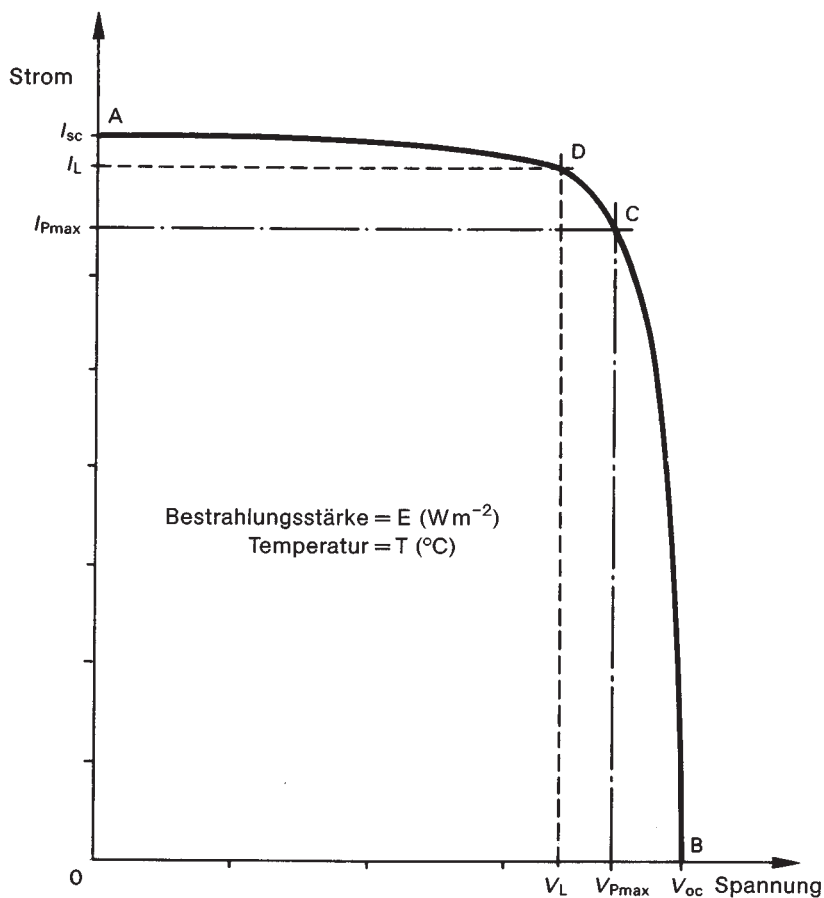


Bild 2: Beispiel für eine Strom-Spannungs-(I - V -)Kennlinie

Anhang A

Terminologie

A.1 Meteorologische Begriffe

Sonnenhöhe (θ)

Winkel zwischen dem direkten Sonnenstrahl und der horizontalen Ebene (Grad).

Luftmasse (AM)

Wegstrecke durch die Erdatmosphäre, die der direkte Sonnenstrahl zurücklegt, angegeben als Vielfaches der Wegstrecke, die er bis zu einem Punkt in Meereshöhe bei senkrecht stehender Sonne zurücklegt.

Der Wert für die "Luftmasse" ist gleich 1 auf Meereshöhe bei wolkenlosem Himmel, wenn die Sonne senkrecht steht und der Luftdruck $P = 1,013$ bar (760 mm Hg) beträgt.

In einem beliebigen Punkt wird der Wert der Luftmasse gegeben durch:

$$AM = \frac{P}{P_0} \cdot \frac{1}{\sin \theta}$$

Dabei sind

- P der örtliche Luftdruck in bar
- $P_0 = 1,013$ bar
- θ die Sonnenhöhe

Bestrahlungsstärke

Strahlungsleistung, die auf die Flächeneinheit trifft ($W m^{-2}$)

Direkte Bestrahlungsstärke (direkte Sonneneinstrahlung)

Strahlungsleistung von der Sonnenscheibe und dem 5° -Bereich des Himmels um die Sonne, die auf die Flächeneinheit trifft ($W m^{-2}$)

Diffuse Bestrahlungsstärke

Strahlungsleistung vom gesamten Himmel, die auf die Flächeneinheit trifft ($W m^{-2}$), ausgenommen die Strahlungsleistung, die zur direkten solaren Bestrahlungsstärke beiträgt.

Globale Bestrahlungsstärke

Gesamte Strahlungsleistung, die auf die Flächeneinheit einer horizontalen Fläche trifft ($W m^{-2}$), gleich der direkten Bestrahlungsstärke (horizontal) plus der diffusen Bestrahlungsstärke (horizontal).

Gesamtbestrahlungsstärke

Gesamtstrahlungsleistung, die auf die Flächeneinheit einer geneigten Fläche trifft ($W m^{-2}$).

Spektrale Bestrahlungsstärke (E_λ)

Bestrahlungsstärke je Bandbreiteinheit bei einer gegebenen Wellenlänge ($W m^{-2} \cdot m^{-1}$).

Spektrale Photonenbestrahlungsstärke ($E_{p\lambda}$)

Photonenflußdichte bei einer gegebenen Wellenlänge ($cm^{-2} s^{-1} \cdot m^{-1}$).

$$E_{p\lambda} = 5,035 \cdot 10^{14} \lambda E_\lambda \quad (\lambda \text{ in } \mu m)$$

Spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke

Spektrale Bestrahlungsstärke, dargestellt als Funktion der Wellenlänge ($W m^{-2} \cdot m^{-1}$).

Bestrahlung

Integral der Bestrahlungsstärke über eine festgelegte Zeitspanne (je nach Fall $MJ m^{-2}$ je Stunde, Tag, Woche oder Monat).

Direkte Bestrahlung

Integral der direkten Bestrahlungsstärke über eine festgelegte Zeitspanne (je nach Fall $MJ m^{-2}$ je Stunde, Tag, Woche oder Monat).

Diffuse Bestrahlung

Integral der diffusen Bestrahlungsstärke über eine festgelegte Zeitspanne (je nach Fall $MJ m^{-2}$ je Stunde, Tag, Woche oder Monat).

Gesamtbestrahlung

Integral der Gesamtbestrahlungsstärke über eine festgelegte Zeitspanne (je nach Fall $MJ m^{-2}$ je Stunde, Tag, Woche oder Monat).

Globale Bestrahlung

Integral der globalen Bestrahlungsstärke über eine festgelegte Zeitspanne (je nach Fall $MJ m^{-2}$ je Stunde, Tag, Woche oder Monat).

Pyranometer

Strahlungsmeßgerät, das üblicherweise für die Messung der globalen Bestrahlungsstärke (oder, mit Abdeckring oder -scheibe, der diffusen Bestrahlungsstärke) an einer horizontalen Ebene verwendet wird. Kann auch unter einem Winkel geneigt eingesetzt werden, um die Gesamtbestrahlungsstärke an einer geneigten Ebene zu messen, die in diesem Fall einen Anteil aus der vom Vordergrund reflektierten Strahlung enthält.

Pyrheliometer (manchmal bezeichnet als "Normaleinfallspyreheliometer", englisch: Normal Incidence Pyrheliometer, NIP)

Strahlungsmeßgerät mit Kollimator, das zur Messung der direkten Bestrahlungsstärke verwendet wird.

Trübungskoeffizient ($a_{D,\lambda}$)

Die verminderte Durchsichtigkeit der Atmosphäre, die durch die Absorption und Streuung der Strahlung an festen und flüssigen Schwebstoffteilchen außer Wolken verursacht wird. Nach der Definition von Ångström steht der Trübungskoeffizient für die Atmosphäre mit dem Extinktionskoeffizienten t bei einer Wellenlänge von 1000 nm und dem Wellenlängenexponenten ε in der Formel für die Aerosolextinktionsfunktion in folgender Beziehung:

$$a_{D,\lambda} = t \cdot \lambda^{-\varepsilon}$$

t -Werte kleiner als 0,10 bedeuten eine sehr klare Atmosphäre, während Werte größer als 0,20 eine deutlich dunstige Atmosphäre anzeigen. Der Mittelwert von ε hängt von der Teilchengrößenverteilung ab und wurde von Ångström zu etwa 1,3 angenommen.

Niederschlagbarer Wasserdampfgehalt

Das Volumen an niederschlagbarem Wasserdampf (cm^3) in einer senkrechten Säule der Atmosphäre mit einem Querschnitt von $1 cm^2$, angegeben als Höhe der entsprechenden senkrechten Wassersäule (cm).

Ozongehalt

Das Volumen an Ozon (cm^3) bei Normtemperatur und -druck in einer senkrechten Säule der Atmosphäre mit einem Querschnitt von $1 cm^2$.

A.2 Begriffe für photovoltaische physikalische Parameter

Solarzelle

Die grundlegende photovoltaische Einrichtung, die elektrische Energie erzeugt, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt wird.

Modul

Die kleinste vollständige Baugruppe miteinander verbundener Solarzellen mit Schutzvorrichtungen gegen schädliche äußere Einflüsse.

A.3 Begriffe der photovoltaischen Umwandlung**Sperrschichtphotoeffekt** (photovoltaischer Effekt)

Direkte Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie.

Umwandlungswirkungsgrad

Verhältnis der unter bestimmten Prüfbedingungen gemessenen größten elektrischen Ausgangsleistung zum Produkt aus Generatorfläche und auftreffender Bestrahlungsstärke, angegeben in Prozent.

Spektrale Empfindlichkeit * ($S(\lambda)$)

Kurzschlußstromdichte, die bei einer gegebenen Wellenlänge von der Bestrahlungsstärkeinheit erzeugt wird ($A W^{-1}$), dargestellt als Funktion der Wellenlänge.

Relative spektrale Empfindlichkeit * ($S(\lambda)_{rel}$)

Auf eins normierte Empfindlichkeit bei der Wellenlänge größter Empfindlichkeit.

$$S(\lambda)_{rel} = \frac{S(\lambda)}{S(\lambda)_{max}}$$

Kurzschlußstrom (I_{sc})

Ausgangsstrom eines photovoltaischen Generators im kurzgeschlossenen Zustand bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke.

Leerlaufspannung (V_{oc})

Spannung über einem unbelasteten (leerlaufenden) photovoltaischen Generator bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke.

Strom-Spannungs-Kennlinie ($I = f(V)$)

Ausgangsstrom eines photovoltaischen Generators als Funktion der Ausgangsspannung bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke.

Größte Leistung (P_{max} **)

Leistung im Punkt der Strom-Spannungs-Kennlinie, in dem das Produkt aus Strom und Spannung seinen Höchstwert annimmt.

Spannung bei der größten Leistung (Maximalleistungsspannung) (V_{Pmax})

Spannung, die der größten Leistung entspricht.

Strom bei der größten Leistung (Maximalleistungsstrom) (I_{Pmax})

Strom, der der größten Leistung entspricht.

Füllfaktor (FF)

Das Verhältnis der größten Leistung zum Produkt aus Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom:

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

Arbeitsstrom (I_L)

Strom, der bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke vom photovoltaischen Generator an eine mit seinen Klemmen verbundene Last abgegeben wird.

Arbeitsspannung (V_L)

Spannung, die bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke an den Klemmen einer mit den Klemmen des photovoltaischen Generators verbundenen Last auftritt.

Arbeitsleistung (P_L)

Leistung, die der photovoltaische Generator bei einer gegebenen Temperatur und Bestrahlungsstärke an eine mit seinen Klemmen verbundene Last abgibt.

$$P_L = V_L \cdot I_L$$

Bemessungsstrom

Der Bemessungsspannung zugeordneter Wert des Stromes eines photovoltaischen Generators unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen.

Bemessungsleistung

Der Bemessungsspannung zugeordneter Wert der Ausgangsleistung eines photovoltaischen Generators unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen.

Bemessungsspannung

Zugeordneter Wert der Spannung, bei dem ein photovoltaischer Generator unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen nahezu die größte elektrische Leistung abgibt.

Prüfbestrahlungsstärke

Mit einer Referenzeinrichtung gemessene Bestrahlungsstärke für Prüfzwecke.

Standardprüfbedingungen (STC)

- Zelltemperatur: $(25 \pm 2)^\circ C$
- Bestrahlungsstärke, mit einer Referenzeinrichtung gemessen: $1000 W m^{-2}$ bei der spektralen Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke.

Wahlweise Prüfbedingungen

Mit einer Referenzeinrichtung gemessene Prüfbestrahlungsstärke von $1000 W m^{-2}$ und Zelltemperatur bei beliebigen geeigneten gemessenen Umweltbedingungen.

Umgebungstemperatur (T_{amb})

Lufttemperatur in der Umgebung des photovoltaischen Generators, gemessen in einem belüfteten Raum und abgeschirmt gegen Sonnen-, Himmels- und Erdbodenstrahlung.

Oberflächentemperatur des Moduls

Mittlere Temperatur der Rückseite des Moduls.

Zelltemperatur (T_j)

Direkt gemessen mit einem Temperaturfühler in Kontakt mit der Zelle oder ermittelt aus der Messung von V_{oc} oder aus Berechnungen der Wärmebilanz. Sie unterscheidet sich nicht wesentlich von der Temperatur der bestrahlten Fläche der Zelle.

Temperaturbeiwert des Stroms (α)

Änderung des Kurzschlußstroms eines photovoltaischen Generators je Kelvin Änderung der Zelltemperatur.

ANMERKUNG: Dieser Beiwert ändert sich mit der Bestrahlungsstärke und, in geringerem Maße, mit der Temperatur.

Temperaturbeiwert der Spannung (β)

Die Änderung der Leerlaufspannung einer photovoltaischen Einrichtung je Kelvin Änderung der Zelltemperatur.

ANMERKUNG: Dieser Beiwert ändert sich mit der Bestrahlungsstärke und, in geringerem Maße, mit der Temperatur.

*) Die Benennung "response" wird üblicherweise gebraucht, streng korrekt ist "responsivity".

**) Nationale Anmerkung: In Anlehnung an die englische Bezeichnung dieses Punktes (Maximum-Power-Point) wird dieser Arbeitspunkt im allgemeinen als MPP bezeichnet.

Nennbetriebs-Zellentemperatur (NOCT)

Mittlere Gleichgewichtstemperatur der Solarzelle innerhalb eines Moduls in einer Standardreferenzumgebung bei einer Bestrahlungsstärke von 800 W m^{-2} , Umgebungslufttemperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$, Windgeschwindigkeit von 1 m s^{-1} , elektrischem Leerlauf und Anordnung im offenen Gestell bei senkrechtem Einfall bei solarem Mittag.

Zeitkonstante

Zeit, die ein Strahlungsmeßgerät oder ein photovoltaischer Generator benötigt, um nach einer stufenförmigen Ände-

rung der Bestrahlungsstärke 63,2% seines Erdwertes anzunehmen.

Einfallswinkel

Winkel zwischen direktem Strahl und der Senkrechten zur aktiven Fläche (Grad).

Referenzeinrichtung

Photovoltaische Einrichtung, die zur Messung der Bestrahlungsstärke oder Einstellung des Bestrahlungsstärkewertes eines Simulators hinsichtlich der spektralen Verteilung der solaren Referenzbestrahlungsstärke verwendet wird.