

	DIN EN 60904-10 (VDE 0126-4-10)	
	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.	
ICS 27.160	Einsprüche bis 2009-10-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 60904-10:1998-11 Entwurf Photovoltaische Einrichtungen – Teil 10: Messverfahren für die Linearität (IEC 82/539/CDV:2008); Deutsche Fassung FprEN 60904-10:2008 Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement (IEC 82/539/CDV:2008); German version FprEN 60904-10:2008 Dispositifs photovoltaïques – Partie 10: Méthodes de mesure de la linéarité (CEI 82/539/CDV:2008); Version allemande FprEN 60904-10:2008 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-08-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 27 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 60904-10:2008 „Photovoltaische Einrichtungen – Teil 10: Messverfahren für die Linearität“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 82/539/CDV:2008 „Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement“ unverändert in den Entwurf FprEN 60904-10:2008 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet, dessen Sekretariat von ANSI (USA) gehalten wird.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60904-10:1998-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a.) für die I_{sc} -Linearität wurde ein Abschnitt für das Verfahren mit zwei Lichtquellen ergänzt;
- b.) als Maß für die Linearität wurde ein Wechsel von der Standardabweichung zur prozentualen Abweichung von der Linearität vorgenommen. Dies war notwendig, weil eine nichtlineare Einrichtung eine kleine Standardabweichung haben kann und die prozentuale Abweichung die quantitative Angabe für den Parameter von Interesse darstellt;
- c.) verschiedene Schönheits- und Interpunktionsänderungen. Das Multiplikationszeichen in den Gleichungen ist jetzt einheitlich;
- d.) der Abschnitt über die Nichtlinearität der spektralen Empfindlichkeit wurde herausgenommen, weil nicht bei jeder PV-Prüf-/Kalibriergruppe gebraucht wird. Bei der Prüfung realer PV-Einrichtungen ist es kompliziert, diesen Fehler beim Korrekturfaktor der spektralen Empfindlichkeit signifikant zu machen, während die I_{sc} -Linearität noch vorhanden ist. Die Messung der Empfindlichkeit über den gesamten Empfindlichkeitsbereich bedeutet, dass die Einrichtung bei der Temperaturlinearität nahe der Enden des Bandes versagt;
- e.) ergänzt wurde ein Abschnitt über die Abhängigkeit der Kurzschlusslinearität von der Temperatur oder der Gesamtbestrahlungsstärke, deren Bestimmung aus Absolutmessungen der spektralen Empfindlichkeit möglich ist. Derartige Daten werden von der PTB üblicherweise in den Kalibrierscheinen für Primärreferenzzellen angegeben;

- f.) ergänzt wurde ein Abschnitt für den Prüfbericht in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach ISO/IEC 17025;
- g.) der Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstromes ist oftmals sehr klein, so dass die Messfehler zu prozentualen Abweichungen führen können, die außerhalb des zulässigen Bereiches liegen. Deshalb wurde bei 1(c) der Text ergänzt „Wenn der Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstromes kleiner als 0,1 %/K ist, dann darf die Einrichtung hinsichtlich dieses Parameters als linear betrachtet werden.“

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 ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025	DIN EN ISO/IEC 17025	–
EN 60681	IEC 60891	DIN EN 60891	–
EN 60904-1	IEC 60904-1	DIN EN 60904-1 (VDE 0126-4-1)	VDE 0126-4-1
EN 60904-3	IEC 60904-3	DIN EN 60904-3 (VDE 0126-4-3)	VDE 0126-4-3
–	IEC 60904-7	–	–
EN 60904-8	IEC 60904-8	DIN EN 60904-8	–
EN 60904-9	IEC 60904-9	DIN EN 60904-9 (VDE 0126-4-9)	VDE 0126-4-9
EN 61215	IEC 61215	DIN EN 61215 (VDE 0126-31)	VDE 0126-31
EN 61646	IEC 61646	DIN EN 61646 (VDE 0126-32)	VDE 0126-32
EN 61829	IEC 61829	DIN EN 61829	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

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

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

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

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

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

DIN EN 61215 (VDE 0126-31), *Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik-(PV-) Module – Bauarteignung und Bauartzulassung*

DIN EN 61646 (VDE 0126-32), *Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung*

DIN EN 61829, *Photovoltaische (PV) Modulgruppen aus kristallinem Silizium – Messen der Strom-/Spannungskennlinien am Einsatzort*

Deutsche Fassung

**Photovoltaische Einrichtungen –
Teil 10: Messverfahren für die Linearität**

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Ausrüstungen	3
4 Auswahl des Prüfobjektes	3
5 Prüfverfahren für die Strom- und Spannungslinearität.....	3
5.1 Verfahren mit natürlichem Sonnenlicht	3
5.2 Verfahren mit Sonnensimulator	5
5.3 Verfahren für die Kurzschlussstromlinearität aus der absoluten spektralen Empfindlichkeit.....	6
6 Verfahren für die Kurzschlussstromlinearität nach dem Verfahren mit zwei Lichtquellen	6
6.1 Hintergrund.....	6
6.2 Ausrüstungen – Lichtquellen A und B	7
6.3 Allgemeines Verfahren	7
7 Berechnung der Linearität	8
7.1 Bestimmung der Linearität des Anstiegs.....	8
7.2 Bestimmung der Linearität des Kurzschlussstroms nach dem Verfahren mit zwei Lichtquellen.....	9
7.3 Linearitätsanforderungen.....	9
8 Prüfbericht	9

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren für die Bestimmung des Linearitätsgrades von Parametern beliebiger photovoltaischer (PV-)Einrichtungen in Bezug auf einen Prüfparameter. Sie ist hauptsächlich für die Anwendung in Kalibrierlaboratorien, bei Herstellern von PV-Modulen und für Anlagenkonstruktoren bestimmt.

Die Bewertung von PV-Modulen und Systemeigenschaften und die Übertragung eines Satzes von Temperatur- und Bestrahlungsstärkebedingungen auf einen anderen verlassen sich oft auf die Verwendung von linearen Gleichungen (siehe IEC 60891 und IEC 61829). Diese Norm gibt die Anforderungen an die Linearität und die Prüfverfahren an, um zu sichern, dass diese linearen Gleichungen befriedigende Ergebnisse liefern werden. Indirekt geben diese Anforderungen den Bereich der Temperatur- und Bestrahlungsstärkevariablen vor, mit denen die Gleichungen verwendet werden können.

Die in dieser Norm beschriebenen Messverfahren gelten für sämtliche PV-Einrichtungen und werden an einem Prüfling oder einer vergleichbaren Einrichtung mit identischer Technologie durchgeführt. Sie sollten vor jedem Mess- und sämtlichen Korrekturverfahren ausgeführt werden, die ein lineares Bauelement erfordern. Die in dieser Norm angewendete Methodologie ist ähnlich der in IEC 60891 festgelegten, bei der eine lineare (Geraden-)Funktion unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate an eine Reihe von Datenpunkten angepasst wird. Weiterhin wird die Abweichung der Daten von dieser Funktion berechnet und die Linearität definiert, die als zulässige prozentuale Abweichung ausgedrückt wird.

Eine Einrichtung wird als linear angesehen (siehe Abschnitt 7), wenn folgende Bedingungen über den interessierenden Bereich von Temperatur und Bestrahlungsstärke eingehalten werden.

- Für die Kurve des Kurzschlussstroms in Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke sollte die maximale Linearitätsabweichung kleiner als 2 % sein.
- Für die Kurve der Leerlaufspannung in Abhängigkeit vom Logarithmus der Bestrahlungsstärke sollte die maximale Linearitätsabweichung kleiner als 5 % sein.
- Für die Kurve der Leerlaufspannung, des Kurzschlussstroms und der maximalen Leistung in Abhängigkeit von der Temperatur sollte die maximale Linearitätsabweichung kleiner als 5 % sein. Wenn der Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstroms kleiner als 0,1 %/K ist, dann darf die Einrichtung hinsichtlich dieses Parameters als linear angesehen werden.

In den Abschnitten 5 und 6 werden allgemeine Verfahren für die Bestimmung des Linearitätsgrades für diese und weitere Leistungsparameter beschrieben.

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, *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: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics*

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

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

IEC 60904-8, *Photovoltaic devices – Part 8: Guidance for spectral measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device*

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

IEC 61215, *Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61646, *Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61829, *Crystalline silicon photovoltaic (PV) array – On-site measurement of I-V characteristics*

3 Ausrüstungen

- a) erforderliche Ausrüstung zur Messung einer *I-U*-Kennlinie (siehe IEC 60904-1);
- b) ein Gerät, das notwendig ist, um die Bestrahlungsstärke im zu untersuchenden Bereich zu verändern, ohne die relative spektrale Strahlungsverteilung und die räumliche Gleichmäßigkeit zu beeinflussen, z. B. Gitterfilter oder Graufilter;

ANMERKUNG Das für Veränderung der Bestrahlungsstärke eingesetzte Gerät und das Verfahren müssen mit einem Strahlungsmessgerät überprüft werden. Die Veränderung der relativen spektralen Strahlungsverteilung darf zu keiner größeren Änderung als 0,5 % des Kurzschlussstromes der Einrichtung führen (siehe IEC 60904-7 und IEC 60904-8). Für große Oberflächen wird der Einsatz von Gitterfiltern als das beste Verfahren angesehen.

- c) ein Gerät, das notwendig ist, um die Temperatur des Prüflings im zu untersuchenden Bereich zu verändern;
- d) Einrichtungen zur Regelung der Temperaturen des Prüflings und des Referenzbauelementes oder ein abnehmbarer Schirm (Schatter);
- e) Gerät zur Messung der spektralen Empfindlichkeit des Prüflings (oder eines repräsentativen Prüfmusters, welches dem Prüfling gleichwertig ist) nach IEC 60904-8 mit einer Wiederholpräzision von ± 2 % des Ablesewertes.

ANMERKUNG IEC 60904-7 liefert Verfahren für die Berechnung spektraler Anpassungsfehler bei der Prüfung von photovoltaischen Einrichtungen, und IEC 60904-8 enthält eine Richtlinie für Spektralmessungen.

4 Auswahl des Prüfobjektes

Dieses Verfahren ist an einem Prüfling in Originalgröße, soweit anwendbar, durchzuführen. Wenn dies nicht möglich ist, sollte ein kleineres Prüfobjekt verwendet werden, welches hinsichtlich Aufbau und Werkstoffen gleichwertig ist.

5 Prüfverfahren für die Strom- und Spannungslinearität

Es gibt drei annehmbare Verfahren für die Durchführung der Linearitätsprüfung des Kurzschlussstroms hinsichtlich der Temperatur und Bestrahlungsstärke. Es gibt zwei annehmbare Verfahren, mit denen die Linearitätsprüfung der Leerlaufspannung hinsichtlich Temperatur und Bestrahlungsstärke durchgeführt werden kann.

5.1 Verfahren mit natürlichem Sonnenlicht

5.1.1 Messungen mit natürlichem Sonnenlicht dürfen nur durchgeführt werden, wenn

- die Gesamtbestrahlungsstärke mindestens so hoch ist, wie der obere Grenzwert des interessierenden Bereichs;
- Veränderungen der Bestrahlungsstärke, die durch kurzzeitige Schwankungen (Wolken, Dunst oder Rauch) hervorgerufen werden, kleiner als ± 2 % der an der Referenzeinrichtung gemessenen Gesamtbestrahlungsstärke sind und
- die Windgeschwindigkeit kleiner als $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ist.

5.1.2 Die Referenzeinrichtung und der Prüfling sind in derselben Ebene zu befestigen, so dass sich beide mit einer Abweichung von $\pm 1^\circ$ senkrecht zum direkten Sonnenlicht befinden. Die notwendigen Geräte sind anzuschließen.

ANMERKUNG Die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Messungen sollten so schnell wie möglich innerhalb einiger Stunden am gleichen Tag durchgeführt werden, um Auswirkungen von Veränderungen der spektralen Bedingungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Ist dies nicht möglich, können spektrale Korrekturen erforderlich werden.

5.1.3 Wenn Prüfling und Referenzeinrichtung mit Temperaturreglern ausgerüstet sind, sind die Regler auf den gewünschten Wert einzustellen. Wenn keine Temperaturregler verwendet werden, ist der Prüfling gegen die Sonne abzuschatten, damit er sich mit einer Abweichung von $\pm 1^\circ\text{C}$ der Umgebungslufttemperatur anpassen kann. Die Referenzeinrichtung sollte vor dem Fortfahren ebenfalls innerhalb $\pm 1^\circ\text{C}$ auf ihre Gleichgewichtstemperatur angepasst sein.

5.1.4 Der Schatter (wenn verwendet) wird entfernt und unmittelbar anschließend werden gleichzeitig der Prüfparameter X_i , der Parameter des Prüflings Y_i sowie Temperatur und Kurzschlussstrom der Referenzeinrichtung abgelesen.

5.1.5 Die Bestrahlungsstärke G_o ist aus dem gemessenen Kurzschlussstrom (I_{sc}) der PV-Referenzeinrichtung und deren Kalibrierwert bei Normalprüfbedingungen STC (I_{rc}) zu berechnen. Es sollte eine Korrektur für die Berücksichtigung der Temperatur der Referenzeinrichtung T_m unter Anwendung des relativen Temperaturkoeffizienten der Referenzeinrichtung α_{rc} durchgeführt werden.

$$G_o = \frac{1\,000 \times I_{sc}}{I_{rc}} \cdot [1 - \alpha_{rc} (T_m - 25)]$$

5.1.6 Wenn der zu verändernde Prüfparameter die Bestrahlungsstärke ist, wird die Bestrahlungsstärke auf dem Prüfling auf einen bekannten Bruchteil k_i reduziert, ohne die räumliche Gleichmäßigkeit oder die spektrale Strahlungsverteilung zu beeinflussen. Dies kann mit mehreren Verfahren erreicht werden:

- Verwendung kalibrierter, gleichmäßiger neutraler Gitterfilter. Wenn dieses Verfahren ausgewählt wird, sollte die Referenzeinrichtung während der Prüfung nicht mit dem Filter abgedeckt werden, um die Messung der einfallenden Bestrahlungsstärke zu ermöglichen. In diesem Fall ist k_i der Kalibrierparameter des Filters (Bruchteil des durchgelassenen Lichts);
- Verwendung nichtkalibrierter, gleichmäßiger neutraler Gitterfilter. Wenn dieses Verfahren ausgewählt wird, sollte die Referenzeinrichtung während der Prüfungen auch vom Filter abgedeckt werden. In diesem Fall ist k_i das Verhältnis des Kurzschlussstroms der Referenzeinrichtung (I_{sc}) zu seinem Kalibrierwert (I_{rc});
- Regelung des Einfallswinkels. Wenn dieses Verfahren ausgewählt wird, sollte die Referenzeinrichtung dieselben Reflexionseigenschaften wie der Prüfling besitzen und sollte in derselben Ebene wie der Prüfling $\pm 1^\circ$ befestigt sein. In diesem Fall ist k_i das Verhältnis des Kurzschlussstroms der Referenzeinrichtung (I_{sc}) zu deren Kalibrierwert (I_{rc});

ANMERKUNG Die Gitterweite des Filters sollte kleiner als 1 % des kleinsten Längsmaßes der Referenzeinrichtung und des Prüflings sein, weil sonst ein veränderlicher Fehler aufgrund der Positionierung entstehen kann.

5.1.7 Die Bestrahlungsstärke auf dem Prüfling G_i wird wie folgt berechnet:

$$G_i = k_i \times G_o$$

Dabei wird G_o mit dem in 5.1.5 beschriebenen Verfahren bestimmt.

5.1.8 Wenn der zu verändernde Prüfparameter die Temperatur ist, wird sie mit Hilfe einer Regulierung eingestellt oder durch abwechselndes Belichten und Abschatten des Prüflings, wie es zum Erreichen und Aufrechterhalten der gewünschten Temperatur erforderlich ist. Alternativ darf sich der Prüfling

natürlich erwärmen, wobei das Datenaufzeichnungsverfahren nach 5.1.4 während des Aufwärmens periodisch durchgeführt wird.

5.1.9 Es ist sicherzustellen, dass die Temperaturen von Prüfling und Referenzeinrichtung stabilisiert und mit einer Abweichung von $\pm 1^\circ\text{C}$ konstant gehalten werden und die mit Hilfe der Referenzeinrichtung gemessene Bestrahlungsstärke während der Datenaufzeichnung mit einer Abweichung von $\pm 2\%$ konstant bleibt.

5.1.10 Die Schritte 5.1.4 bis 5.1.9 sind zu wiederholen. Der Wert des ausgewählten Prüfparameters muss so sein, dass der zu untersuchende Bereich mit mindestens vier etwa gleichen Schrittweiten eingeschlossen wird. Für jede Prüfbedingung müssen mindestens drei Messungen durchgeführt werden.

5.2 Verfahren mit Sonnensimulator

ANMERKUNG Für die Messung von Zellen mit direktem Bandabstand sollten Emissionslampen wie z. B. Xenonlampen nicht verwendet werden. Da sich der Bandabstand wegen der Temperatur ändert, kann er durch verschiedene Emissionslinien des Lampenspektrums wandern und zu großen Abweichungen in der Leistung führen. Die Größenordnung dieser Auswirkung kann beruhend auf der Linearität der spektralen Empfindlichkeit und dem Lampenspektrum berechnet werden, indem eine Fehlanpassungskorrektur als eine Funktion der Temperatur durchgeführt wird.

5.2.1 Prüfling und Referenzeinrichtung werden in der gleichen Prüfebene des Simulators befestigt, so dass beide innerhalb einer Abweichung von $\pm 2^\circ$ senkrecht zur Mittellinie des Strahls liegen. Die notwendigen Geräte sind anzuschließen.

5.2.2 Wenn Prüfling und Referenzeinrichtung mit Temperaturreglern ausgerüstet sind, sind die Regler auf den gewünschten Wert einzustellen. Wenn keine Temperaturregler verwendet werden, sind Prüfling und Referenzeinrichtung innerhalb einer Abweichung von $\pm 1^\circ\text{C}$ an die Raumtemperatur anzupassen.

5.2.3 Die Bestrahlungsstärke in der Prüfebene wird auf den unteren Grenzwert des zu untersuchenden Bereichs unter Verwendung des gemessenen Stroms der Referenzeinrichtung (I_{sc}) und deren Kalibrierwert bei Normalprüfbedingungen (I_{rc}) eingestellt.

5.2.4 Die Prüfung wird fortgesetzt und gleichzeitig werden die Prüfparameter X_i , die Parameter des Prüflings Y_i sowie Temperatur und Kurzschlussstrom der Referenzeinrichtung abgelesen.

5.2.5 Die Bestrahlungsstärke G_o muss nach IEC 60891 aus dem gemessenen Strom (I_{sc}) der PV-Referenzeinrichtungen und deren Kalibrierwert bei Normalprüfbedingungen (I_{rc}) berechnet werden. Zur Berücksichtigung der Temperatur der Referenzeinrichtung T_m sollte eine Korrektur unter Anwendung des festgelegten Temperaturkoeffizienten der Referenzeinrichtung α_{rc} durchgeführt werden.

$$G_o = \frac{1\,000 \cdot I_{sc}}{I_{rc}} \cdot [1 - \alpha_{rc} (T_m - 25)]$$

5.2.6 Wenn der zu verändernde Prüfparameter die Bestrahlungsstärke ist, wird die Bestrahlungsstärke auf dem Prüfling auf einen bekannten Bruchteil k_i verringert, ohne die räumliche Gleichmäßigkeit oder die spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke zu beeinflussen. Dies kann mit mehreren Verfahren erreicht werden:

- durch Vergrößerung des Abstandes zwischen Prüfebene und Lampe. Wenn sich die Referenzeinrichtung in derselben Ebene wie der Prüfling befindet, ist k_i das Verhältnis des Kurzschlussstroms der Referenzeinrichtung (I_{sc}) zu deren Kalibrierwert (I_{rc});
- durch Anwendung optischer Linsen. In diesem Fall ist k_i das Verhältnis des Kurzschlussstroms der Referenzeinrichtung (I_{sc}) zu deren Kalibrierwert (I_{rc}). Es ist zu beachten, dass durch die Linsen keine erhebliche Veränderung der relativen spektralen Bestrahlungsstärke in dem Wellenlängenbereich auftritt, in dem Prüfling und Referenzeinrichtung ansprechen;