

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>DIN EN 62670-3<br/>(VDE 0126-35-3)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>DIN</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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. | <b>VDE</b> |
| <p>ICS 27.160</p> <p><b>Konzentrator-Photovoltaik (CPV) –<br/>Leistungsmessung –<br/>Teil 3: Leistungsmessungen und Leistungsbemessung<br/>(IEC 62670-3:2017);<br/>Deutsche Fassung EN 62670-3:2017</b></p> <p>Photovoltaic concentrators (CPV) –<br/>Performance testing –<br/>Part 3: Performance measurements and power rating<br/>(IEC 62670-3:2017);<br/>German version EN 62670-3:2017</p> <p>Concentrateurs photovoltaïques (CPV) –<br/>Essai de performances –<br/>Partie 3: Mesurages de performances et rapport de puissance<br/>(IEC 62670-3:2017);<br/>Version allemande EN 62670-3:2017</p> <p>Gesamtumfang 46 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-03-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-12-01.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62670-3 (VDE 0126-35-3):2016-06.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

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

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability 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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

**Tabelle NA.1** (1 von 2)

| Europäisches Dokument | Internationales Dokument | Deutsches Dokument            | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
| EN 60891              | IEC 60891                | DIN EN 60891 (VDE 0126-6)     | VDE 0126-6                             |
| 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                           |

Tabelle NA.1 (2 von 2)

| Europäisches Dokument        | Internationales Dokument   | Deutsches Dokument                    | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| EN 60904-4:2009              | IEC 60904-4:2009           | DIN EN 60904-4 (VDE 0126-4-4):2010-09 | VDE 0126-4-4                           |
| EN 60904-5                   | IEC 60904-5                | DIN EN 60904-5 (VDE 0126-4-5)         | VDE 0126-4-5                           |
| –                            | IEC 60904-9-1 <sup>a</sup> | –                                     | –                                      |
| EN 60904-10                  | IEC 60904-10               | DIN EN 60904-10 (VDE 0126-4-10)       | VDE 0126-4-10                          |
| EN 62670-1                   | IEC 62670-1                | DIN EN 62670-1 (VDE 0126-35-1)        | VDE 0126-35-1                          |
| EN 62817:2015                | IEC 62817:2014             | DIN EN 62817 (VDE 0126-61):2015-11    | VDE 0126-61                            |
| –                            | ISO 2859-1                 | DIN ISO 2859-1                        | –                                      |
| –                            | ISO 9060:1990              | –                                     | –                                      |
| –                            | ISO/IEC 17025              | –                                     | –                                      |
| <sup>a</sup> In Bearbeitung. |                            |                                       |                                        |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

**DIN EN 60891 (VDE 0126-6)**, *Photovoltaische Einrichtungen – Verfahren zur Umrechnung von gemessenen Strom-Spannungs-Kennlinien auf andere Temperaturen und Bestrahlungsstärken (IEC 60891:2009); Deutsche Fassung EN 60891:2010*

**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 60904-4 (VDE 0126-4-4):2010-09**, *Photovoltaische Einrichtungen – Teil 4: Referenz-Solarelemente – Verfahren zur Feststellung der Rückverfolgbarkeit der Kalibrierung (IEC 60904-4:2009); Deutsche Fassung EN 60904-4:2009*

**DIN EN 60904-5 (VDE 0126-4-5)**, *Photovoltaische Einrichtungen – Teil 5: Bestimmung der gleichwertigen Zelltemperatur von photovoltaischen (PV) Betriebsmitteln nach dem Leerlaufspannungs-Verfahren*

**DIN EN 60904-10 (VDE 0126-4-10)**, *Photovoltaische Einrichtungen – Teil 10: Messverfahren für die Linearität*

**DIN EN 62670-1 (VDE 0126-35-1)**, *Konzentrator-Photovoltaik (CPV) – Leistungsmessung – Teil 1: Standardprüfbedingungen*

**DIN EN 62817 (VDE 0126-61):2015-11**, *Sonnen-Nachführeinrichtungen für photovoltaische Systeme – Bauartegnung (IEC 62817:2014); Deutsche Fassung EN 62817:2015*

**DIN ISO 2859-1**, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) – Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen*

**Konzentrator-Photovoltaik (CPV) –  
Leistungsmessung –  
Teil 3: Leistungsmessungen und Leistungsbemessung  
(IEC 62670-3:2017)**

Photovoltaic concentrators (CPV) –  
Performance testing –  
Part 3: Performance measurements and power  
rating  
(IEC 62670-3:2017)

Concentrateurs photovoltaïques (CPV) –  
Essai de performances –  
Partie 3: Mesurages de performances et rapport  
de puissance  
(IEC 62670-3:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-03-14 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62670-3:2017 D

## **Europäisches Vorwort**

Der Text des Dokuments 82/1204/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62670-3, erarbeitet vom IEC/TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62670-3:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-12-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-03-14

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm IEC 62670-3:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelistete Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

**IEC 60904-5**

ANMERKUNG Harmonisiert als **EN 60904-5**.

## Inhalt

Seite

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Europäisches Vorwort .....                                               | 2  |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                 | 6  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                           | 6  |
| 3 Konzepte .....                                                         | 6  |
| 4 Probenahme.....                                                        | 9  |
| 5 Kennzeichnung der Prüflinge und Informationen.....                     | 10 |
| 5.1 Nicht löschbare Kennzeichnung.....                                   | 10 |
| 5.2 Vorläufige Information des Herstellers .....                         | 10 |
| 6 Prüfung.....                                                           | 10 |
| 7 Prüfbericht .....                                                      | 11 |
| 8 Anforderungen an den Norm-Messaufbau.....                              | 12 |
| 8.1 Bestrahlungsstärke-Messvorrichtung.....                              | 12 |
| 8.1.1 Pyrheliometer für senkrechten Einfall (NIP).....                   | 12 |
| 8.1.2 Pyranometer für globale senkrechte Beleuchtungsstärke .....        | 12 |
| 8.1.3 Spektralmessgerät .....                                            | 13 |
| 8.1.4 Komponentenreferenzzellen .....                                    | 13 |
| 8.1.5 Innenraum-Referenz-Bestrahlungsstärkesensor .....                  | 13 |
| 8.1.6 Hilfs-Bestrahlungsstärkesensor .....                               | 14 |
| 8.2 Sonnensimulator .....                                                | 14 |
| 8.2.1 Allgemeine Anforderungen.....                                      | 14 |
| 8.2.2 Simulator mit ununterbrochenem Licht .....                         | 14 |
| 8.2.3 Einzelblitzimpulssimulator .....                                   | 15 |
| 8.2.4 Mehrfachblitzimpulssimulator.....                                  | 15 |
| 8.3 Sonnennachführeinrichtung oder Befestigungssystem des Prüflings..... | 15 |
| 8.3.1 Allgemeines.....                                                   | 15 |
| 8.3.2 Ausrichtungsfehlersensor.....                                      | 15 |
| 8.4 Temperaturmessung und -steuerung.....                                | 15 |
| 8.4.1 Temperatursensor des Prüflings.....                                | 15 |
| 8.4.2 Umgebungstemperatursensor .....                                    | 16 |
| 8.4.3 Linsen- oder Optiktemperatursensor .....                           | 16 |
| 8.4.4 Temperaturregelungssystem .....                                    | 16 |
| 8.5 Strom-Spannungs-Messung .....                                        | 16 |
| 8.6 Anemometer.....                                                      | 17 |
| 8.7 Elektrische Last.....                                                | 17 |
| 9 Prüfverfahren.....                                                     | 17 |
| 9.1 Messung der Temperaturkoeffizienten des Prüflings.....               | 17 |
| 9.1.1 Zweck.....                                                         | 17 |
| 9.1.2 Messaufbau.....                                                    | 17 |

|       |                                                                                                                    |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.1.3 | Datenerfassungsverfahren und Datenanforderungen.....                                                               | 17 |
| 9.1.4 | Bestimmung des Temperaturkoeffizienten.....                                                                        | 21 |
| 9.2   | Referenz- $U_{oc}$ des Prüflings bei ( $900 \text{ W/m}^2$ und $25 \text{ °C}$ Zelltemperatur).....                | 21 |
| 9.2.1 | Allgemeines .....                                                                                                  | 21 |
| 9.2.2 | Dunkelkennlinienverfahren für Referenz- $U_{oc}$ .....                                                             | 21 |
| 9.2.3 | Referenz- $U_{oc}$ unter Verwendung eines Sonnensimulators.....                                                    | 23 |
| 9.3   | Berechnung der mittleren Zelltemperatur des Prüflings.....                                                         | 23 |
| 9.3.1 | Zweck .....                                                                                                        | 23 |
| 9.3.2 | Verfahren.....                                                                                                     | 24 |
| 9.4   | Kalibrierung des Referenz-Bestrahlungsstärkesensors und Bestimmung des Referenz- $I_{sc}$ .....                    | 24 |
| 9.4.1 | Zweck .....                                                                                                        | 24 |
| 9.4.2 | Datenanforderungen .....                                                                                           | 24 |
| 9.4.3 | Bestimmung des kalibrierten und des Referenz- $I_{sc}$ ( $I_{sc,cal}$ und $I_{scr}$ ).....                         | 25 |
| 9.4.4 | Kalibrieranforderung .....                                                                                         | 26 |
| 9.5   | I-U-Messungen eines CPV-Prüflings im Innenraum .....                                                               | 26 |
| 9.5.1 | Zweck .....                                                                                                        | 26 |
| 9.5.2 | Allgemeine Messanforderungen.....                                                                                  | 26 |
| 9.5.3 | Ausrichtungsverfahren des Prüflings im Innenraum .....                                                             | 28 |
| 9.5.4 | Verfahren für Einzelblitzimpuls-Sonnensimulatoren .....                                                            | 28 |
| 9.5.5 | Verfahren für Mehrfachblitzimpuls-Sonnensimulatoren .....                                                          | 28 |
| 9.6   | Freiluft-I-U-Messungen eines CPV-Prüflings .....                                                                   | 28 |
| 9.6.1 | Zweck .....                                                                                                        | 28 |
| 9.6.2 | Messaufbau .....                                                                                                   | 28 |
| 9.6.3 | Verfahren.....                                                                                                     | 29 |
| 9.6.4 | Prüfbericht .....                                                                                                  | 30 |
| 9.7   | CSOC- und CSTC-Leistungsbemessungswerte .....                                                                      | 30 |
| 9.7.1 | Datenfilterungsanforderungen für CSOC- oder CSTC-Umrechnung.....                                                   | 30 |
| 9.7.2 | Bestimmung der CSOC-Leistung.....                                                                                  | 31 |
| 9.7.3 | Bestimmung der CSTC-Leistung.....                                                                                  | 31 |
| 9.8   | Ausrichtungsverfahren des Prüflings und Messung der Empfindlichkeit der Fehlausrichtung .....                      | 32 |
| 9.8.1 | Zweck .....                                                                                                        | 32 |
| 9.8.2 | Messaufbau .....                                                                                                   | 33 |
| 9.8.3 | Empfehlungen für die anfängliche Befestigung des Prüflings.....                                                    | 33 |
| 9.8.4 | Allgemeine Anforderungen.....                                                                                      | 33 |
| 9.8.5 | Individuelle Durchläufe außerhalb der optischen Achse und endgültige Ausrichtung des Prüflings.....                | 34 |
| 9.8.6 | Verfahren mit graphischer Darstellung von wechselnder Ellipse zur Angabe der Fehlausrichtungsempfindlichkeit ..... | 34 |

|        |                                                                                                                                           |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.8.7  | Prüfbericht.....                                                                                                                          | 35 |
| 9.9    | Befestigung und Ausrichtung des Fehlausrichtungssensors und anderer<br>ausrichtungsempfindlicher Vorrichtungen.....                       | 35 |
| 9.9.1  | Zweck.....                                                                                                                                | 35 |
| 9.9.2  | Verfahren .....                                                                                                                           | 35 |
| 9.10   | Linsentemperatur-Leistungsprüfung im Freien .....                                                                                         | 36 |
| 9.10.1 | Allgemeine Richtlinien.....                                                                                                               | 36 |
| 9.10.2 | Verfahren .....                                                                                                                           | 36 |
| 9.10.3 | Prüfbericht.....                                                                                                                          | 38 |
| 9.11   | Linsentemperatur-Leistungsprüfung im Innenraum .....                                                                                      | 38 |
| 9.11.1 | Allgemeiner Leitfaden .....                                                                                                               | 38 |
| 9.11.2 | Verfahren .....                                                                                                                           | 39 |
| 9.11.3 | Prüfbericht.....                                                                                                                          | 40 |
|        | Literaturhinweise .....                                                                                                                   | 41 |
|        | Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 42 |

## Bilder

|         |                                                                                                 |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1  | – Geometrie eines Messgeräts mit einem Kollimatorrohr .....                                     | 8  |
| Bild 2  | – Ausrichtungsfehler einer Sonnennachführeinrichtung .....                                      | 9  |
| Bild 3  | – Beispiel für Daten des Akzeptanzwinkels für einen CPV-Prüfling .....                          | 9  |
| Bild 4  | – Ablaufplan der Leistungsmessung des Prüflings .....                                           | 11 |
| Bild 5  | – $U_{oc}$ -Daten nach einem Abdeckvorgang .....                                                | 20 |
| Bild 6  | – Bild 5 wiederholt nach Entfernen eines einzelnen Datenpunkts .....                            | 20 |
| Bild 7  | – Graphische Darstellung der Ableitung der Dunkelkennliniendaten zur Bestimmung von $R_s$ ..... | 23 |
| Bild 8  | – Iterativer Ansatz zur Bestimmung von $I_{sc}$ und $U_{oc}$ .....                              | 26 |
| Bild 9  | – Rohdaten zum Extrahieren des Einflusses der Linsentemperatur.....                             | 37 |
| Bild 10 | – Gefilterte Daten zum Extrahieren des Einflusses der Linsentemperatur .....                    | 38 |

## Tabellen

|           |                                                       |    |
|-----------|-------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 | – SMR-Anforderungen für Messungen in Innenräumen..... | 27 |
|-----------|-------------------------------------------------------|----|

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62670 legt Messverfahren und Messtechnik zur Bestimmung der Leistung von Konzentrator-Photovoltaik unter Konzentrator-Normalbetriebsbedingungen (CSOC) und Konzentrator-Normprüfbedingungen (CSTC) fest, definiert in IEC 62670-1, einschließlich Leistungsbemessungen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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, *Photovoltaic devices – Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics*

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

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

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

IEC 60904-10, *Photovoltaic devices – Part 10 Methods of linearity measurement*

IEC 62670-1, *Photovoltaic concentrators (CPV) – Performance testing – Part 1: Standard conditions*

IEC 62817:2014, *Photovoltaic systems – Design qualification of solar trackers*

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

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 9060:1990, *Solar energy – Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

## 3 Konzepte

Folgende Konzepte werden in dieser Norm verwendet:

- CSOC – Konzentrator-Normalbetriebsbedingungen nach IEC 62670-1 (direkte senkrechte Bestrahlungsstärke (DNI) 900 W/m<sup>2</sup>, 20 °C Raumtemperatur, 2 m/s Windgeschwindigkeit, AM1.5D-Spektrum nach IEC 60904-3).
- CSTC – Konzentrator-Normprüfbedingungen nach IEC 62670-1 (DNI 1 000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C Raumtemperatur, 2 m/s Windgeschwindigkeit, AM1.5D-Spektrum nach IEC 60904-3).
- SMR – Spektralanpassungsverhältnis, 
$$SMR(i, j) = \frac{I_i / I_j}{I_{i,ref} / I_{j,ref}}$$

Dabei sind  $I_i$  und  $I_j$  die Kurzschlussströme oder die Kurzschlussstromdichten unter den herrschenden Spektralbedingungen der einzelnen Unterzellen  $i$  und  $j$  in der mehrschichtigen Solarzelle.  $I_{i,ref}$  und  $I_{j,ref}$  sind die zugehörigen Kurzschlussströme/-stromdichten unter dem direkten AM1.5D-Spektrum wie in IEC 60904-3 festgelegt. Der Unterzelle ist eine Nummer in der Reihenfolge ihrer Bandlückenenergie ( $E_g$ ), beginnend mit 1 für die höchste  $E_g$  und aufsteigend bis  $n$  für die niedrigste  $E_g$ , zugewiesen. In

dieser Weise hat eine mehrschichtige Solarzelle mit  $n$  einzelnen Unterzellen  $(n^2 - n)/2$  eindeutige SMR-Werte. Beispielsweise gibt es für  $n = 3$  (dreischichtige Baugruppe) SMR(1,2), SMR(1,3) und SMR(2,3). Für eine gitterangepasste dreischichtige Zelle: GaInP ist Schicht 1, GaInAs ist Schicht 2 und Ge ist Schicht 3.

SMR auf Freiluft-I-U-Kennlinien angewandt bedeutet NICHT, dass die Ausgänge von Unterzellen zum Prüfling passen, sondern zu einem allgemeineren Satz von Unterzellen, die vom Prüflabor benutzt werden, um die Abweichungen des herrschenden Freiluftspektrums gegenüber dem Referenz-AM1.5D-Spektrum zu kennzeichnen. Die spezifische Anpassung eines bestimmten Prüflings ist nicht erforderlich, da atmosphärischer Wasserdampf, Aerosole und die Luftmasse die bestimmenden Variablen sind, die Änderungen am Freiluftspektrum hervorrufen. Es hat sich gezeigt, dass Filterung auf der Grundlage von Messungen in drei Teilbändern des Spektrums ausreicht, um die Veränderung der Leistung des CPV-Prüflings auf ein Kleinstmaß zu verringern. Komponentenreferenzzellen (8.1.4) können verwendet werden, um SMR-Werte zu bestimmen, oder das SMR kann unter dem herrschenden Spektrum berechnet werden. In diesem Fall sind  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  allgemein definiert als die direkte, senkrechte spektrale Einstrahlung in Teilbändern von 370 nm bis 650 nm, 650 nm bis 870 nm bzw. 870 nm bis 1 650 nm. Dies ist gleichbedeutend mit der Annahme eines Satzes von Komponentenreferenzzellen mit externer Quantenausbeute (en: external quantum efficiency, (EQE)) von 100 % in den definierten Bändern.

SMR, auf Innenraum-I-U-Kennlinien angewandt, beziehen sich auf Ausgänge der Unterzellen, die zum Prüfling passen. Die Innenraummessungen beziehen sich speziell auf passende Unterzellen, da das Spektrum unter simuliertem Sonnenlicht dafür bekannt ist, von der charakteristischen Form des Freiluftspektrums abzuweichen. Deshalb reichen drei Teilbänder nicht immer aus, um die Veränderung der Leistung des CPV-Prüflings auf ein Kleinstmaß zu verringern. Das SMR kann aus gerätespezifischen Komponentenreferenzzellen bestimmt oder aus dem gemessenen Spektrum und den spektralen Kennlinien gerätespezifischer Komponentenreferenzzellen berechnet werden.

- d) Einzelner SMR-Übergang – Ereignis bei Freiluft-Datenmessungen, bei dem der gegebene SMR-Wert sich innerhalb der um die Eins herum festgelegten Grenzen befindet und das Ereignis durch wenigstens 1 h von anderen Ereignissen getrennt ist, bei denen der SMR-Wert sich innerhalb der um die Eins herum festgelegten Grenzen befindet.
- e) MPP – globaler Punkt der höchsten Leistung einer I-U-Kennlinie.
- f)  $U_{mp}$  – die Spannung bei MPP.
- g)  $I_{mp}$  – der Strom bei MPP.
- h) DNI – direkte senkrechte Bestrahlungsstärke.
- i) GNI – globale senkrechte Bestrahlungsstärke.
- j)  $\eta$  – Wirkungsgrad des Prüflings bei MPP für eine einzelne I-U-Kennlinie.
- k) DUT – Prüfling.
- l) Apertur – Aperturbereich des Prüflings, gemessen von Innenkante zu Innenkante des Rahmens des Prüflings. Wenn es keinen klaren Übergang von der Linse zum Rahmen gibt, kann ein undurchsichtiges Band benutzt werden, um die Kante des Linsenbereichs zu verdecken und die Kante des Aperturbereichs festzulegen. Dies muss vor der Erfassung der I-U-Kennlinien geschehen. Falls dieses Verfahren für den Prüfling nicht anwendbar ist, können alternative Verfahren erwogen werden. Der Prüfbericht muss das angewendete Verfahren zur Bestimmung des Aperturbereichs dokumentieren.
- m) Halber Öffnungswinkel – halber Öffnungswinkel eines Geräts mit einem Kollimatorrohr, definiert als  $\arctan(R/L)$  nach Bild 1.
- n) Sichtfeld oder voller Öffnungswinkel – zweimal der halbe Öffnungswinkel.
- o) Steigungswinkel – Winkel eines Geräts mit einem Kollimatorrohr, definiert als  $\arctan[(R - r)/L]$  nach Bild 1.
- p) Grenzwinkel – Winkel eines Geräts mit Kollimatorrohr, definiert als  $\arctan[(R + r)/L]$  nach Bild 1.
- q) Primärer und sekundärer Achsenausrichtungsfehler – gemessener Winkel zwischen dem Ausrichtungsvektor der Nachführeinrichtung und dem zur Sonne weisenden Vektor (siehe Bild 2) [nach IEC 62817:2014, 7.2 angepasst]. Üblicherweise ist der Ausrichtungsvektor der Nachführeinrichtung durch den Sensor festgelegt, der zur Messung des Ausrichtungsfehlers verwendet wird. Der Sensor hat

eine Fläche, die auf den direkten Sonnenstrahl reagiert. Daher repräsentiert der Normalenvektor dieser Fläche den Ausrichtungsvektor der Nachführeinrichtung oder des Prüflings. Obwohl der Ausrichtungsfehler als einzelne Winkelabweichung definiert ist, misst der Sensor diesen Fehler in zwei getrennten Winkeln bezüglich der Referenzfläche:

$$\text{Ausrichtungsfehler} = \sqrt{\text{primärer Achsenausrichtungsfehler}^2 + \text{sekundärer Achsenausrichtungsfehler}^2}$$

In diesem Schriftstück sind primärer und sekundärer Achsenausrichtungsfehler durch obige Formel definiert. Es wird jedoch auch angenommen, dass die Fläche des Prüflings und der Ausrichtungsfehlersensor ausgerichtet sind, so dass die primäre und die sekundäre Achse ebenfalls für den Prüfling repräsentativ sind.

- r) Akzeptanzwinkel – der kleinste volle Winkel, über den der Prüfling (in Bezug zur Sonne) rotiert werden kann, während weiterhin 90 % seiner DNI-normalisierten größten Leistung erzeugt werden. Obwohl eine zweidimensionale graphische Darstellung erforderlich ist, um den Akzeptanzwinkel vollständig zu bestimmen, bezieht sich der Akzeptanzwinkel hierin auf den kleinsten vollen Winkel als Ergebnis von Winkelmessungsdurchläufen, die auf die primäre und die sekundäre Achse des Prüflings beschränkt sind (siehe 9.8.5). In Bild 3 ist ein Beispiel des Prüflings dargestellt. Bild 2 stellt Messergebnisse des Akzeptanzwinkels von  $0,75^\circ$  für die primäre Achse und von  $0,7^\circ$  für die sekundäre Achse dar. Daher wird der Akzeptanzwinkel für diesen Prüfling als  $0,7^\circ$  angegeben. Es ist zu beachten, dass Bild 3 Messergebnisse zeigt, die symmetrisch um den Nullpunkt (senkrechter Einfallswinkel) sind, ein Prüfling jedoch asymmetrische Ergebnisse aufweisen kann.
- s) Halber Akzeptanzwinkel – Der halbe Akzeptanzwinkel ist definiert wie der oben definierte Akzeptanzwinkel, geteilt durch zwei. Diese Definition wird eingeführt, da sie wichtiger ist für Filtereinschränkungen, angewendet auf Ausrichtungsfehler weiter unten in diesem Schriftstück. Obwohl Asymmetrie um den Nulleinfallswinkel nicht mit dieser Definition des halben Winkels verträglich ist, wird die Definition der Einfachheit halber beibehalten.
- t) 98-%-Akzeptanzwinkel und halber 98-%-Akzeptanzwinkel – Die oben gegebenen Definitionen von Akzeptanzwinkel und halbem Akzeptanzwinkel gelten mit der Ausnahme, dass sich die Bezeichnungen wenn ihnen die 98 % vorangeht, nun auf den vollen bzw. halben Winkel beziehen, über den die Ausrichtung des Prüflings rotiert werden kann, während er weiterhin 98 % seiner DNI-normalisierten größten Leistung erzeugt (nicht die ursprünglichen 90 %). Beispielsweise zeigt der Prüfling in Bild 3 einen 98-%-Akzeptanzwinkel von  $0,32^\circ$  und einen halben 98-%-Akzeptanzwinkel von  $0,16^\circ$ .

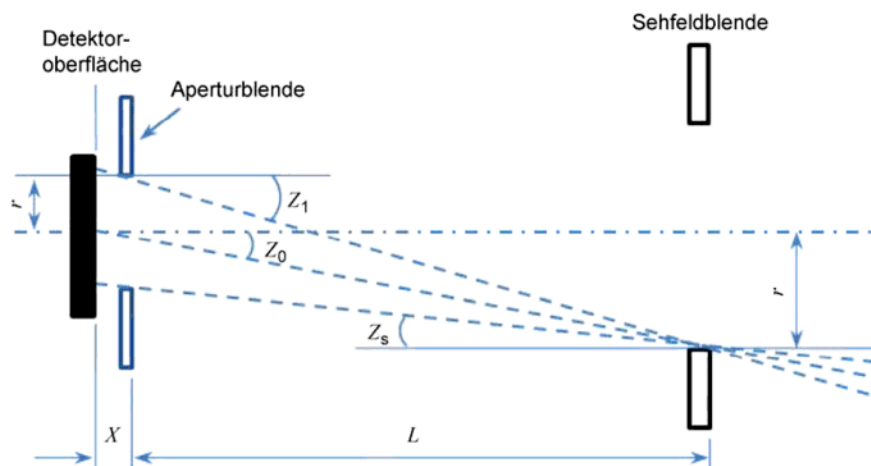


**Bild 1 – Geometrie eines Messgeräts mit einem Kollimatorrohr**

In Bild 1 stellt die Sehfeldblende den begrenzenden Eingangspunkt für Licht in das Kollimatorrohr dar und hat einen Radius von  $R$ . Die Aperturblende stellt eine weitere Begrenzung des Lichts dar, das den Detektor erreichen kann, und hat einen Radius von  $r$ .  $L$  ist der Abstand zwischen den Vorderseiten von Sehfeldblende und Aperturblende. Es wird angenommen, dass der Abstand  $X$  zwischen Aperturblende und Detektor klein und vernachlässigbar ist.

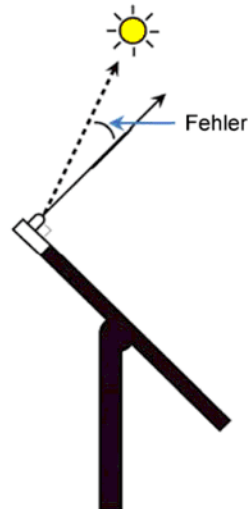


**Bild 2 – Ausrichtungsfehler einer Sonnennachführeinrichtung**

IEC 62817 definiert den Ausrichtungsfehler einer Sonnennachführeinrichtung als den gemessenen Winkel zwischen dem Ausrichtungsvektor der Nachführeinrichtung und dem zur Sonne weisenden Vektor. Wie hier gezeigt, ist der Ausrichtungsvektor der Nachführeinrichtung der Vektor senkrecht zur Ebene des Sensors, der den Ausrichtungsfehler misst.

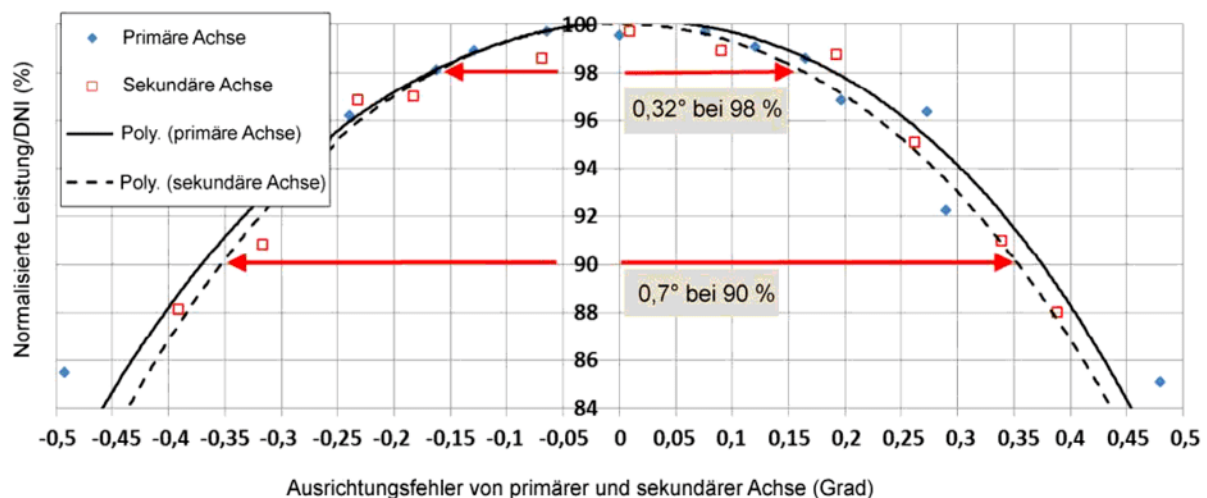


**Bild 3 – Beispiel für Daten des Akzeptanzwinkels für einen CPV-Prüfling**

In Bild 3 ist der Akzeptanzwinkel der sekundären Achse geringfügig kleiner als der der primären Achse und wird daher für den Bericht verwendet. Der Prüfling hat einen Akzeptanzwinkel von 0,7° (halber Akzeptanzwinkel von 0,35°) und einen 98-%-Akzeptanzwinkel von 0,32° (halber 98-%-Akzeptanzwinkel von 0,16°).

## 4 Probenahme

Für die Leistungsnachweisprüfung müssen drei Proben zufällig aus einem Fertigungslos oder aus Losen nach dem in ISO 2859-1 festgelegten Verfahren ausgewählt werden. Für Messungen an Prototypgeräten, die nicht aus der Fertigung stammen, darf keine Probenahme stattfinden. Dies muss im Prüfbericht vermerkt werden.

Sofern die Ergebnisse verwendet werden, um einem Leistungsschild eine Leistungsbemessung zuzuschreiben, müssen die Module oder Baugruppen, im Folgenden als Prüfling (en: device under test, DUT) bezeichnet, aus spezifizierten Werkstoffen und Bauteilen in Übereinstimmung mit den maßgeblichen Zeichnungen und Verfahrensplanen gefertigt worden sein, sowie den üblichen Untersuchungen, Qualitäts-

kontrollen und Fertigungsabnahmeverfahren des Herstellers unterzogen worden sein. Der Prüfling muss in jeder Einzelheit vollständig sein und muss mit den Handhabungs- und Endmontagevorschriften des Herstellers hinsichtlich der empfohlenen Installation jeglicher Dioden, Rahmen, Halterungen usw. ausgestattet sein.

## **5 Kennzeichnung der Prüflinge und Informationen**

### **5.1 Nicht löschbare Kennzeichnung**

Jeder Prüfling muss die folgenden deutlichen und nicht löschbaren Kennzeichnungen tragen:

- Name, Monogramm oder Symbol des Herstellers;
- Bauart- oder Modellnummer;
- Seriennummer;
- Polarität von Anschlüssen oder Leitungen (Farbcodierung ist erlaubt);
- Datum und Ort der Herstellung müssen auf dem Prüfling vermerkt oder aus der Seriennummer rückverfolgbar sein.

### **5.2 Vorläufige Information des Herstellers**

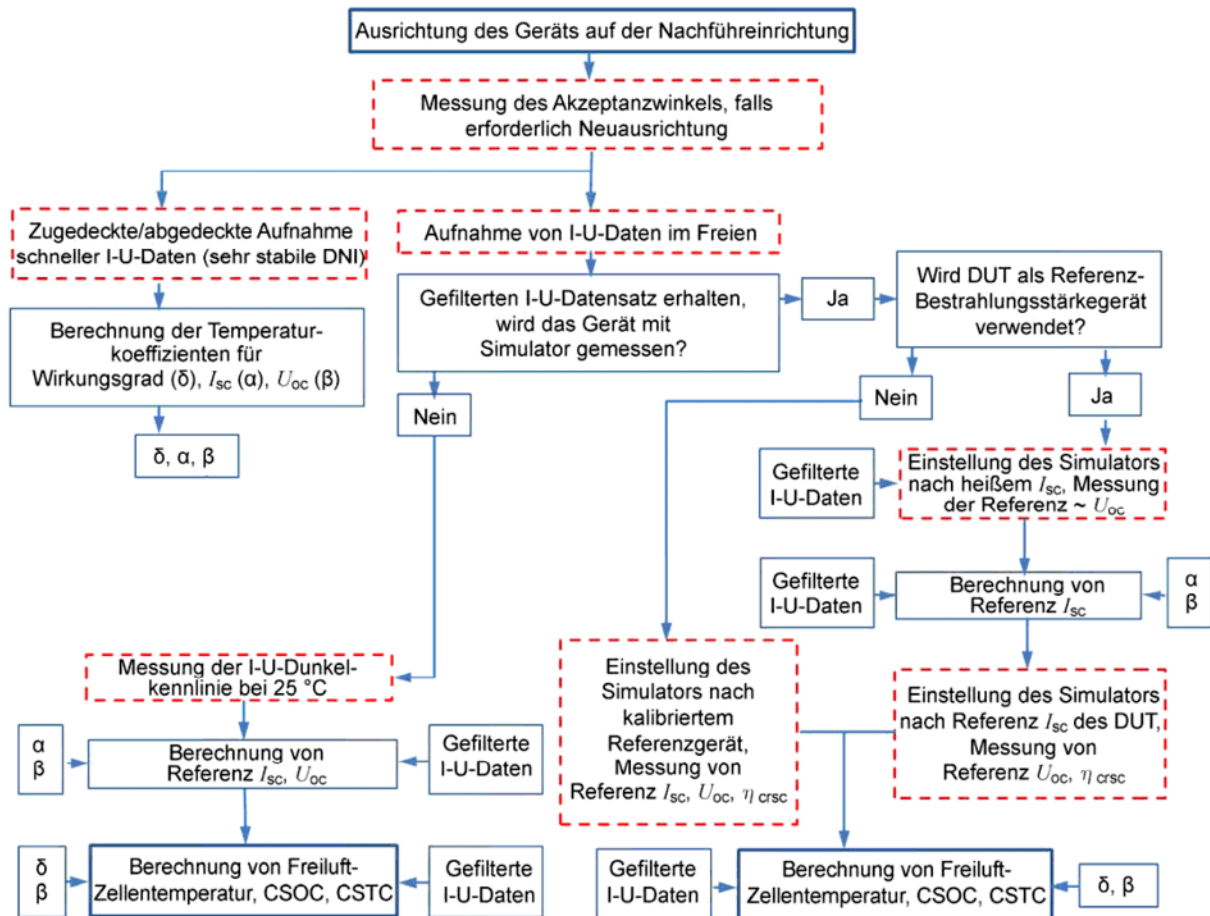
Der Hersteller muss dem Prüflabor Anhaltswerte für den Messaufbau liefern:

- erwartete MPP,  $U_{OC}$ , und  $I_{SC}$  bei CSOC;
- Akzeptanzwinkel;
- Installationsanweisungen.

## **6 Prüfung**

Der Prüfling muss dem in [Abschnitt 9](#) festgelegten Verfahren zur Messung von Bestrahlungsstärke- und Temperaturleistung unterzogen werden. Bei der Ausführung der Prüfungen muss der Prüfer, wo zutreffend, die Anweisungen des Herstellers zu Handhabung, Montage und Anschluss einhalten.

Die Prüfung des Prüflings muss der in [Bild 4](#) festgelegten Prüfabfolge folgen.



ANMERKUNG Die gestrichelten Kästchen kennzeichnen tatsächliche Messwerte, während durchgezogene Kästchen Berechnungen oder Entscheidungen im Ablaufplan kennzeichnen.

**Bild 4 – Ablaufplan der Leistungsmessung des Prüflings**

## 7 Prüfbericht

Nach Abschluss der Prüfung muss von der Prüfstelle ein beglaubigter Bericht der Leistungsmessungen mit den gemessenen Leistungskennlinien nach ISO/IEC 17025 angefertigt werden. Jedes Zertifikat oder jeder Prüfbericht muss wenigstens die folgenden Angaben enthalten:

- einen Titel;
- Name und Anschrift des Prüflabors sowie den Ort (einschließlich Breitengrad, Längengrad und Höhe über NN, falls Messungen im Freien stattgefunden haben), an dem die Kalibrierung oder die Prüfungen ausgeführt wurden;
- eindeutige Kennzeichnung des Zertifikats oder Berichts und jeder Seite;
- Name und Anschrift des Kunden, falls zutreffend;
- Beschreibung und Bezeichnung des kalibrierten oder geprüften Gegenstandes;
- Charakterisierung und Beschaffenheit des Kalibrier- oder Prüfgegenstands;
- Eingangsdatum des Prüfgegenstandes, Datum/Daten der Kalibrierung sowie Daten und Zeiten der Freiluftprüfung, falls zutreffend;
- Bezeichnung des verwendeten Kalibrier- oder Prüfverfahrens;
- Verweisung auf das Probenahmeverfahren, wo von Bedeutung;