

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

**DIN**  
**EN 60904-1**

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 904-1**

ICS 31.260

Deskriptoren: Photovoltaik, Messung, Strom, Spannung, Kennlinie

Photovoltaic devices –

Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics  
(IEC 904-1:1987);

German version EN 60904-1:1993

Dispositifs photovoltaïques –

Première partie: Mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs  
photovoltaïques (CEI 904-1:1987);

Version allemande EN 60904-1:1993

**Die Europäische Norm EN 60904-1:1993 hat den Status einer Deutschen Norm.**

#### **Nationales Vorwort**

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60904-1:1993, in die die Internationale Norm (International Standard) 904-1, Ausgabe 1987, "Photovoltaic devices, Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics" 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 4 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)



DK 621.38 : 621.317.083

Deskriptoren: Photovoltaische Betriebsmittel, kristallines Silizium, Solarzellen, Zellengruppe, flaches Solarmodul, Strom-Spannungs-Kennlinien, Messung

**Deutsche Fassung**

**Photovoltaische Einrichtungen**

**Teil 1: Messen der photovoltaischen Strom-/Spannungskennlinien**

(IEC 904-1:1987)

Photovoltaic devices –  
Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics  
(IEC 904-1:1987)

Dispositifs photovoltaïques –  
Première partie: Mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques  
(CEI 904-1:1987)

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 904-1:1987 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 60904-1 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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt Verfahren zum Messen von Strom-Spannungs-Kennlinien photovoltaischer Einrichtungen aus kristallinem Silizium in natürlichem oder simuliertem Sonnenlicht. Diese Verfahren gelten für Einzelsolarzellen, Baugruppen aus Solarzellen oder Flachmodulen.

**ANMERKUNG 1:** Der Begriff "Prüfling" wird verwendet, um irgendeine dieser Einrichtungen zu bezeichnen.

**ANMERKUNG 2:** Diese Verfahren sind auf lineare Einrichtungen beschränkt.

## 2 Allgemeine Meßanforderungen

**2.1** Die Messungen der Bestrahlungsstärke müssen mit einer kalibrierten Referenzeinrichtung gemäß den Anforderungen der entsprechenden künftigen IEC-Publikation durchgeführt werden.

**2.2** Die Referenzeinrichtung muß im wesentlichen die gleiche spektrale Empfindlichkeit wie der Prüfling haben und ist nach der entsprechenden künftigen IEC-Publikation auszuwählen und zu kalibrieren.

**2.3** Die Temperatur von Referenzeinrichtung und Prüfling ist mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  K zu messen. Falls die Temperatur der Referenzeinrichtung um mehr als 2 K von der Temperatur abweicht, für die sie kalibriert wurde, ist der Kalibrierwert für die gemessene Temperatur zu korrigieren.

**2.4** Die aktive Fläche des Prüflings muß innerhalb eines Toleranzwertes von  $\pm 5^\circ$  mit der aktiven Fläche des Prüflings in der gleichen Ebene liegen. Es dürfen keine Kollimatoren verwendet werden.

**2.5** Prüfanschlüsse sind in Bild 1 dargestellt.

**2.6** Spannungen und Ströme sind mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5\%$  zu messen; dabei sind separate Leitungen zu verwenden, die von den Anschlüssen des Prüflings unabhängig sind.

**2.7** Kurzschlußströme sind bei einer Spannung von 0 V zu messen; dabei ist eine veränderliche (vorzugsweise elektronische) Vorspannung zu verwenden, um den Spannungsabfall auszugleichen, der an den Klemmen des äußeren Reihenwiderstandes auftritt. Alternativ dürfen sie durch Messen des Spannungsabfalls über einem Vierklemmen-Präzisionswiderstand bestimmt werden, vorausgesetzt, daß die Messung bei einer Spannung nicht höher als 3% der

Leerlaufspannung der Referenzeinrichtung innerhalb des Bereichs durchgeführt wird, in dem eine lineare Beziehung zwischen Strom und Spannung besteht und die Kurve auf die Spannung von 0 V extrapoliert wird.

**2.8** Spannungsmesser müssen einen inneren Widerstand von mindestens 20 k $\Omega$ /V haben.

**2.9** Es ist nachzuweisen, daß die Kalibrierung der Meßgeräte zur Zeit der Messung im geforderten Genauigkeitsbereich liegt.

**2.10** Die Genauigkeit der Korrekturverfahren für die Bestrahlungsstärke und Temperatur ist durch Messen der Eigenschaften eines Prüflings bei ausgewählten Pegeln und Vergleich der Ergebnisse mit entsprechenden extrapolierten Werten regelmäßig zu überprüfen.

## 3 Messungen in natürlichem Sonnenlicht

Messungen in natürlichem Sonnenlicht sind nur durchzuführen, wenn die Gesamtbestrahlungsstärke (Sonne und Himmel) während einer Messung um nicht mehr als  $\pm 1\%$  schwankt. Wenn sich die Messungen auf Standardprüfbedingungen beziehen sollen, muß die Bestrahlungsstärke mindestens 800 W m $^{-2}$  betragen.

Das Prüfverfahren wird wie folgt durchgeführt:

**3.1** Die Referenzeinrichtung ist so nahe wie möglich an und in der gleichen Ebene mit dem Prüfling anzubringen. Die beiden Einrichtungen müssen innerhalb von  $\pm 10^\circ$  senkrecht zum direkten Sonnenstrahlenbündel liegen.

**3.2** Die Strom-Spannungs-Kennlinie und die Temperatur des Prüflings sind gleichzeitig mit dem Kurzschlußstrom und der Temperatur der Referenzeinrichtung aufzuzeichnen. Falls eine Temperaturregelung nicht durchführbar ist, ist der Prüfling und/oder die Referenzeinrichtung gegen Sonne und Wind abzudecken, bis ihre Temperatur der Temperatur der Umgebungsluft entspricht. Die Messungen sind unmittelbar nach dem Entfernen der Abdeckung durchzuführen.

**ANMERKUNG:** In den meisten Fällen wird die thermische Trägheit des Prüflings oder der Referenzeinrichtung den Temperaturanstieg während der ersten Sekunden auf weniger als 2 K begrenzen, und ihre Temperatur wird ausreichend konstant bleiben.

**3.3** Die gemessene Strom-Spannungs-Kennlinie ist auf die gewünschte Bestrahlungsstärke und Temperatur gemäß der entsprechenden IEC-Publikation zu korrigieren.

#### 4 Messung im konstanten simulierten (künstlichen) Sonnenlicht

Die Simulation konstanten Sonnenlichts für die Messung photovoltaischer Eigenschaften muß den Anforderungen der entsprechenden künftigen IEC-Publikation genügen.

Das Prüfverfahren wird wie folgt durchgeführt:

**4.1** Die Referenzeinrichtung ist mit ihrer aktiven Fläche so in der Prüfebene anzubringen, daß die Senkrechte der Einrichtung innerhalb von  $\pm 5^\circ$  parallel zur Mittelachse des Strahls liegt.

**4.2** Die Bestrahlungsstärke an der Prüfebene ist so einzustellen, daß die Referenzeinrichtung ihren kalibrierten Kurzschlußstrom beim gewünschten Pegel erzeugt.

**4.3** Die Referenzeinrichtung ist zu entfernen und der Prüfling wie in Abschnitt 4.1 beschrieben anzubringen.

ANMERKUNG: Falls der Strahl ausreichend breit und homogen ist, kann der Prüfling neben der Referenzeinrichtung angebracht werden.

**4.4** Ohne Veränderung der Simulatoreinstellung sind die Strom-Spannungs-Kennlinie und die Temperatur des Prüflings aufzuzeichnen. Falls eine Temperaturregelung nicht durchführbar ist, ist der Prüfling und/oder die Referenzeinrichtung gegen den Simulatorstrahl abzudecken, bis die Temperatur der Referenzeinrichtung innerhalb von  $\pm 2$  K einheitlich die Temperatur der Umgebungsluft angenommen hat. Die Messung ist sofort nach dem Entfernen der Abdeckung durchzuführen (siehe die entsprechende Anmerkung von Abschnitt 3.2).

**4.5** Falls die Temperatur des Prüflings nicht der geforderten Temperatur entspricht, ist die gemessene Strom-Spannungs-Kennlinie nach dem Verfahren gemäß der entsprechenden künftigen IEC-Publikation auf diese geforderte Temperatur zu korrigieren.

#### 5 Messung im gepulsten simulierten Sonnenlicht

Die Simulation von gepulstem Sonnenlicht für die Anforderungen für die photovoltaischen Eigenschaften muß die Anforderungen der entsprechenden künftigen IEC-Publikation erfüllen.

Das Prüfverfahren wird wie folgt durchgeführt:

**5.1** Der Prüfling ist so nahe wie möglich an der Referenzeinrichtung anzubringen, wobei die aktiven Flächen in der Prüfebene liegen müssen. Die Senkrechten von Prüfling und Referenzeinrichtung müssen innerhalb von  $\pm 5^\circ$  parallel zur Mittelachse des Strahls liegen.

**5.2** Die Bestrahlungsstärke an der Prüfebene ist so einzustellen, daß die Referenzeinrichtung ihren kalibrierten Kurzschlußstrom beim geforderten Pegel erzeugt.

ANMERKUNG: Bei einigen Impulssimulatoren wird der Impuls durch eine getrennte Solarzelle ausgelöst, wenn die Bestrahlungsstärke einen Wert annimmt, der zuvor mit einer Referenzeinrichtung eingestellt worden ist.

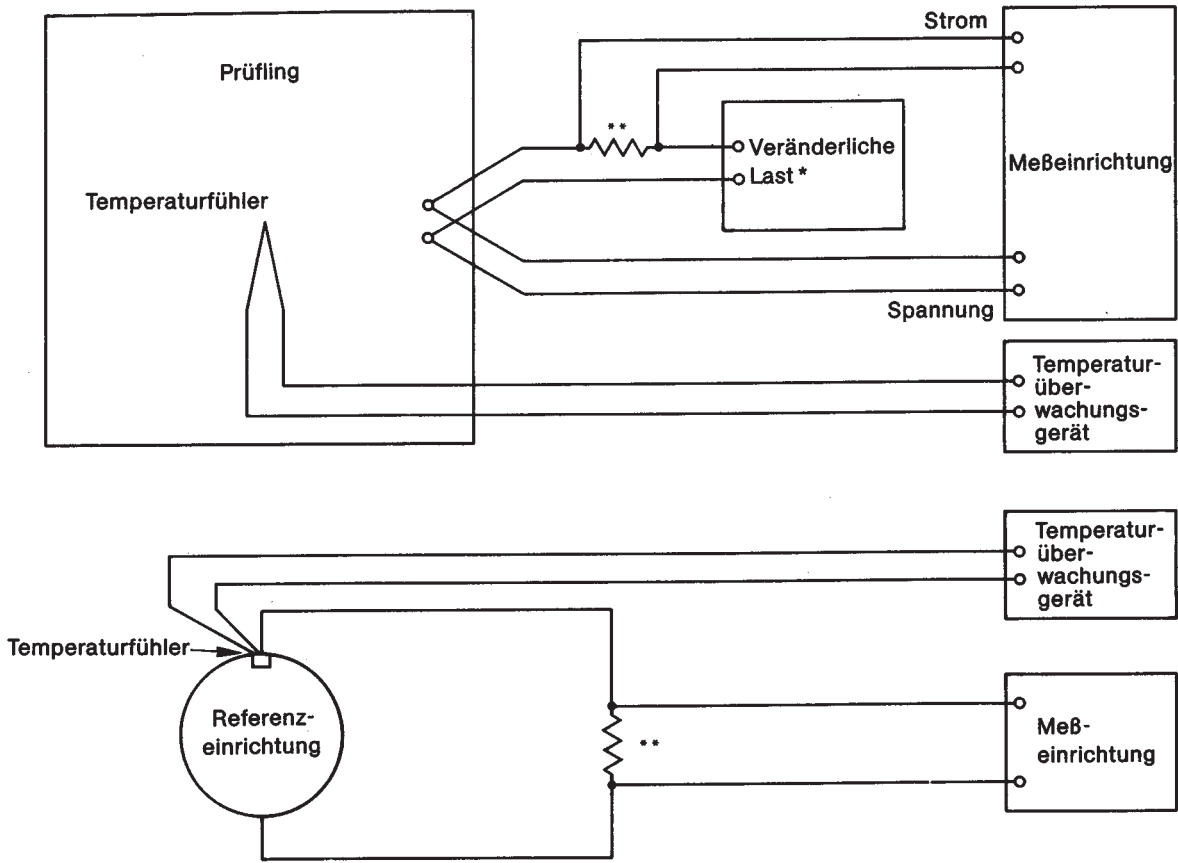
**5.3** Die Strom-Spannungs-Kennlinie und die Temperatur des Prüflings (oder die Umgebungstemperatur, falls beide identisch sind) sind aufzuzeichnen. Die Zeitspanne zwischen den Messungen muß genügend groß sein, daß durch die Einstellzeit eines stationären Arbeitspunktes des Prüflings und die Geschwindigkeit der Datenerfassung keine Fehler einfließen.

**5.4** Die gemessene Strom-Spannungs-Kennlinie ist sowohl für die geforderte Temperatur als auch für die geforderte Bestrahlungsstärke gemäß der entsprechenden künftigen IEC-Publikation zu korrigieren.

#### 6 Prüfbericht

Falls ein Prüfbericht verlangt wird, muß er folgende Angaben enthalten:

- eine Beschreibung und Kennzeichnung des Prüflings (Solarzelle, Baugruppe von Solarzellen oder Modul);
- Prüfbedingungen (natürliches oder simuliertes Sonnenlicht und, im letztgenannten Falle, kurze Beschreibung und Klasse des Simulators);
- Bestrahlungsstärkepegel;
- Temperaturen von Prüfling und Referenzeinrichtung;
- Beschreibung und Kennzeichnung der primären und/oder sekundären Referenzeinrichtung (Zelle oder Modul);
- Angaben zur Kalibrierung (wo und wann kalibriert, Kalibrierwert);
- Abweichungen von den Standardprüfverfahren;
- Prüfergebnisse.



- \* vorzugsweise elektronisch
- \*\* Präzisionswiderstand

**Bild 1: Prüfanschlüsse**