DIN EN IEC 61215-2 (VDE 0126-31-2)

DIN

VDE

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 2019-07-17

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61215-2
(VDE 0126-31-2):2019-02

Entwurf

Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung – Teil 2: Prüfverfahren (IEC 82/1458/CD:2018); Text Deutsch und Englisch

Terrestrial photovoltaic (PV) modules –
Design qualification and type approval –
Part 2: Test procedures
(IEC 82/1458/CD:2018);
Text in German and English

Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres –
Qualification de la conception et homologation –
Partie 2: Procédures d'essai
(IEC 82/1458/CD:2018);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-05-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 113 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 82/1458/CD:2018 „Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD 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 und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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) zuständig.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Diese neue Ausgabe der Normenreihe IEC 61215 dient der Ergänzung von mehreren neuen Prüfungen, der Erläuterung der Art und Weise der Durchführung mehrerer Prüfungen von spezialisierten Modulen und der Klärung von Einzelheiten von Annahmekriterien im Zusammenhang mit Leistungsmessungen. Diese neue Ausgabe enthält notwendigerweise Änderungen zu Teil 1: Prüfanforderungen, zu Teil 2: Prüfverfahren und zu den technologiespezifischen Dokumenten (Teile 1-1, 1-2, 1-3 und 1-4).

Im informativen Anhang A am Ende von IEC 61215-1, sind der Hintergrund und die Begründung in Bezug auf einige der wesentlicheren Änderungen erläutert, die an der Normenreihe IEC 61215 beim Fortschreiten von Ausgabe 1 zu Ausgabe 2 vorgenommen wurden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61215-2 (VDE 0126-31-2):2019-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Ergänzung einer zyklischen (dynamischen) mechanischen Belastungsprüfung (MQT 20);

b) Ergänzung einer Prüfung zum Erkennen spannungsinduzierter (potentialinduzierter) Degradation (MQT 21);

c) Änderungen hinsichtlich der Prüfverfahren, die für doppelseitige Module erforderlich sind;

d) Änderungen hinsichtlich der Prüfverfahren, die für flexible Module erforderlich sind. Dies umfasst die Ergänzung der Biegeprüfung (MQT 22);

e) Überarbeitung von Simulatoranforderungen, um sicherzustellen, dass die Unsicherheit sowohl gut definiert als auch auf ein Mindestmaß eingeschränkt ist;

f) Korrektur der Hot-Spot-Dauerprüfung, an der Stelle, wo das Verfahren für monolithisch integrierte (MLI) Dünnschichttechnologien (MQT 09.2) bisher zwei Abschnitte enthielt, in denen ein nur für Silizium-Module anwendbares Verfahren beschrieben wurde;

g) Auswahl von drei Dioden an Stelle von allen für Prüfungen im Rahmen der Temperaturprüfung der Bypass-Diode (MQT 18);

h) Ergänzung eines Prüfverfahrens zum Erkennen von durch Licht und erhöhte Temperaturen verursachte Degradation (LeTID; en: light and elevated temperature induced degradation) in kristallinen Silizium-Modulen;

i) Löschen der Nennbetriebs-Modultemperatur (NMOT) und der zugehörigen Prüfung der Leistung bei NMOT aus der Normenreihe IEC 61215;

j) Die Deutsche Fassung wurde im Abschnitt 2 an den aktuellen Standardtext angepasst.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Inhalt

Seite

Einleitung ... 8
1 Anwendungsbereich ... 9
2 Normative Verweisungen ... 9
3 Begriffe ... 10
4 Prüfverfahren ... 11
4.1 Sichtprüfung (MQT 01) ... 11
4.1.1 Zweck ... 11
4.1.2 Durchführung ... 11
4.1.3 Anforderungen ... 11
4.2 Bestimmung der höchsten Leistung (MQT 02) ... 12
4.2.1 Zweck ... 12
4.2.2 Prüfeinrichtung ... 12
4.2.3 Durchführung ... 12
4.3 Isolationsprüfung (MQT 03) ... 13
4.3.1 Zweck ... 13
4.3.2 Prüfeinrichtung ... 13
4.3.3 Prüfbedingungen ... 13
4.3.4 Durchführung ... 13
4.3.5 Prüfanforderungen ... 14
4.4 Messung der Temperaturkoeffizienten (MQT 04) ... 14
4.5 Leistung bei Normprüfbedingungen (MQT 06.1) ... 15
4.5.1 Zweck ... 15
4.5.2 Prüfeinrichtung ... 15
4.5.3 Verfahren für Messungen bei STC (MQT 06.1) ... 15
4.6 Leistung bei geringer Bestrahlungsstärke (MQT 07) ... 16
4.6.1 Zweck ... 16
4.6.2 Prüfeinrichtung ... 16
4.6.3 Durchführung ... 16
4.7 Bewitterungsprüfung (MQT 08) ... 17
4.7.1 Zweck ... 17
4.7.2 Prüfeinrichtung ... 17
4.7.3 Durchführung ... 17
4.7.4 Schlussmessungen ... 18
4.7.5 Anforderungen ... 18
4.8 Hot-Spot-Dauerprüfung (MQT 09) ... 18
4.8.1 Zweck ... 18
4.8.2 Hot-Spot-Effekt ... 18
4.8.3 Einteilung der Zellenverschaltungen ... 19
4.8.4 Prüfeinrichtung ... 20

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Seite

4.8.5 Durchführung 20
4.8.6 Abschlussmessungen 28
4.8.7 Anforderungen 28
4.9 UV-Vorbehandlungsprüfung (MQT 10) 28
4.9.1 Zweck 28
4.9.2 Prüfeinrichtung 28
4.9.3 Durchführung 29
4.9.4 Schlussmessungen 29
4.9.5 Anforderungen 29
4.10 Temperaturwechselprüfung (MQT 11) 29
4.10.1 Zweck 29
4.10.2 Prüfeinrichtung 29
4.10.3 Durchführung 30
4.10.4 Abschlussmessungen 31
4.10.5 Anforderungen 31
4.11 Feuchte-Frost-Prüfung (MQT 12) 31
4.11.1 Zweck 31
4.11.2 Prüfeinrichtung 31
4.11.3 Durchführung 32
4.11.4 Abschlussmessungen 32
4.11.5 Anforderungen 32
4.12 Prüfung mit feuchter Wärme (MQT 13) 33
4.12.1 Zweck 33
4.12.2 Prüfeinrichtung 33
4.12.3 Durchführung 33
4.12.4 Schlussmessungen 34
4.12.5 Anforderungen 34
4.13 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (MQT 14) 34
4.13.1 Zweck 34
4.13.2 Haftfähigkeit der Anschlussdose auf der Montagefläche (MQT 14.1) 34
4.13.3 Prüfung der Kabelverankerung (MQT 14.2) 35
4.14 Prüfung des Isolationswiderstandes unter Benässung (MQT 15) 39
4.14.1 Zweck 39
4.14.2 Prüfeinrichtung 39
4.14.3 Durchführung 39
4.14.4 Anforderungen 40
4.15 Statische mechanische Belastungsprüfung (MQT 16) 40
4.15.1 Zweck 40
4.15.2 Prüfeinrichtung 40
4.15.3 Durchführung 41

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Seite

4.15.4 Abschlussmessungen 41
4.15.5 Anforderungen 41
4.16 Hagelprüfung (MQT 17) 41
4.16.1 Zweck 41
4.16.2 Prüfeinrichtung 41
4.16.3 Durchführung 43
4.16.4 Abschlussmessungen 43
4.16.5 Anforderungen 44
4.17 Prüfung der Bypass-Diode (MQT 18) 44
4.17.1 Temperaturprüfung der Bypass-Diode (MQT 18.1) 44
4.17.2 Funktionsprüfung der Bypass-Diode (MQT 18.2) 47
4.18 Stabilisierung (MQT 19) 48
4.18.1 Allgemeines 48
4.18.2 Festlegung des Stabilisierungskriteriums 48
4.18.3 Lichtinduziertes Stabilisierungsverfahren 48
4.18.4 Weitere Stabilisierungsverfahren 49
4.18.5 Anfangsstabilisierung (MQT 19.1) 50
4.18.6 Endstabilisierung (MQT 19.2) 50
4.19 Zyklische (dynamische) mechanische Belastungsprüfung (MQT 20) 50
4.19.1 Zweck 50
4.19.2 Durchführung 50
4.19.3 Schlussmessungen 51
4.19.4 Anforderungen 51
4.20 Prüfung auf spannungsinduzierte Degradation (MQT 21) 51
4.20.1 Zweck 51
4.20.2 Prüflinge 51
4.20.3 Prüfeinrichtung 51
4.20.4 Durchführung 51
4.20.5 Schlussmessungen 52
4.20.6 Anforderungen 52
4.21 Biegeprüfung (MQT 22) 52
4.21.1 Zweck 52
4.21.2 Prüfeinrichtung 52
4.21.3 Durchführung 52
4.21.4 Schlussmessungen 52
4.21.5 Anforderungen 53
4.22 Prüfung auf durch Licht und erhöhte Temperaturen verursachte Degradation (LeTID) (MQT 23) 53
4.22.1 Erkennen von LeTID (MQT 23.1) 53
4.22.2 Regeneration von LeTID (MQT 23.2) 54

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Seite

Bilder

Bild 1 – Fall S, Reihenschaltung mit optionaler Bypass-Diode, für das Beispiel des Schutzes eines Moduls durch eine Bypass-Diode (links) oder durch drei Bypass-Dioden (rechts) 19
Bild 2 – Fall PS, Parallel-Reihen-Schaltung mit optionaler Bypass-Diode 19
Bild 3 – Fall SP, Reihen-Parallel-Schaltung mit optionaler Bypass-Diode 20
Bild 4 – Strom-Spannungs-Kennlinien von verschiedenen vollständig abgeschatteten Zellen 21
Bild 5 – Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls mit in verschiedenem Grad abgeschatteten Prüfzellen 23
Bild 6 – Hot-Spot-Effekt in einem MLI-Dünnschichtmodul mit in Reihe geschalteten Zellen 24
Bild 7 – Temperaturwechselprüfung – Verlauf von Temperatur und angewendetem Strom 30
Bild 8 – Ordnungsgemäßes Anbringen eines Massestücks von 5 N an eine Anschlussdose für Module bei Verwendung a) von elektrischen Anschlussleitungen, b) eines Drahtes zum Befestigen und c) bei nur einer Anschlussdose 30
Bild 9 – Feuchte-Frost-Prüfung – Temperatur-Feuchteprofil 33
Bild 10 – a) Typische Anordnung für die Zugprüfung der Bauteilprüfung der Kabelverankerung nach IEC 62790; b) Typische schematische Anordnung für eine Zugprüfung der Kabelverankerung an einer Anschlussdose eines PV-Moduls 37
Bild 11 – Typische Anordnung für die Verdrehungsprüfung 38
Bild 12 – Hagelprüfeinrichtung 42
Bild 13 – Aufschlagpunkte für die Hagelprüfung: oben für Wafer-/Zellen-basierte Technologien, unten für monolithisch verarbeitete Dünnschicht-Technologien 44
Bild 14 – Temperaturprüfung der Bypass-Diode 46

Tabellen

Tabelle 1 – Spannungs-Beanspruchungspegel 14
Tabelle 2 – Zugkräfte für die Prüfung der Kabelverankerung 35
Tabelle 3 – Werte für die Verdrehungsprüfung 36
Tabelle 4 – Massen der Eiskugeln und Prüfgeschwindigkeiten 42
Tabelle 5 – Aufschlagpunkte 43

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Einleitung

Während Teil 1 dieser Normenreihe Anforderungen (sowohl im Allgemeinen als auch im Besonderen in Zusammenhang mit der Gerätetechnologie) beschreibt, sind in den Unterteilen von Teil 1 Technologievarianten und in Teil 2 eine Reihe von für die Bauarteignung und Bauartzulassung erforderlichen Prüfverfahren festgelegt. Die in Teil 2 beschriebenen Prüfverfahren gelten für sämtliche Gerätetechnologien.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung – Teil 2: Prüfverfahren

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Normenreihe legt IEC-Anforderungen für die Bauarteignung und Bauartzulassung terrestrischer photovoltaischer Module fest, die für den Langzeitbetrieb in gemäßigten Freiluftklimaten geeignet sind. Dieser Teil der IEC 61215 ist für die Anwendung auf alle Werkstoffe von terrestrischen Flachplattenmodulen, wie z. B. Modulbauarten mit kristallinem Silizium sowie Dünnschichtmodule, bestimmt.

Diese Norm gilt nicht für Module, die mit konzentriertem Sonnenlicht betrieben werden, sie darf aber für schwach konzentrierende Module (ein- bis dreifache Sonneneinstrahlung) angewendet werden. Bei schwach konzentrierenden Modulen werden alle Prüfungen mit Strom-, Spannungs- und Leistungspegeln durchgeführt, die bei der Bemessungskonzentration zu erwarten sind.

Der Zweck dieser Prüffolge ist die Bestimmung der elektrischen und temperaturbezogenen Kenngrößen des PV-Moduls sowie im Rahmen eines vertretbaren Kosten- und Zeitaufwandes der Nachweis, dass das Modul geeignet ist, längere Zeit den gemäßigten Freiluftklimaten standzuhalten. Die tatsächliche Lebenserwartung der so als geeignet bezeichneten PV-Module ist abhängig von ihrer Konstruktion, der Umgebung und den Bedingungen, unter denen sie betrieben werden. Bedingungen beschleunigter Prüfungen werden empirisch auf jene gegründet, die zur Nachbildung ausgewählter beobachteter Feldausfälle erforderlich sind und werden unter gleichmäßiger Verteilung auf Modultypen angewendet. Beschleunigungsfaktoren variieren möglicherweise je nach Produktbauart, und folglich sind möglicherweise nicht alle Abbaumechanismen erkennbar. Prüfergebnisse sollten nicht als quantitative Vorhersage der Modullebensdauer interpretiert werden.

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 60050, *International Electrotechnical Vocabulary* (available at http://www.electropedia.org)

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60891, *Photovoltaic devices – Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics*

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

IEC TS 60904-1-2, *Photovoltaic devices – Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices (To be published)*

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 60904-7, *Photovoltaic devices – Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

IEC 60904-8, *Photovoltaic devices – Part 8: Measurement of spectral responsivity of a photovoltaic (PV) device*

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

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

IEC 61215-1, *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 61853-2, *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 2: Spectral response, incidence angle, and module operating temperature measurements*

IEC TS 62782, *Photovoltaic (PV) modules – Cyclic (dynamic) mechanical load testing*

IEC 62790, *Junction boxes for photovoltaic modules – Safety requirements and tests*

IEC TS 62804-1, *Photovoltaic (PV) modules – Test methods for the detection of potential-induced degradation – Part 1: Crystalline silicon*

ISO 868, *Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050, IEC TS 61836 und IEC 61215-1 und die folgenden Begriffe.

3.1
Genauigkeit <eines Messgeräts>
Eigenschaft, welche die Fähigkeit eines Messgeräts kennzeichnet, einen angezeigten Wert zu liefern, der in der Nähe eines wahren Werts der Messgröße liegt [≈ VIM 5.18]

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Benennung wird im Rahmen des „Wahrer-Wert"-Konzepts verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Genauigkeit ist umso besser, je näher der angezeigte Wert am zugehörigen wahren Wert liegt.

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-06-08]

3.2
Kontrolleinrichtung
Einstrahlungssensor (wie z. B. Referenzzelle oder -modul) zum Erkennen von Drifts und anderen Problemen des Sonnensimulators

3.3
elektrisch stabiler Ausgangsleistungspegel
Zustand des PV-Moduls, wenn es unter langanhaltender natürlicher Sonneneinstrahlung in Freiluftklimaten betrieben wird

3.4
Wiederholpräzision <von Messergebnissen>
Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen den Ergebnissen aufeinanderfolgender Messungen derselben Messgröße, ausgeführt unter denselben Messbedingungen, d. h.:

– nach demselben Messverfahren;
– durch denselben Beobachter;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

– mit denselben Messgeräten;
– benutzt unter denselben Bedingungen;
– im selben Prüflaboratorium;
– innerhalb relativ kurzer Zeitintervalle [≈ VIM 3.6].

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Messverfahren“ ist in VIM 2.5. definiert.

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-06-06]

3.5
erweiterte Vergleichspräzision <von Messungen>
Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Messergebnissen desselben Größenwerts, wenn die einzelnen Messungen unter veränderten Messbedingungen durchgeführt werden:

– Messprinzip;
– Messmethode;
– Beobachter;
– Messgeräte;
– Bezugsnormale;
– Prüflaboratorium;
– unter Betriebsbedingungen der Messgeräte, die von den gewöhnlichen Bedingungen abweichen;
– nach Zeitintervallen, deren Dauer verglichen mit der Dauer einer einzelnen Messung lang ist [≈ VIM 3.7].

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Konzepte von „Messprinzip“ und „Messverfahren“ sind in VIM 2.3 bzw. 2.4 definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Vergleichspräzision“ gilt auch für Fälle, in denen nur bestimmte der vorstehend aufgeführten Bedingungen berücksichtigt werden, sofern diese angegeben sind.

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-06-07]

4 Prüfverfahren

4.1 Sichtprüfung (MQT 01)

4.1.1 Zweck

Feststellung von sichtbaren Schäden im Modul.

4.1.2 Durchführung

Jedes Modul wird bei einer Beleuchtungsstärke von mindestens 1 000 Lux einer sorgfältigen Sichtprüfung auf die Einhaltung der Festlegungen in IEC 61215-1 unterzogen.

Die Art und Lage aller Risse, Blasen oder Ablösungen usw., die das Betriebsverhalten des Moduls bei nachfolgenden Prüfungen möglicherweise verschlechtern oder beeinträchtigen, werden aufgezeichnet und/oder fotografiert.

4.1.3 Anforderungen

Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.2 Bestimmung der höchsten Leistung (MQT 02)

4.2.1 Zweck

Bestimmung der höchsten Leistung des Moduls nach der Stabilisierung sowohl vor als auch nach den verschiedenen Umweltprüfungen. Zur Bestimmung des Leistungsverlustes nach den Belastungsprüfungen ist die Vergleichspräzision der Prüfung ein entscheidender Faktor.

4.2.2 Prüfeinrichtung

a) Eine Strahlungsquelle (natürliches Sonnenlicht oder Sonnensimulator Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert) oder besser nach IEC 60904-9). Zum Erreichen einer hohen Genauigkeit von Leistungsmessungen sollte die Verteilung der Referenzbestrahlungsstärke des Sonnensimulators den gesamten Wellenlängenbereich abdecken, den das Spektralverhalten der zu prüfenden PV-Einrichtung umfasst.

ANMERKUNG Klasse CAA ist nach IEC 60904-9 definiert. Die spektrale Anpassung AM1.5 ist als C kategorisiert, die Ungleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke für die Modulgröße ist als A kategorisiert und die zeitliche Stabilität der Bestrahlungsstärke ist als A kategorisiert.

b) Eine PV-Referenzeinrichtung nach IEC 60904-2. Die PV-Referenzeinrichtung muss ein Referenzmodul gleicher Größe sein und dieselbe Zellentechnologie aufweisen, um zum Spektralverhalten zu passen. Wenn eine solche angepasste Referenzeinrichtung nicht verfügbar ist, müssen das Spektralverhalten des Moduls nach IEC 60904-8 und die spektrale Verteilung des Sonnensimulators gemessen und die Moduldaten nach IEC 60904-7 korrigiert werden.

c) Eine geeignete Aufnahmeeinrichtung für den Prüfling und die Referenzeinrichtung in einer Ebene, die senkrecht zur Bestrahlungsrichtung steht.

d) Einrichtung zur Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie nach IEC 60904-1.

Für Messungen an doppelseitigen Modulen sind die folgenden Einrichtungen erforderlich:

– Der Sonnensimulator, angewendet nach den Festlegungen in 4.2.2 a), muss mit einstellbaren Bestrahlungsstärkepegeln für einseitige Beleuchtung über 1000 W/m^2 (bis zur in IEC 61215-1, 5.1 h), festgelegten höchsten Bestrahlungsstärke) betrieben werden können, und

– sowohl eine Blendenvorrichtung, die um die Modulkanten angeordnet werden kann, als auch eine nichtreflektierende Abdeckung, die eine vorübergehende Blockierung der Bestrahlung auf der gegenüberliegenden Modulseite ermöglicht, um das Leistungsvermögen an der Vorderseite und der Rückseite doppelseitiger Module getrennt bewerten zu können. Die Abdeckung muss den Beitrag der nicht beleuchteten Seite des Moduls ausreichend auf die in IEC TS 60904-1-2 festgelegten Pegel für „nicht bestrahlten Hintergrund“, oder darunter, begrenzen.

ANMERKUNG Es ist darauf zu achten, die Abschattung durch die Kabel während Messungen auf ein Mindestmaß zu verringern.

4.2.3 Durchführung

Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls wird nach IEC 60904-1 bestimmt, bei einer spezifischen Reihe von Bestrahlungsstärke- und Temperaturbedingungen (ein empfohlener Bereich ist eine Zellentemperatur zwischen 25 °C und 50 °C und eine Bestrahlungsstärke zwischen 700 W/m^2 und 1 100 W/m^2) mit natürlichem Sonnenlicht oder mit einem Sonnensimulator der Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert) oder besser, der den in IEC 60904-9 festgelegten Anforderungen entspricht. Unter besonderen Umständen, wenn Module für den Betrieb innerhalb eines abweichenden Betriebsbereiches ausgelegt sind, können die Strom-Spannungs-Kennlinien mit Temperatur- und Bestrahlungsstärkepegeln gemessen werden, die ungefähr den erwarteten Betriebsbedingungen entsprechen. Bei linearen Modulen (nach IEC 60904-10) können Korrekturen für Temperatur und Bestrahlungsstärke nach IEC 60891 vorgenommen werden, um Messreihen zu vergleichen, die am selben Modul vor und nach den Umweltprüfungen durchgeführt wurden. Bei nichtlinearen Modulen (nach IEC 60904-10) kann die Messung innerhalb von ± 5 % der festgelegten Bestrahlungsstärke und innerhalb von ± 2 °C der festgelegten Temperatur durchgeführt werden. Es sollten jedoch alle Anstrengungen unternommen werden, um Messungen der

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Spitzenleistung unter gleichwertigen Betriebsbedingungen sicherzustellen, damit das Ausmaß der Korrektur auf einen kleinen Wert verringert wird, indem die Messungen sämtlicher Spitzenleistungen an einem bestimmten Modul bei annähernd gleicher Temperatur und Bestrahlungsstärke durchgeführt werden.

Für flexible Module muss die Messung zur Bestimmung der höchsten Leistung an einem flexiblen Module in ebener Position vorgenommen werden. Für sehr große Module (wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert), dürfen durch die Prüfstelle bezeugte Prüfungen am Standort des Herstellers durchgeführt werden.

Für doppelseitige Module müssen Messungen gemäß den Festlegungen in IEC CD 60904-1-2, 6.3.2, vorgenommen werden. Die Energieerzeugung wird unter Anwendung des Verfahrens in IEC CD 60904-1-2, 6.3.2, „Leistungsgewinns in Innenräumen mit einseitiger Beleuchtung“ gemessen. Die Energieerzeugung erfolgt bei zwei in IEC 61215-1, 5.1 h), festgelegten Bestrahlungsstärkenpegeln. Die Bifazialitätskoeffizienten bei Normprüfbedingungen (STC; en: standard test conditions) von Kurzschlussstrom ($\varphi_{Isc} = I_{scr} / I_{scf}$), Leerlaufspannung ($\varphi_{Voc} = V_{ocr} / V_{ocf}$) und Leistung ($\varphi_{Pmax} = P_{maxr} / P_{maxf}$) werden unter Anwendung des in IEC 60904-1-2, 6.2, festgelegten Verfahrens gemessen.

4.3 Isolationsprüfung (MQT 03)

4.3.1 Zweck

Ermittlung, ob das Modul zwischen stromführenden und berührbaren Teilen ausreichend gut isoliert ist, oder nicht.

4.3.2 Prüfeinrichtung

a) Gleichspannungsquelle mit Strombegrenzung, die eine Spannung von 500 V oder 1 000 V zuzüglich der doppelten höchsten Systemspannung des Moduls anlegen kann (IEC 61215-1).

b) Ein Messgerät zur Messung des Isolationswiderstandes.

4.3.3 Prüfbedingungen

Die Prüfung muss an Modulen bei Umgebungstemperatur der umgebenden Atmosphäre (siehe IEC 60068-1) und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 75 % durchgeführt werden.

Die Spannungs-Beanspruchungspegel, die am Modul angewendet werden, sind abhängig von der höchsten Systemspannung des Moduls (V_{sys}), der Modulklasse und davon, ob verklebte Verbindungsstellen (gebundene Verbindungen) vorhanden sind oder nicht. Die Definitionen einer Modulklasse sind IEC 61140 entnommen und werden unter Bezugnahme auf PV-Module in IEC 61730-1:2016, Abschnitt 4, erörtert. Die Definition für verklebte Verbindungsstellen (gebundene Verbindungen) ist in IEC 61730-1:2016, 3.4.2, enthalten und in IEC 61730-1:2016, B.5 und B.9, weiterführend erörtert. Die bei dieser Prüfung angewendeten Spannungs-Beanspruchungspegel sind die gleichen wie die in IEC 61730-2, MST 16, angewendeten.

4.3.4 Durchführung

a) Die kurzgeschlossenen Ausgangsanschlüsse des PV-Moduls werden mit dem Pluspol eines Gleichstrom-Isolationsprüfers mit Strombegrenzung verbunden.

b) Die berührbaren Metallteile des Moduls werden mit dem Minuspol des Isolationsprüfers verbunden. Sofern das Modul keinen Rahmen besitzt oder wenn der Rahmen ein schlechter elektrischer Leiter ist, muss um die Kanten eine metallische Folie gelegt werden. Alle mit Folie abgedeckten Teile werden mit dem Minuspol des Isolationsprüfers verbunden.

   Einige Modultechnologien können empfindlich gegenüber statischer Polarisation sein, wenn das Modul auf einer positiven Spannung zum Rahmen gehalten wird. In diesem Fall muss der Isolationsprüfer entgegengesetzt angeschlossen werden. Gegebenenfalls müssen vom Hersteller Informationen über die Empfindlichkeit gegenüber statischer Polarisation vorgelegt werden.

c) Die Spannung V_{Test1} der „einminütigen Vorbehandlung“ wird der dritten Spalte von Tabelle 1 zu entnommen. Die vom Isolationsprüfer angelegte Spannung wird mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

höchstens 500 V/s auf einen Höchstwert gleich V_{Test1} erhöht. Die Spannung wird für 1 min bei diesem Wert gehalten.

d) Die angelegte Spannung wird auf null verringert und die Pole der Prüfeinrichtung werden kurzgeschlossen, um die im PV-Modul aufgebaute Spannung zu entladen.

e) Der Kurzschluss wird aufgehoben.

f) Die Spannung V_{Test2} der „zweiminütigen Beanspruchung“ wird der dritten Spalte von Tabelle 1 entnommen. Die von der Prüfeinrichtung angelegte Spannung wird mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von höchstens 500 V/s auf V_{Test2} erhöht. Dieser Wert der Spannung wird für 2 min bei diesem Wert gehalten. Anschließend wird der Isolationswiderstand bestimmt.

g) Die angelegte Spannung wird auf null verringert und die Pole der Prüfeinrichtung werden kurzgeschlossen, um die im PV-Modul aufgebaute Spannung zu entladen.

h) Der Kurzschluss wird aufgehoben und das PV-Modul wird von der Prüfeinrichtung abgeklemmt.

Tabelle 1 – Spannungs-Beanspruchungspegel

Modul-klasse	Sind verklebte Verbingungsstellen vorhanden?	Einminütige Vorbehandlung V_{Test1} (Volt)	Zweiminütige Beanspruchung V_{Test2} (Volt)
0	Nein	$1\,000 + 2 \times V_{sys}$	500 oder V_{sys} (der größere Wert gilt)
II	Nein	$2\,000 + 4 \times V_{sys}$	500 oder V_{sys} (der größere Wert gilt)
III	Nein	500	500
0	Ja	$1{,}35 \times (1\,000 + 2 \times V_{sys})$	500 oder V_{sys} (der größere Wert gilt)
II	Ja	$1{,}35 \times (2\,000 + 4 \times V_{sys})$	500 oder V_{sys} (der größere Wert gilt)
III	Ja	$1{,}35 \times (500)$	500

4.3.5 Prüfanforderungen

a) Weder Durchschlag noch Kriechwegbildung auf der Oberfläche.

b) Bei Modulen mit einer Fläche kleiner als 0,1 m^2 darf der Isolationswiderstand nicht kleiner sein als 400 MΩ.

c) Bei Modulen mit einer Fläche über 0,1 m^2 darf der gemessene Isolationswiderstand multipliziert mit der Modulfläche nicht kleiner sein als 40 MΩ·m^2.

4.4 Messung der Temperaturkoeffizienten (MQT 04)

Bestimmung der Temperaturkoeffizienten von Strom (α), Spannung (β) und Spitzenleistung (δ) durch Messungen an einem Modul nach IEC 60891. Die so bestimmten Koeffizienten sind bei der Bestrahlungsstärke gültig, bei der die Messungen durchgeführt wurden. Siehe IEC 60904-10 zur Bewertung der Temperaturkoeffizienten eines Moduls bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärkenpegeln. Für doppelseitige Module werden die gleichen Temperaturkoeffizienten unter Anwendung des gleichen Verfahrens bestimmt, wobei sichergestellt wird, dass keine Bestrahlung der Rückseite erfolgt. Die Rückseite muss so abgedeckt sein, dass der Beitrag der nicht beleuchteten Seite des Moduls ausreichend auf die in IEC 609041-2 festgelegten Pegel für „nicht bestrahlten Hintergrund“, oder darunter, begrenzt wird. Wenn Leerlaufspannung oder Kurzschlussstrom aufgrund von im Modul integrierter Elektronik nicht gemessen werden können, muss der zugehörige Temperaturkoeffizient als „Nicht messbar aufgrund von im Modul integrierter Elektronik“ im Prüfbericht angegeben werden. Leerlaufspannung oder Kurzschlussstrom dürfen nicht mittels jeglicher Mittel ermittelt werden, die keine direkte Messung sind, z. B. Extrapolation.

ANMERKUNG Bei linearen Modulen nach IEC 60904-10 gelten die Temperaturkoeffizienten über einen Bereich der Bestrahlungsstärke von ± 30 % dieses Pegels.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.5 Leistung bei Normprüfbedingungen (MQT 06.1)

4.5.1 Zweck

Bestimmung, inwiefern die elektrische Leistung des Moduls bei Normprüfbedingungen (1 000 W/m^2, 25 °C Zellentemperatur, mit der solaren Referenzbestrahlungsstärke nach IEC 60904-3) von der Last abhängig ist. Die Messung bei Normprüfbedingungen (STC) dient zur Überprüfung der Angaben auf dem Typschild des Moduls.

4.5.2 Prüfeinrichtung

a) Eine Strahlungsquelle (natürliches Sonnenlicht oder Sonnensimulator Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert) oder besser nach IEC 60904-9). Zum Erreichen einer hohen Genauigkeit von Leistungsmessungen sollte die Verteilung der Referenzbestrahlungsstärke des Sonnensimulators den gesamten Wellenlängenbereich abdecken, den das Spektralverhalten der zu prüfenden PV-Einrichtung umfasst.

b) Eine PV-Referenzeinrichtung nach IEC 60904-2. Die Referenzeinrichtung muss ein Referenzmodul gleicher Größe sein und dieselbe Zellentechnologie aufweisen, um zum Spektralverhalten zu passen. Sofern eine solche übereinstimmende Referenzeinrichtung nicht verfügbar ist, muss eine der folgenden zwei Möglichkeiten befolgt werden:

   1) das Spektralverhalten des Moduls nach IEC 60904-8 und die spektrale Verteilung des Sonnensimulators müssen gemessen und die Moduldaten nach IEC 60904-7 korrigiert werden;

   2) oder es darf ein Simulator der Klasse AAA ohne spektrale Korrektur verwendet werden, nur für Messungen von Gate Nr. 2. In diesem Fall muss bei der Bewertung der Ungleichheit in IEC 61215-1, 7.2.3, für Messungen von P_{max} vor und nach den Prüffolgen derselbe Simulator verwendet werden. Anforderungen an das Kontrollmodul in IEC 61215-1, 7.2.3 a) und b), gelten für alle für Gate Nr. 2 angewendeten Messungen.

c) Eine geeignete Aufnahmeeinrichtung für den Prüfling und die Referenzeinrichtung in einer Ebene, die senkrecht zur Bestrahlungsrichtung steht.

d) Eine Einrichtung zur Überwachung der Temperatur des Prüflings und der Referenzeinrichtung mit einer Messunsicherheit von ± 1 °C und einer Wiederholpräzision von ± 0,5 °C.

e) Einrichtung zur Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie nach IEC 60904-1.

Für Messungen an doppelseitigen Modulen sind die folgenden Einrichtungen erforderlich:

- Der Sonnensimulator, angewendet nach den Festlegungen in 4.5.2, muss mit einstellbaren Bestrahlungsstärkepegeln für einseitige Beleuchtung über 1 000 W/m^2 (bis zur in IEC 61215-1, 5.1 h), festgelegten höchsten Bestrahlungsstärke) betrieben werden können, und
- sowohl eine Blendenvorrichtung, die um die Modulkanten angeordnet werden kann, als auch eine nicht-reflektierende Abdeckung, die eine vorübergehende Blockierung der Bestrahlung auf der gegenüberliegenden Modulseite ermöglicht, um das Leistungsvermögen an der Vorderseite und der Rückseite doppelseitiger Module getrennt bewerten zu können. Die Abdeckung muss den Beitrag der nicht beleuchteten Seite des Moduls ausreichend auf die in IEC TS 60904-1-2 festgelegten Pegel für „nicht bestrahlten Hintergrund“, oder darunter, begrenzen.

ANMERKUNG Es ist darauf zu achten, die Abschattung durch die Kabel während Messungen auf ein Mindestmaß zu verringern.

4.5.3 Verfahren für Messungen bei STC (MQT 06.1)

Das Modul wird bei einer Temperatur von (25 ± 2) °C gehalten und seine Strom-Spannungs-Kennlinie wird bei einer Bestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2 (gemessen mit einer geeigneten Referenzeinrichtung) nach IEC 60904-1 unter Verwendung von natürlichem Sonnenlicht oder eines Sonnensimulators mindestens der Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert), der die Anforderungen nach IEC 60904-9 erfüllt, aufgenommen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Die äußere Modultemperatur von (25 ± 2) °C kann mit Hilfe der Temperaturkoeffizienten und unter Anwendung der Normenreihe IEC 60904 und der IEC 60891 auf 25 °C korrigiert werden.

Für doppelseitige Module werden Messungen unter Anwendung der zwei in IEC 61215-1, 5.1 h), festgelegten Bestrahlungsstärkepegel für die Vorderseite vorgenommen. Diese beiden Messungen müssen verwendet werden, um die Leistung für Gate Nr. 1 und Nr. 2 zu bewerten. Die einzige Ausnahme von der Anwendung beider Bestrahlungsstärken für Gate Nr. 1 ist in IEC 61215-1, 7.2.2, festgelegt: Wenn der Hersteller auf dem Datenblatt oder dem Typschild nur Bestrahlungsstärken auf der Rückseite geringer als 200 W/m^2 geltend gemacht hat, dürfen die Kriterien für Gate Nr. 1 nur bei 1 000 W/m^2 angewendet werden.

Für flexible Module muss die Messung zur Bestimmung der höchsten Leistung an einem flexiblen Module in ebener Position (d. h. vollständig ausgeklappt) vorgenommen werden. Für sehr große Module (wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert), dürfen durch die Prüfstelle bezeugte Prüfungen am Standort des Herstellers durchgeführt werden.

4.6 Leistung bei geringer Bestrahlungsstärke (MQT 07)

4.6.1 Zweck

Bestimmung, wie sich die elektrische Leistung des Moduls bei Belastung bei 25 °C und einer Bestrahlungsstärke von 200 W/m^2 (gemessen mit einer geeigneten Referenzeinrichtung) nach IEC 60904-1 unter Verwendung von natürlichem Sonnenlicht oder eines Sonnensimulators der Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert) oder besser, der den Anforderungen nach IEC 60904-9 entspricht, verändert.

4.6.2 Prüfeinrichtung

a) Eine Strahlungsquelle (natürliches Sonnenlicht oder Sonnensimulator Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert) oder besser nach IEC 60904-9). Zum Erreichen einer hohen Genauigkeit von Leistungsmessungen sollte die Verteilung der Referenzbestrahlungsstärke des Sonnensimulators den gesamten Wellenlängenbereich abdecken, den das Spektralverhalten der zu prüfenden PV-Einrichtung umfasst.

b) Erforderliche Einrichtung zur Veränderung der Bestrahlungsstärke auf 200 W/m^2, ohne die relative spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke und die räumliche Gleichmäßigkeit nach IEC 60409-10 zu beeinflussen.

c) Eine PV-Referenzeinrichtung nach IEC 60904-2. Die Referenzeinrichtung muss ein Referenzmodul gleicher Größe sein und dieselbe Zellentechnologie aufweisen, um zum Spektralverhalten zu passen. Wenn eine solche angepasste Referenzeinrichtung nicht verfügbar ist, müssen das Spektralverhalten des Moduls nach IEC 60904-8 und die spektrale Verteilung des Sonnensimulators gemessen und die Moduldaten nach IEC 60904-7 korrigiert werden.

d) Eine geeignete Aufnahmeeinrichtung für den Prüfling und das Referenzmodul in einer Ebene, die senkrecht zur Bestrahlungsrichtung steht.

e) Einrichtungen zur Überwachung der Temperatur des Prüflings und des Referenzmoduls mit einer Messunsicherheit von ± 1 °C und einer Wiederholpräzision von ± 0,5 °C.

f) Einrichtung zur Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie nach IEC 60904-1.

g) Für Messungen an doppelseitigen Modulen sind außerdem die folgenden Einrichtungen erforderlich: sowohl eine Blendenvorrichtung, die um die Modulkanten angeordnet werden kann, als auch eine nichtreflektierende Abdeckung, die eine vorübergehende Blockierung der Bestrahlung auf der gegenüberliegenden Modulseite ermöglicht, um das Leistungsvermögen an der Vorderseite und der Rückseite doppelseitiger Module getrennt bewerten zu können.

4.6.3 Durchführung

Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls wird bei (25 ± 2) °C und einer Bestrahlungsstärke von (200 ± 20) W/m^2, kontrolliert durch ein Referenzmodul nach IEC 60904-1 unter Verwendung von natürlichem Sonnenlicht oder eines Sonnensimulators mindestens der Klasse CAA (oder CBA für sehr große Module, wie

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

in IEC 61215-1, 3.8, definiert), der den Anforderungen nach IEC 60904-9 entspricht, bestimmt. Die Bestrahlungsstärke muss mit Hilfe von Neutralfiltern oder eines anderen Verfahrens, das die spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke nicht beeinflusst, auf den festgelegten Wert abgeschwächt werden. (Als Leitfaden zur Verringerung der Bestrahlungsstärke ohne Beeinflussung der spektralen Verteilung der Bestrahlungsstärke siehe IEC 60904-10.)

Die äußere Modultemperatur von (25 ± 2) °C kann mit Hilfe der Temperaturkoeffizienten und unter Anwendung der Normenreihe IEC 60904 und der IEC 60891 auf 25 °C korrigiert werden.

Für flexible Module muss die Messung zur Bestimmung der höchsten Leistung an einem flexiblen Modul in ebener Position (d. h. vollständig ausgeklappt) vorgenommen werden. Für sehr große Module (wie in IEC 61215-1, 3.8, definiert), dürfen durch die Prüfstelle bezeugte Prüfungen am Standort des Herstellers durchgeführt werden.

Bei doppelseitigen Modulen werden zwei einseitige Messungen bei 200 W/m² an der Vorderseite und eine an der Rückseite unter Anwendung der Blendenvorrichtung und eines Rückseitenschirms vorgenommen. Der Bifazialitätskoeffizient wird bei niedriger Bestrahlungsstärke nach dem in IEC TS 60904-1-2, 6.2, festgelegten Verfahren berechnet, mit der Ausnahme, dass eine Bestrahlungsstärke von 200 W/m^2 an Stelle von 1 000 W/m^2 verwendet wird.

4.7 Bewitterungsprüfung (MQT 08)

4.7.1 Zweck

Vorläufige Einschätzung, ob ein Modul geeignet ist, dem Betrieb bei Freilandbedingungen standzuhalten, und um synergetische Alterungseffekte festzustellen, die mit Laboratoriumsprüfungen gegebenenfalls nicht nachgewiesen werden können.

4.7.2 Prüfeinrichtung

a) Offenes Gestell, um wie festgelegt das Prüfmodul (die Prüfmodule) und die Sonnenstrahlungs-Überwachungseinrichtung zu tragen. Das Gestell muss so ausgelegt sein, dass die Wärmeleitung von den Modulen reduziert wird und die Beeinträchtigung durch die ungehinderte Strahlungswärme ihrer Vorder- und Rückflächen so klein wie möglich ist.

   Im Fall von Modulen, die nicht für eine offene Gestellmontage vorgesehen sind, muss (müssen) das (die) Prüfmodul(e) nach den Empfehlungen des Herstellers befestigt werden.

b) Eine Sonnenstrahlungs-Überwachungseinrichtung mit einer Fehlergrenze von ± 5 %, befestigt in der Ebene des Moduls (der Module) und innerhalb von 0,3 m der Prüfanordnung.

c) Hilfsmittel zur Montage des Moduls, wie vom Hersteller empfohlen, in derselben Ebene liegend wie der Einstrahlungssensor.

d) Eine ohmsche Last, die so bemessen ist, dass das Modul nahe dem Punkt der höchsten Leistung arbeitet oder eine elektronische Nachführvorrichtung für den Punkt höchster Leistung (MPPT).

4.7.3 Durchführung

a) Das (die) Prüfmodul(e) muss (müssen) üblicherweise auf eine lokale Breite von ± 5° positioniert sein. Der Neigungswinkel des Prüfmoduls ist im Prüfbericht zu vermerken.

b) Die ohmsche Last oder die elektronische Nachführvorrichtung zum Erreichen der höchsten Leistung (MPPT) wird an das Modul angeschlossen und dieses wird wie vom Hersteller empfohlen in derselben Ebene liegend wie die Strahlungsüberwachungseinrichtung im Freien montiert. Vor der Prüfung des Moduls müssen alle vom Hersteller empfohlenen Hot-Spot-Schutzeinrichtungen installiert werden.

c) Das Modul wird einer Gesamtbestrahlungsstärke von mindestens 60 kWh/m^2, wie mit der Überwachungseinrichtung gemessen, unter Bedingungen entsprechend gemäßigten Freiluftklimaten ausgesetzt.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.7.4 Schlussmessungen

Die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 werden wiederholt.

4.7.5 Anforderungen

a) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

b) Der Isolationswiderstand muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

4.8 Hot-Spot-Dauerprüfung (MQT 09)

4.8.1 Zweck

Bestimmung der Eignung des Moduls, den Erwärmungseffekten infolge heißer Stellen (Hot-Spots) standzuhalten, z. B. dem Aufschmelzen von Lötverbindungen oder der Zustandsverschlechterung von Verkapselungen. Dieser Fehler könnte durch mangelhafte oder fehlerhaft angepasste Zellen, Abschattungen oder Verschmutzung hervorgerufen werden. Während die absolute Temperatur und der relative Leistungsverlust keine Kriterien für diese Prüfung sind, soll mit den ungünstigsten Hot-Spot-Bedingungen die Sicherheit der Konstruktion gewährleistet werden.

4.8.2 Hot-Spot-Effekt

Hot-Spot-Erwärmung tritt in einem PV-Modul auf, wenn sein Betriebsstrom den reduzierten Kurzschlussstrom (I_{sc}) einer seiner abgeschatteten oder fehlerhaften Zellen oder Zellengruppen überschreitet. Beim Auftreten eines solchen Zustandes wird die beschattete oder fehlerhafte Zelle oder Zellengruppe in den Sperrbereich gezwungen und muss Leistung abgeben, was zu einer Überhitzung führen kann.

Wenn die Leistungsabgabe groß genug oder entsprechend lokalisiert ist, kann die in Sperrrichtung betriebene Zelle überhitzt werden, was, abhängig von der Technologie, zum Schmelzen des Lotes, zum Abbau des Verkapselungsstoffes, zur Schädigung von Vorder- und/oder Rückseite, zur Rissbildung auf der Oberflächenbeschichtung, dem Substrat und/oder dem Deckglas führen kann. Der Zerstörung durch den Hot-Spot-Effekt kann durch den bestimmungsgemäßen Einsatz von Bypass-Dioden vorgebeugt werden.

Die Sperrkennlinien von Solarzellen können erheblich variieren. Zellen können entweder einen hohen Parallelwiderstand haben, dann ist das Sperrverhalten spannungsbegrenzt, oder einen niedrigen Parallelwiderstand, dann ist das Sperrverhalten strombegrenzt. Jede dieser Zellentypen kann Hot-Spot-Problemen ausgesetzt sein, aber auf verschiedene Art und Weise.

Zellen mit niedrigem Parallelwiderstand:

– Die ungünstigste Abschattungsbedingung liegt vor, wenn die gesamte Zelle (oder ein Großteil davon) abgeschattet ist.

– Dieser Fall tritt bei Zellen mit niedrigem Parallelwiderstand aufgrund der lokalen Parallelwiderstände häufig auf. Die Hot-Spot-Erwärmung findet dann aufgrund des hohen Stromflusses auf einer kleinen Fläche statt. Da es sich dabei um eine lokale Erscheinung handelt, weicht das Betriebsverhalten dieser Art von Zellen stark voneinander ab. Bei Zellen mit dem niedrigsten Parallelwiderstand besteht eine große Wahrscheinlichkeit des Betriebes mit übermäßig hohen Temperaturen in Sperrrichtung.

– Da die Erwärmung lokal ist, treten Hot-Spot-Ausfälle von Zellen mit niedrigem Parallelwiderstand schneller ein.

Die entscheidende technische Herausforderung ist die Ermittlung der Zellen mit dem niedrigsten Parallelwiderstand und in Folge dann die Bestimmung der ungünstigsten Abschattung dieser Zellen. Dieser Prozess ist technologieabhängig und wird in den technologiespezifischen Teilen dieser Norm behandelt.

Zellen mit hohem Parallelwiderstand:

– Die ungünstigste Abschattungsbedingung liegt vor, wenn die Zelle teilweise abgeschattet ist.

– Verbindungsausfall und hohe Temperaturen treten langsamer auf. Diese Abschattung muss längere Zeit vorhanden sein, um den ungünstigsten Fall der Hot-Spot-Erwärmung zu erreichen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.8.3 Einteilung der Zellenverschaltungen

Fall S: Reihenschaltung von allen Zellen in einem Strang. Siehe Bild 1. Module mit Zellen in Reihenschaltung dürfen durch eine einzelne (Bild 1, links) oder mehrere (Bild 1, rechts) Bypass-Diode(n) geschützt sein.

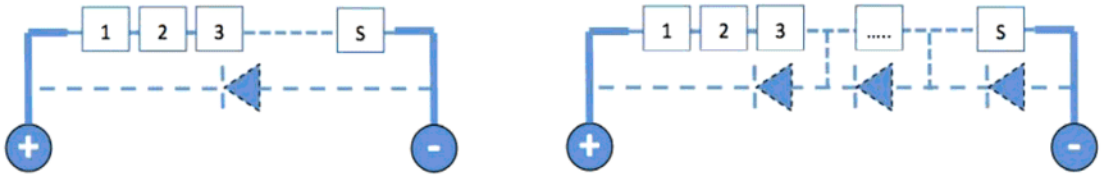


Bild 1 – Fall S, Reihenschaltung mit optionaler Bypass-Diode, für das Beispiel des Schutzes eines Moduls durch eine Bypass-Diode (links) oder durch drei Bypass-Dioden (rechts)

Fall PS: Parallel-Reihen-Schaltung, d. h. eine Reihenschaltung von (S) Blöcken, wobei jeder Block aus (P) Zellen besteht. Siehe Bild 2.

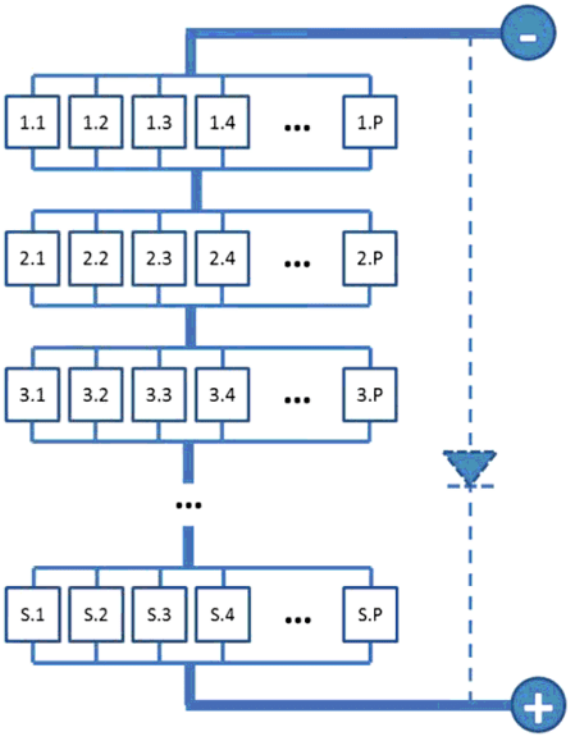


Bild 2 – Fall PS, Parallel-Reihen-Schaltung mit optionaler Bypass-Diode

Fall SP: Reihen-Parallel-Schaltung, d. h. eine Parallelschaltung von (P) Blöcken jeweils mit (S) Zellen in Reihe. Siehe Bild 3.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

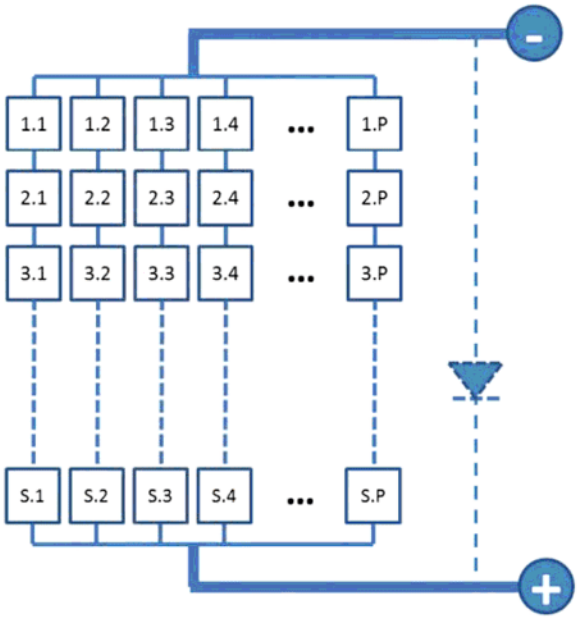


Bild 3 – Fall SP, Reihen-Parallel-Schaltung mit optionaler Bypass-Diode

Jede Konfiguration erfordert ein bestimmtes Hot-Spot-Prüfverfahren.

4.8.4 Prüfeinrichtung

a) Strahlungsquelle: natürliches Sonnenlicht oder stationärer Sonnensimulator der Klasse BBB (oder besser) nach IEC 60904-9 mit einer Bestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2.

b) Messeinrichtung zum Erfassen der Strom-Spannungs-Kennlinie eines Moduls.

c) Einrichtung zur Strommessung.

d) lichtundurchlässige Abdeckungen zum Abschatten der Prüfzellen nach den technologiespezifischen Teilen der IEC 61215.

e) Geeignetes Temperaturmessgerät (vorzugsweise eine Infrarotkamera) zur Messung und Aufzeichnung der Modultemperaturen.

f) Einrichtung zur Aufzeichnung der Bestrahlungsstärken, der integrierten Bestrahlungsstärke und der Umgebungstemperatur.

g) Für doppelseitige Module kann sowohl eine Blendenvorrichtung um die Modulkanten angeordnet werden, als auch eine nicht-reflektierende Abdeckung, die eine vorübergehende Blockierung der Bestrahlung auf der gegenüberliegenden Modulseite ermöglicht, um die Prüfung reproduzierbar nur mit einseitiger Beleuchtung durchführen zu können. Die Abdeckung muss den Beitrag der nicht beleuchteten Seite des Moduls ausreichend auf die in IEC TS 60904-1-2 festgelegten Pegel für „nicht bestrahlten Hintergrund“, oder darunter, begrenzen.

Wahlfrei: Zur Auswahl der für Hot-Spot-Erwärmung empfindlichsten Zellen kann ein gepulster Sonnensimulator der Klasse BBB oder besser nach IEC 60904-9 mit einer Bestrahlungsstärke von 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 zur Messung des Strom-Spannungsverlaufs verwendet werden.

4.8.5 Durchführung

4.8.5.1 Allgemeines

Abhängig von der Solarzellentechnologie und dem Herstellungsprozess gibt es zwei verschiedene Verfahren. MQT 09.1 ist üblicherweise auf Wafer-basierte Technologien wie Standardsolarzellen aus kristallinem Silizium anwendbar. Für die meisten gängigen, monolithisch integrierten Dünnschicht-Technologien (CdTe,

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

CIGS, a-Si) ist das Verfahren MQT 09.2 anwendbar. Doppelseitige Module werden ebenfalls unter Anwendung von MQT 09.1 geprüft, wobei die Modul-Rückseite wie in 4.8.4 g) beschrieben abgedeckt wird.

Für alle Technologien wird die Auswahl der Maße und des Anwendungsortes der Abschattung im Bestrahlungsstärkenbereich von 800 bis 1 100 W/m^2 vorgenommen. Eine Anwendung der erweiterten Beanspruchung wird mit einer engeren Bestrahlungsstärkenfestlegung von (1 000 ± 100) W/m^2 vorgenommen.

4.8.5.2 Verfahren für Wafer-basierte Technologien (WBT) MQT 09.1

Der erste Schritt des Verfahrens ist die Auswahl von Zellen mit den niedrigsten und den höchsten Parallelwiderständen (wie in den Schritten c), d) und e) nachgenannt genauer ausgeführt). Ist die Modulschaltung zugänglich, kann der Stromfluss durch die abgeschattete Zelle direkt überwacht werden. Besitzen die zu prüfenden PV-Module keine entfernbaren Dioden oder zugänglichen Stromkreise, kann das folgende berührungsfreie Verfahren verwendet werden.

Der gewählte Ansatz beruht auf der Aufnahme einer Strom-Spannungs-Kennlinienschar für ein Modul, wobei alle Zellen nacheinander abgeschattet werden. Bild 4 zeigt die resultierende Strom-Spannungs-Kennlinienschar eines Prüfmoduls. Die Kennlinie mit dem höchsten Ableitstrom an dem Punkt, an dem die Diode einschaltet, wurde aufgenommen, als die Zelle mit dem niedrigsten Parallelwiderstand abgeschattet wurde. Die Kennlinie mit dem niedrigsten Ableitstrom an dem Punkt, an dem die Diode einschaltet, wurde aufgenommen, als die Zelle mit dem höchsten Parallelwiderstand abgeschattet wurde.

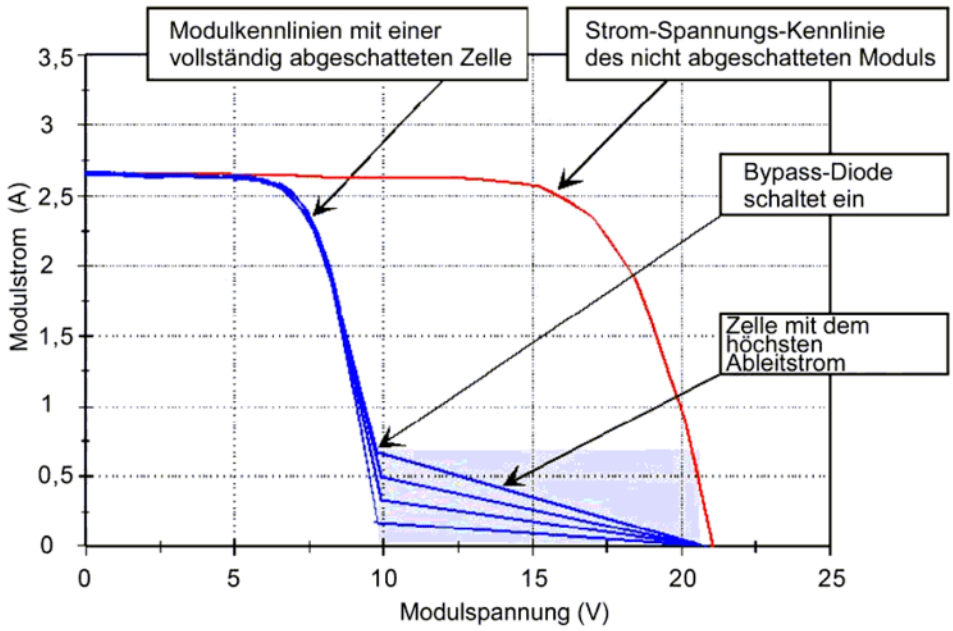


Bild 4 – Strom-Spannungs-Kennlinien von verschiedenen vollständig abgeschatteten Zellen

Folgendes Verfahren wird angewendet, um Hot-Spot-empfindliche Zellen zu bestimmen:

a) Das nicht abgeschattete Modul wird von der Strahlungsquelle mit 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 bestrahlt. Dies kann erfolgen mit:

   – einem gepulsten Sonnensimulator mit der Modultemperatur nahe der Raumtemperatur (25 ± 5) °C;

   – einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;

   – Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

   Bei doppelseitigen Module erfolgt die Beleuchtung auf der Vorderseite, wobei die Modul-Rückseite wie in 4.8.4 g) beschrieben abgedeckt wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Nach der Temperaturstabilisierung wird die Strom-Spannung-Kennlinie des Moduls gemessen und der Strom I_{MP1} im Punkt der höchsten Leistung (Anfängliche Leistung P_{MP1}) ermittelt.

b) Alle Zellen werden nacheinander vollständig abgeschattet, die resultierende Strom-Spannungs-Kennlinie wird gemessen und eine Kurvenschar wie in Bild 4 dargestellt aufgenommen.

ANMERKUNG Für den Fall SP wird die Verformung der Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls zur Strom-Spannungs-Kennlinie des vollständig beleuchteten parallelen Teilabschnittes addiert und daher beginnt diese nicht bei V_{oc}.

c) Die Zelle am Rand mit dem niedrigsten Parallelwiderstand und dem höchsten Ableitstrom wird ausgewählt.

d) Die beiden Zellen mit dem niedrigsten Parallelwiderstand und dem höchsten Ableitstrom werden ausgewählt (zusätzlich zu der Zelle in c)).

e) Die Zelle mit dem höchsten Parallelwiderstand wird ausgewählt.

f) Verfahren zum Prüfen der Zellen:

Für jede der ausgewählten Zellen wird nach einem der folgenden Verfahren die ungünstigste Abschattungsbedingung bestimmt:

1) Wenn der Zellenstromkreis zugänglich ist, wird das Modul kurzgeschlossen und die Strommesseinrichtung so angeschlossen, dass nur der Strom durch den zu prüfenden Zellenstrang angezeigt wird. Das Modul wird einer stabilen Bestrahlungsstärke von 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 ausgesetzt. Jede der Prüfzellen wird abgeschattet und es wird ermittelt, welche Abschattung einen Strom durch die abgeschattete Zelle ergibt, der gleich dem in a) bestimmten Strom I_{MP1} der nicht abgeschatteten Zelle ist. Dies ist die ungünstigste Abschattung für diese Zelle.

2) Wenn der Zellenstromkreis nicht zugänglich ist, wird mit jeder der Prüfzellen eine Strom-Spannungs-Kennlinienschar aufgenommen, wobei diese wie in Bild 5 dargestellt in verschiedenem Grad abgeschattet sind. Es wird die ungünstigste Abschattungsbedingung ermittelt, die vorliegt, wenn der Strom durch die abgeschattete Zelle (der Punkt, an dem die Bypass-Diode einschaltet) mit dem in a) bestimmten Wert I_{MP1} der ursprünglich nicht abgeschatteten Zelle übereinstimmt, wie Kurve c) in Bild 5.

3) Alle ausgewählten Prüfzellen werden nacheinander zu 100 % abgeschattet und die Zellentemperatur gemessen. Die Abschattung wird um 10 % verringert. Wenn die Temperatur sinkt, erzeugt die 100 %-ige Abschattung den ungünstigsten Fall. Wenn die Temperatur ansteigt oder gleich bleibt, wird die Abschattung um weitere 10 % verringert, bis die Temperatur sinkt. Es wird zurückgegangen und die vorhergehende Abschattung als ungünstigste Abschattung angewendet.

4) Wenn für den Fall SP die Bypass-Diode nicht einschaltet, wenn die ausgewählte Zelle vollständig abgeschattet ist, ist die ungünstigste Hot-Spot-Bedingung die vollständige Abschattung der Zelle. Wenn die Bypass-Diode einschaltet, wenn die ausgewählte Zelle vollständig abgeschattet ist, wird nach entweder dem Verfahren in f) 2) oder dem in f) 3) zur Bestimmung der ungünstigsten Abschattungsbedingungen vorgegangen.

5) Es wird die in c) ausgewählte Zelle benutzt. Mit der Infrarotkamera wird die heißeste Stelle auf der Zelle bestimmt, wenn eine 100%-ige Abschattung vorliegt. Es wird die in f) 1) bis f) 4) bestimmte ungünstigste Abschattung dieser Zelle ausgeführt. Das Modul wird kurzgeschlossen. Es ist möglichst sicherzustellen, dass diese heißeste Stelle innerhalb des beleuchteten Bereichs liegt.

g) Es wird die in f) bestimmte ungünstigste Abschattung aller ausgewählten Zellen ausgeführt.

h) Das Modul wird kurzgeschlossen. Das Modul wird einer Bestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2 ausgesetzt. Diese Prüfung muss bei einer Modultemperatur im Bereich von (50 ± 10) °C durchgeführt werden.

i) Die in f) bestimmte ungünstigste Abschattungsbedingung wird für jede ausgewählte Zelle für 1 h aufrechterhalten. Wenn die Temperatur der abgeschatteten Zelle am Ende dieser 1 Stunde weiter ansteigt, wird die Beanspruchungsdauer auf insgesamt 5 h erhöht.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

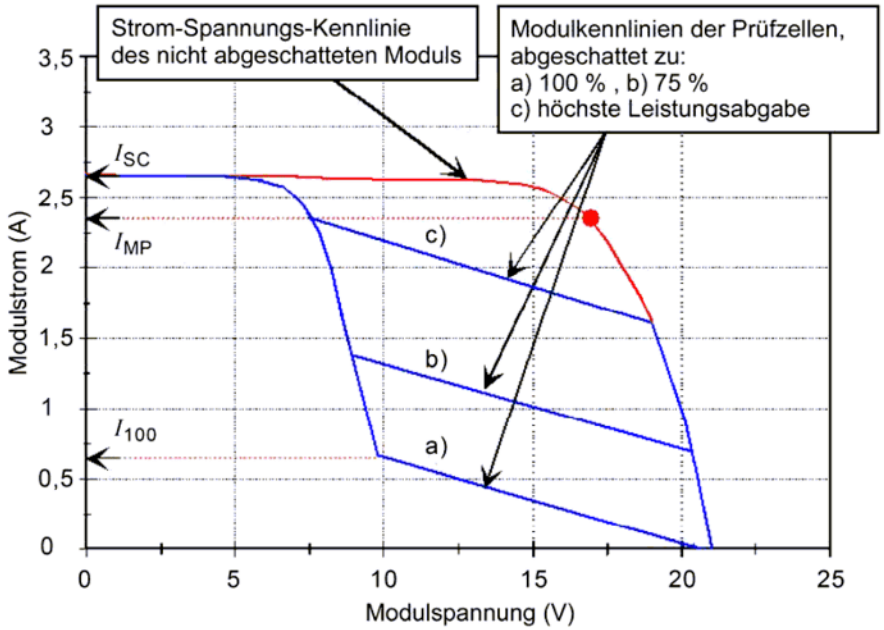


Bild 5 – Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls mit in verschiedenem Grad abgeschatteten Prüfzellen

4.8.5.3 Verfahren für monolithisch integrierte (MLI) Dünnschichttechnologien MQT 09.2

4.8.5.3.1 Allgemeines

Bei der Hot-Spot-Prüfung wird das Modul während der erweiterten Beanspruchung (1 000 ± 100) W/m^2 ausgesetzt.

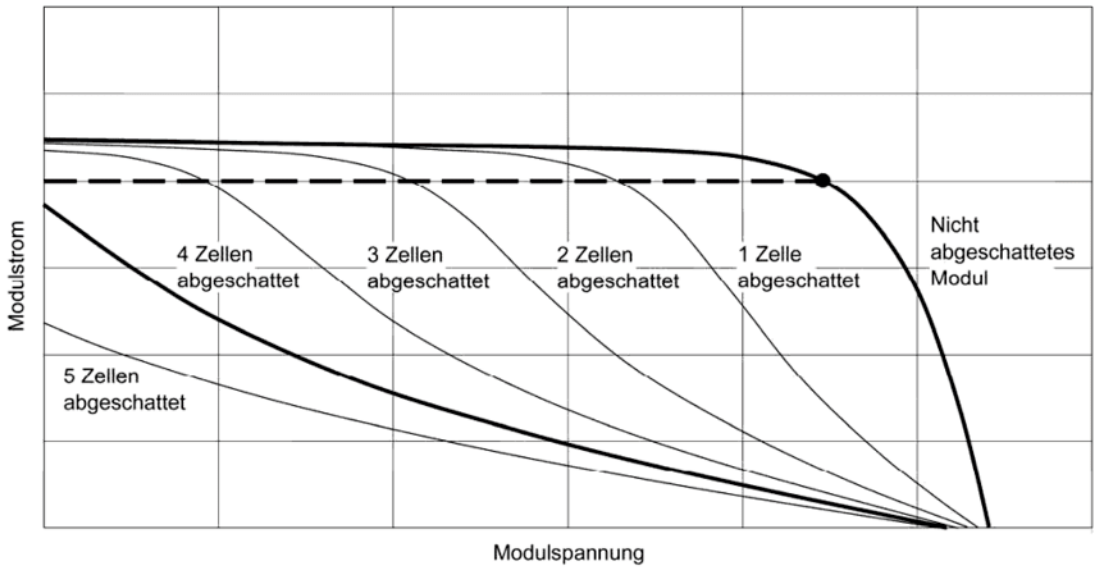
ANMERKUNG Üblicherweise sind im Schaltkreis der in Reihe geschalteten MLI-Dünnschichtzellen keine Bypass-Dioden enthalten. Daher ist die Sperrspannung der abgeschatteten Zellen nicht begrenzt, wobei durch die Modulspannung eine Zellengruppe in eine Sperrspannung gezwungen werden kann.

Die elektrische Leistung eines MLI-Dünnschichtmoduls kann durch kurzzeitige Beschattung bereits negativ beeinflusst werden. Es muss darauf geachtet werden, dass Effekte, die durch die Einstellung von Bedingungen für den schlimmsten Fall und für die Hot-Spot-Dauerprüfung verursacht werden, klar getrennt sind. Die Werte von P_{max1} (vor und nach Anwendung von Abschattung), P_{max2} (nach Ermitteln der ungünstigsten Bedingungen mittels Abschattung) und P_{max3} (nach Anwendung erweiterter Beanspruchung) werden für diesen Zweck erfasst.

4.8.5.3.2 Fall S

Bild 6 veranschaulicht den Hot-Spot-Effekt in einem MLI-Dünnschicht-Modul, das aus einer Reihenschaltung von Zellen besteht, wenn eine unterschiedliche Anzahl von Zellen vollständig abgeschattet ist. Die von den abgeschatteten Zellen abgegebene Energiemenge ist das Produkt aus dem Modulstrom und der Sperrspannung, die sich über der Gruppe der abgeschatteten Zellen aufgebaut hat. Bei jedem Bestrahlungsniveau wird die höchste Leistung abgeführt, wenn die Sperrspannung über den abgeschatteten Zellen gleich der Spannung ist, die von den verbleibenden angestrahlten Zellen im Modul erzeugt wird (ungünstigste Abschattungsbedingung). Dies ist der Fall, wenn der Kurzschlussstrom des abgeschatteten Moduls dem Strom im Punkt der höchsten Leistung des nicht abgeschatteten Moduls entspricht.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06



ANMERKUNG In diesem Beispiel ist die gleichzeitige Abschattung von 4 Zellen die ungünstigste Abschattungsbedingung.

Bild 6 – Hot-Spot-Effekt in einem MLI-Dünnschichtmodul mit in Reihe geschalteten Zellen

Das folgende Verfahren muss angewendet werden, um die Zelle(n) auszuwählen, welche abzuschatten ist (sind), und um die ungünstigste Abschattungsbedingung nur für Module in Reihenschaltung (Fall S) zu ermitteln.

a) Die Oberfläche des nicht abgeschatteten Moduls wird mit einer Strahlungsquelle und einer Gesamtbestrahlungsstärke von 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 bestrahlt. Die Bestrahlung kann erfolgen mit:
   - einem gepulsten Sonnensimulator mit der Modultemperatur nahe der Raumtemperatur (25 ± 5) °C;
   - einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;
   - Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

b) Nach der Temperaturstabilisierung wird die Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls gemessen und der Strom I_{MP1} im Punkt der höchsten Leistung und die höchste Leistung P_{max1} werden ermittelt. Der Bereich des Stroms im Punkt der höchsten Leistung ($I_{min} < I < I_{max}$) wird ermittelt, dabei ist I_{max} der Strom im Punkt der höchsten Leistung des nicht abgeschatteten Module und I_{min} ist 0,95 I_{max}. Dieser Strombereich wird als $I(*)$ bezeichnet.

c) Der Kurzschlussstrom wird bei jeder im nächsten Schritt beschriebenen Position gemessen.

d) Ausgehend von einer Kante des Moduls ist eine Zelle vollständig mit einer lichtundurchlässigen Abdeckung abzuschatten. Die Abdeckung wird parallel zu den Zellen verschoben und die abgeschattete Modulfläche wird vergrößert (Anzahl der schattierten Zellen), bis der Kurzschlussstrom den Bereich des Stroms im Punkt der höchsten Leistung des nicht abgeschatteten Moduls erreicht. Unter diesen Bedingungen wird innerhalb der ausgewählten Gruppe von Zellen die höchste Leistung abgegeben (siehe Bild 6). Die größte Schrittgröße zwischen Messungen des Kurzschlussstroms ist eine Zellenbreite. Die geringste Maskenbreite beträgt zwei Zellenbreiten. Wenn ein Abschatten von weniger als zwei Zellen erforderlich ist, um einen Strom innerhalb des festgelegten Bereichs zu erhalten, muss die Maskenbreite beim Mindestwert fest eingestellt werden. Wenn das Abschatten einer Anzahl „n“ von Zellen einen Strom ergibt, der zu hoch ist, und wenn ein Abschatten von n + 1 Zellen einen Strom verursacht, der zu niedrig ist, muss die geringere Maskenbreite (n Zellen) gewählt werden.

e) Die lichtundurchlässige Abdeckung (nach den Maßen in c) vorgenannt) wird langsam über das Modul gezogen und der Kurzschlussstrom des Moduls überwacht. Die größte Schrittgröße zwischen Messungen des Kurzschlussstroms ist die Zellenbreite. (Folglich muss während dieses Schritts jede Zelle im Modul an einem bestimmten Punkt abgeschattet werden. Wenn an einer bestimmten Stelle der

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

Kurzschlussstrom den festgelegten Bereich des Stroms $I(*)$ unterschreitet, wird die Größe der Abdeckung in Schritten einer Zellenbreite verringert, bis der Strom im Punkt der höchsten Leistung wieder innerhalb des erwünschten Bereichs liegt. Wenn an einem beliebigen Punkt dieses Vorgangs die Maskenbreite auf ihren Mindestwert von zwei Zellenbreiten verringert wird, darf ihre Größe nicht weiter verringert werden und der Vorgang des Bewegens der Maske über das Modul ist abgeschlossen. Wenn das Abschatten einer Anzahl „n" von Zellen einen Strom ergibt, der zu hoch ist, und wenn ein Abschatten von n + 1 Zellen einen Strom verursacht, der zu niedrig ist, muss die geringere Maskenbreite (n Zellen) gewählt werden. Während dieses Vorgangs darf sich die Bestrahlung nicht um mehr als ± 2 % ändern. Die Maske wird an *keinem* Punkt vergrößert, d. h. wenn der Kurzschlussstrom während Schritt g) den oberen Grenzwert von $I(*)$ überschreitet, muss die gleiche Maskenbreite beibehalten werden.

f) Die letztendliche Breite der Abdeckung bestimmt zusammen mit der Stelle, bei welcher der niedrigste Strom jeder mit der letztendlichen Maskenbreite abgedeckten Fläche auftritt, die Mindestfläche der Abschattung, aus der die ungünstigste Abschattungsbedingung resultiert. Dies ist der abgeschattete Bereich, der für die Hot-Spot-Prüfung verwendet wird.

g) Die Abdeckung wird entfernt und das Modul einer Sichtprüfung unterzogen.

ANMERKUNG Der Betrieb der Zellen in Sperrrichtung in den Schritten d) und e) kann zu einer Beschädigung der Sperrschicht und zu sichtbaren Flecken führen, die unregelmäßig über den Modulbereich verteilt sind. Diese Defekte können zu einer Verschlechterung der höchsten Leistung am Ausgang führen.

h) Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls wird erneut gemessen und die Höchstleistung P_{max2} ermittelt.

i) Die Abdeckung wird auf dem Modul angeordnet und die Abdeckung wird in die während den Schritten e) und f) bestimmte Position gebracht.

j) Das Modul wird kurzgeschlossen, einschließlich einer Einrichtung zur Überwachung des Modulstroms, z. B. ein Stromstärkemessgerät.

k) Die Moduloberfläche wird einer stabilen Strahlungsquelle mit einer Gesamtbestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2 ausgesetzt. Die Bestrahlung kann erfolgen mit:

   – einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;

   – Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

l) Diese Prüfung wird bei einer Modultemperatur im Bereich von (50 ± 10) °C durchgeführt. Der Wert von I_{sc} wird aufgezeichnet und das Modul oberhalb des unteren Grenzwerts für $I(*)$ gehalten. Wenn I_{sc} den unteren Grenzwert für $I(*)$ unterschreitet, wird die Maskenbreite in Schritten einer Zellenbreite verringert, bis I_{sc} wieder den unteren Grenzwert für $I(*)$ überschreitet. Wenn der Strom den erwünschten Bereich unterschreitet, aber die Maske bereits die Mindestbreite aufweist, dürfen keine Änderungen vorgenommen werden.

m) Diese Bedingungen werden für eine Gesamtbeanspruchungsdauer von 1 h beibehalten.

n) Zum Abschluss der Dauerprüfung wird mit einer Infrarotkamera oder einem geeigneten Temperatursensor der heißeste Bereich auf den abgeschatteten Zellen bestimmt.

4.8.5.3.3 Fall SP

Bild 3 veranschaulicht eine Reihen-Parallel-Schaltung, d. h. eine Parallelschaltung von P-Strängen mit jeweils S-Zellen in Reihe.

Bei einem Modul mit Reihen-Parallelschaltung (Fall SP) muss das folgende Verfahren angewendet werden, um die Zelle(n) auszuwählen, welche abzuschatten ist (sind) und um die ungünstigste Abschattungsbedingung zu ermitteln.

a) Die Oberfläche des nicht abgeschatteten Moduls wird mit einer Strahlungsquelle und einer Gesamtbestrahlungsstärke von 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 bestrahlt. Die Bestrahlung kann erfolgen mit:

   – einem gepulsten Sonnensimulator mit der Modultemperatur nahe der Raumtemperatur (25 ± 5) °C;

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

- einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;
- Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

b) Nach der Temperaturstabilisierung wird die Strom-Spannung-Kennlinie des Moduls gemessen und der Strom I_{MP1} im Punkt der höchsten Leistung und die höchste Leistung P_{max1} werden ermittelt. Der Bereich des Stroms im Punkt der höchsten Leistung ($I_{min} < I < I_{max}$) wird ermittelt, dabei ist I_{max} der Strom im Punkt der höchsten Leistung des nicht abgeschatteten Moduls und I_{min} ist 0,95 I_{max}.

c) Danach wird der anzuwendende Bereich des Stroms $I(*)$ im Punkt der höchsten Leistung nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$I_{min} / N + I_{sc} \times (N - 1) / N < I(*) < I_{max} / N + I_{sc} \times (N - 1) / N$$

Dabei ist N die Anzahl der parallelen Stränge des Moduls.

d) Es wird der zu messende Teilstrang gewählt. Die folgenden Kriterien werden angewendet, um den Teilstrang auszuwählen, in welchem während der Beanspruchung wahrscheinlich heißere Temperaturen auftreten werden. Wenn sich eine Anschlussdose hinter einem energieerzeugenden Bereich des Moduls befindet, wird ein Teilstrang gewählt, der sich vor dem größten Teil des Anschlussdosenbereichs befindet. Wenn der Anschlussdosenbereich gleichmäßig zwischen zwei Teilsträngen verteilt ist, oder das Modul zwei Anschlussdosen an zwei verschiedenen Teilstrangen aufweist, wird einer der Teilstränge vor der Hälfte des Anschlussdosenbereichs gewählt. Wenn sich die Anschlussdose nicht hinter einem energieerzeugenden Bereich des Moduls befindet (z. B. befindet sich die Anschlussdose einem Bereich der Kantenentschichtung), wird der Teilstrang gewählt, der sich vor dem größten Teil des Moduletiketts befindet. Wenn sich kein Teil der Anschlussdose oder des Etiketts hinter einem energieerzeugenden Bereich des Moduls befindet, wird der Teilstrang gewählt, der sich am nächsten zur geometrischen Mitte des Moduls befindet.

e) Der Kurzschlussstrom wird bei jeder im nächsten Schritt beschriebenen Position gemessen.

f) Ausgehend von einer Kante des Moduls wird eine Zelle vollständig mit einer lichtundurchlässigen Abdeckung abgeschattet. Die Abdeckung wird parallel zu den Zellen verschoben und der abgeschattete Modulbereich des Teilstrangs wird vergrößert (Anzahl der abgeschatteten Zellen), bis der Kurzschlussstrom den Bereich des Stroms $I(*)$ erreicht. Unter diesen Bedingungen wird innerhalb der ausgewählten Gruppe von Zellen die höchste Leistung abgegeben (siehe Bild 6). Die größte Schrittgröße zwischen Messungen des Kurzschlussstroms ist eine Zellenbreite. Die geringste Maskenbreite beträgt zwei Zellenbreiten. Wenn ein Abschatten von weniger als zwei Zellen erforderlich ist, um einen Strom innerhalb des festgelegten Bereichs zu erhalten, muss die Maskenbreite beim Mindestwert fest eingestellt werden. Wenn das Abschatten einer Anzahl „n“ von Zellen einen Strom ergibt, der zu hoch ist, und wenn ein Abschatten von n + 1 Zellen einen Strom verursacht, der zu niedrig ist, muss die geringere Maskenbreite (n Zellen) gewählt werden.

g) Die lichtundurchlässige Abdeckung (mit den in f) vorgenannten Maßen) wird langsam über das Modul gezogen und der Kurzschlussstrom des Moduls überwacht. Die größte Schrittgröße zwischen Messungen des Kurzschlussstroms ist die Zellenbreite. (Folglich muss während dieses Schritts jede Zelle im Modul an einem bestimmten Punkt abgeschattet werden.) Wenn an einer bestimmten Stelle der Kurzschlussstrom den festgelegten Bereich des Stroms $I(*)$ unterschreitet, wird die Größe der Abdeckung in kleinen Schritten verringert, bis der Strom wieder innerhalb des erwünschten Bereichs liegt. Wenn an einem beliebigen Punkt dieses Vorgangs die Maskenbreite auf ihren Mindestwert von zwei Zellenbreiten verringert wird, darf ihre Größe nicht weiter verringert werden und der Vorgang des Bewegens der Maske über das Modul ist abgeschlossen. Wenn das Abschatten einer Anzahl „n“ von Zellen einen Strom ergibt, der zu hoch ist, und wenn ein Abschatten von n + 1 Zellen einen Strom verursacht, der zu niedrig ist, muss die geringere Maskenbreite (n Zellen) gewählt werden. Während dieses Vorgangs darf sich die Bestrahlung nicht um mehr als 2 % ändern. Die Maske wird an *keinem* Punkt vergrößert, d. h. wenn der Kurzschlussstrom während Schritt g) den oberen Grenzwert von $I(*)$ überschreitet, muss die gleiche Maskenbreite beibehalten werden.

h) Die letztendliche Breite der Abdeckung bestimmt zusammen mit der Stelle, bei welcher der niedrigste Strom jeder mit der letztendlichen Maskenbreite abgedeckten Fläche auftritt, die Mindestfläche der Abschattung, aus der die ungünstigste Abschattungsbedingung resultiert. Dies ist der abgeschattete Bereich, der für die Hot-Spot-Prüfung verwendet wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

i) Die Abdeckung wird entfernt und das Modul einer Sichtprüfung unterzogen.

ANMERKUNG Der Betrieb der Zellen in Sperrrichtung in den Schritten f) und g) kann zu einer Beschädigung der Sperrschicht und zu sichtbaren Flecken führen, die unregelmäßig über den Modulbereich verteilt sind. Diese Defekte können zu einer Verschlechterung der höchsten Leistung am Ausgang führen.

j) Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Moduls wird erneut gemessen und die höchste Leistung P_{max2} wird ermittelt.

k) Die Abdeckung wird auf dem Modul angeordnet. Die Abdeckung wird in die während den Schritten g) und h) bestimmte Position gebracht.

l) Das Modul wird kurzgeschlossen, einschließlich einer Einrichtung zur Überwachung des Modulstroms, z. B. ein Stromstärkemessgerät.

m) Die Moduloberfläche wird einer stabilen Strahlungsquelle mit einer Gesamtbestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2 ausgesetzt. Die Bestrahlung kann erfolgen mit:

- einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;
- Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

Diese Prüfung wird bei einer Modultemperatur im Bereich von (50 ± 10) °C durchgeführt. Der Wert von I_{sc} wird aufgezeichnet und der Modulstrom wird oberhalb des unteren Grenzwerts für I(*) gehalten. Wenn I_{sc} den unteren Grenzwert für I(*) unterschreitet, wird die Maskenbreite in Schritten einer Zellenbreite verringert, bis I_{sc} wieder den unteren Grenzwert für I(*) überschreitet. Wenn der Strom den erwünschten Bereich unterschreitet, aber die Maske bereits die Mindestbreite aufweist, dürfen keine Änderungen vorgenommen werden.

n) Diese Bedingungen werden für eine Gesamtbeanspruchungsdauer von 1 h beibehalten.

o) Zum Abschluss der Dauerprüfung wird mit einer Infrarotkamera oder einem geeigneten Temperatursensor der heißeste Bereich auf den abgeschatteten Zellen bestimmt.

4.8.5.3.4 Fall PS

Sofern ein Modul mit Reihen-Parallelschaltung (Fall SP) eine unzugängliche interne Zellenschaltung, aber keine interne Bypass-Dioden oder kein gleichartiges Mittel zum Sperrschutz aufweist, muss das folgende Verfahren angewendet werden, um die Zelle(n) zu wählen, die abzuschatten ist (sind) und um die ungünstigste Abschattungsbedingung zu ermitteln.

a) Die Oberfläche des nicht abgeschatteten Moduls wird mit einer Gesamtbestrahlungsstärke von 800 W/m^2 bis 1 100 W/m^2 bestrahlt. Die Bestrahlung kann erfolgen mit:

- einem gepulsten Sonnensimulator mit der Modultemperatur nahe der Raumtemperatur (25 ± 5) °C;
- einem stationären Sonnensimulator mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen;
- Sonnenlicht mit einer innerhalb von ± 5 °C stabilisierten Modultemperatur vor Beginn der Messungen.

Wenn eine thermische Stabilisierung erreicht wurde, wird die Strom-Spannung-Kennlinie des Moduls erneut gemessen und die höchste Leistung P_{max1} wird ermittelt.

b) Die Moduloberfläche wird einer stabilen Strahlungsquelle mit einer Gesamtbestrahlungsstärke von (1 000 ± 100) W/m^2 ausgesetzt.

c) Das Modul wird kurzgeschlossen und ein zufällig gewählter Block wird abgeschattet. Es werden mindestens 10 % der Zellen innerhalb des Blocks abgeschattet, und dann wird eine zunehmende Fläche des Blocks abgeschattet, bis die Höchsttemperatur mit Hilfe von Wärmebildgeräten oder anderen geeigneten Mitteln bestimmt ist.

d) Die Strom-Spannungs-Kennlinie des nicht abgeschatteten Moduls wird erneut gemessen und die höchste Leistung P_{max2} wird ermittelt.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

e) Die in Schritt c) bestimmte Abschattung wird vorgenommen, und diese Bedingungen werden für eine Gesamtbeanspruchungsdauer von 1 h aufrechterhalten.

Zum Abschluss der Dauerprüfung wird mit einer Infrarotkamera oder einem geeigneten Temperatursensor der heißeste Bereich auf den abgeschatteten Zellen bestimmt.

4.8.6 Abschlussmessungen

Die Prüfungen MQT 01, MQT 02, MQT 03 und MQT 15 werden wiederholt.

4.8.7 Anforderungen

a) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt, insbesondere keine Anzeichen von geschmolzenem Lot, offenen Stellen am Gehäuse, Ablösungen und Brandflecken. Wenn es Anzeichen von schweren Schäden gibt, die nicht als größerer sichtbarer Schaden zu erkennen sind, wird die Prüfung an zwei zusätzlichen Zellen innerhalb desselben Moduls wiederholt. Sofern es keine sichtbaren Schäden um eine dieser beiden Zellen herum gibt, hat der Modultyp die Hot-Spot-Prüfung bestanden.

b) Es wird nachgewiesen, dass das Modul die elektrischen Eigenschaften einer funktionierenden Photovoltaik-Einrichtung aufweist. MQT 02 ist keine Annahme-/Rückweisungsanforderung (Gate Nr. 2) an die Verlustleistung.

c) Der Isolationswiderstand muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

d) Die Prüfung des Isolationswiderstandes unter Benässung muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

e) Alle Schäden, die sich aus der Bestimmung der ungünstigsten Abschattungsbedingung ergeben, müssen im Prüfbericht angegeben werden.

4.9 UV-Vorbehandlungsprüfung (MQT 10)

4.9.1 Zweck

Vorbehandlung des PV-Moduls mit ultravioletter (UV-)Strahlung vor den Prüfungen Temperaturwechsel/ Feuchte-Frost, um diejenigen Werkstoffe und Klebeverbindungen aufzuzeigen, die für eine Degradation durch UV anfällig sind.

4.9.2 Prüfeinrichtung

a) Eine temperaturgeregelte Kammer mit einem Fenster oder Befestigungseinrichtungen für eine UV-Lichtquelle und das (die) zu prüfende(n) Modul(e). Die Kammer muss die Modultemperatur bei (60 ± 5) °C halten können.

b) Vorrichtungen zur Messung und Aufzeichnung der Temperatur des Moduls mit einer Messunsicherheit von ± 2,0 °C und einer Wiederholpräzision von ± 0,5 °C. Die Temperaturmessfühler müssen auf der Vorder- oder Rückseite des Moduls in der Nähe des Mittelpunktes angebracht werden ohne Blockierung des UV-Lichteinfalls auf die aktive Zelle innerhalb des Moduls. Wenn mehr als ein Modul gleichzeitig geprüft wird, ist es ausreichend, die Temperatur von einem der Prüfmodule zu überwachen.

c) Messeinrichtung, mit der die Bestrahlungsstärke des UV-Lichtes, welches von der UV-Lichtquelle in der Prüfebene des Moduls (der Module) innerhalb der Wellenlängenbereiche von 280 nm bis 320 nm und von 320 nm bis 400 nm erzeugt wird, mit einer Unsicherheit von besser als ± 15 % gemessen werden kann.

d) Eine UV-Lichtquelle, die UV-Strahlung mit einer Gleichmäßigkeit der Bestrahlungsstärke von ± 15 % in der Prüfebene des Moduls (der Module) ohne nennenswerte Bestrahlungsstärken bei Wellenlängen kleiner als 280 nm erzeugen kann und die die notwendige Gesamtbestrahlungsstärke für die Untersuchung in den unterschiedlichen Spektralbereichen entsprechend der Festlegung in 4.9.3 liefern kann.

e) Das Modul muss während der Bestrahlung entweder kurzgeschlossen sein oder sich im Leerlauf befinden, wie vom Hersteller empfohlen. Der während der Prüfung angewendete Zustand der Schaltung muss im Prüfbericht vermerkt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.9.3 Durchführung

a) Mittels des kalibrierten Strahlungsmessgeräts wird die Bestrahlungsstärke in der vorgesehenen Prüfebene des Moduls gemessen, und es wird sichergestellt, dass bei Wellenlängen zwischen 280 nm und 400 nm die Bestrahlungsstärke nicht 250 W/m^2 überschreitet (d. h. etwa das 5-Fache der natürlichen Bestrahlungsstärke des Sonnenlichtes) und in der Prüfebene eine Gleichmäßigkeit von ± 15 % eingehalten wird.

b) Entsprechend der in 4.9.3 e) festgelegten Prüfeinrichtung wird ein Kurzschluss verursacht oder eine ohmsche Last an das Modul angelegt, und das Modul wird in der Prüfebene mit der in a) ausgewählten Lage so befestigt, dass es sich senkrecht zum UV-Strahl befindet. Es wird sichergestellt, dass die Temperatur des Moduls (60 ± 5) °C beträgt. Bei flexiblen Modulen müssen die Module während der Prüfung entsprechend der Dokumentation des Herstellers mit vorgeschriebenem Substrat und Klebstoffen oder Befestigung-/Montagemitteln befestigt werden.

c) Unter Aufrechterhaltung der Modultemperatur im vorgeschriebenen Bereich wird die Vorderseite des Moduls bzw. der Module einer UV-Gesamtbestrahlungsstärke von mindestens 15 kWh/m^2 im Wellenlängenbereich zwischen 280 nm und 400 nm ausgesetzt mit einer Bestrahlungsstärke von mindestens 3 %, aber höchstens 10 % im Wellenlängenbereich zwischen 280 nm bis 320 nm.

Bei doppelseitigen Modulen wird das Verfahren der UV-Bestrahlung auf der Rückseite der Module wiederholt.

4.9.4 Schlussmessungen

Die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 werden wiederholt.

4.9.5 Anforderungen

a) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

b) Der Isolationswiderstand unter Benässung muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

4.10 Temperaturwechselprüfung (MQT 11)

4.10.1 Zweck

Feststellung der Eignung des Moduls, thermischer Fehlanpassung, Materialermüdung und anderen Beanspruchungen, die durch wiederholte Temperaturänderungen hervorgerufen werden, standzuhalten.

4.10.2 Prüfeinrichtung

a) Eine Klimakammer mit automatischer Temperaturregelung und Einrichtungen zur Umwälzung der Innenluft sowie Mitteln zur Vermeidung von Betauung auf dem Modul während der Prüfung, in der ein oder mehrere Module mit den Temperaturwechseln nach Bild 7 beansprucht werden können.

b) Einrichtungen zur Befestigung oder Halterung des Moduls (der Module) in der Klimakammer, so dass die umgebende Luft frei zirkulieren kann. Die Wärmeableitung der Befestigung oder Halterung muss niedrig sein, sodass das Modul (die Module) für praktische Zwecke thermisch getrennt ist (sind).

c) Einrichtungen zur Messung und Aufzeichnung der Temperatur des Moduls (der Module) mit einer Messunsicherheit von ± 2,0 °C und einer Wiederholpräzision von ± 0,5 °C.

d) Einrichtungen zur Einspeisung eines Dauerstroms. Der Wert des Stromes ist in den technologiespezifischen Teilen dieser Norm festgelegt.

e) Einrichtungen zur Überwachung des Stromflusses in jedem Modul während der gesamten Prüfung.

f) Ein Massestück zum Anwenden einer Kraft von 5 N, das an den elektrischen Anschlussleitungen des Moduls angebracht werden kann.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

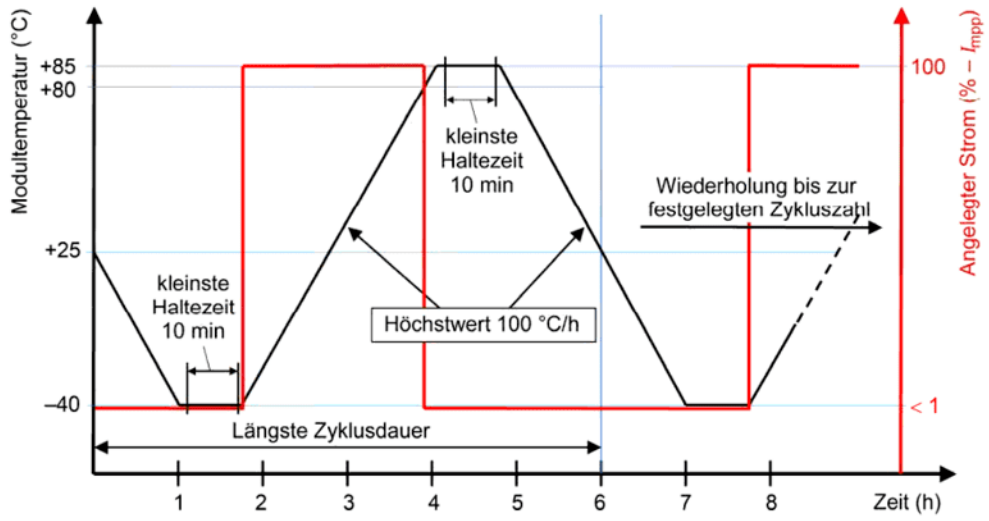


Bild 7 – Temperaturwechselprüfung – Verlauf von Temperatur und angewendetem Strom

4.10.3 Durchführung

a) Ein geeigneter Temperaturmessfühler muss auf der Vorder- oder Rückseite des Moduls bzw. der Module nahe dem Mittelpunkt angebracht sein. Wenn mehr als ein Modul gleichzeitig geprüft wird, reicht die Überwachung der Temperatur eines der Prüfmodule aus.

b) Das Modul (die Module) wird (werden) bei Raumtemperatur in der Klimakammer installiert. Ein Massestück von 5 N wird unter Anwendung einer von zwei wahlfreien Möglichkeiten an der Anschlussdose angebracht. Das Massestück darf unter Verwendung der elektrischen Anschlussleitungen jedes Moduls angebracht werden, sodass es von der Anschlussdose senkrecht nach unten hängt, wie in Bild 8 a) dargestellt. Das Massestück darf auch unter Verwendung eines vom Prüfer eingebrachten Drahtes an der Anschlussdose angebracht werden, wie in Bild 8 b) dargestellt. In beiden Fällen darf das Massestück nicht die Oberfläche der Rückseite des Moduls berühren und muss am Anfang der Prüfung einen Abstand von mindestens 5 cm zum Boden oder zum Modulrahmen aufweisen, wie in Bild 8 c) darestellt. Wenn je Modul zwei Anschlussdosen vorhanden sind, muss nur an einer Anschlussdose ein Massestück angebracht werden, wie in Bild 8 b) oder Bild 8 c) dargestellt.

Bei flexiblen Modulen müssen die Module während der Prüfung entsprechend der Dokumentation des Herstellers mit vorgeschriebenem Substrat und Klebstoffen oder Befestigungs-/Montagemitteln befestigt werden.

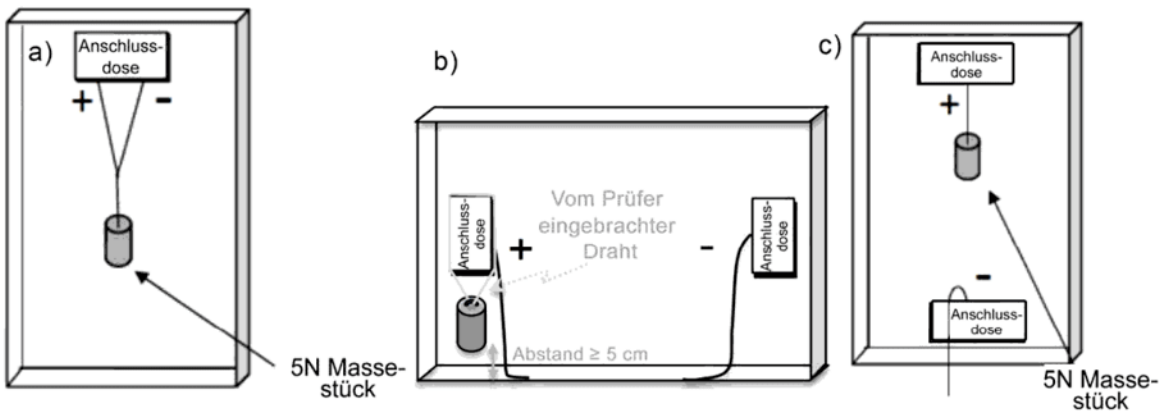


Bild 8 – Ordnungsgemäßes Anbringen eines Massestücks von 5 N an eine Anschlussdose für Module bei Verwendung a) von elektrischen Anschlussleitungen, b) eines Drahtes zum Befestigen und c) bei nur einer Anschlussdose

c) Die Temperaturüberwachungseinrichtung wird an den (die) Temperaturmessfühler angeschlossen. Jedes Modul wird an eine geeignete Stromversorgung angeschlossen, indem die positive Anschlussklemme des Moduls mit der positiven Anschlussklemme der Stromversorgung und die zweite Anschluss-

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

klemme entsprechend verbunden werden. Während der Temperaturwechselprüfung wird der kontinuerliche Stromfluss während des Erwärmungszyklus auf den in 4.10.2 d) festgelegten technologiepezifischen Strom bei einer Temperatur von – 40 °C bis auf + 80 °C eingestellt. Während des Abkühlens, der Haltezeit bei – 40 °C und Temperaturen über 80 °C, muss der Dauerstrom auf höchstens 1,0 % des bei Normprüfbedingungen gemessenen Werts bei Spitzenleistung reduziert werden, um den Durchgang zu messen. Wenn die Temperatur bei der niedrigsten Temperatur zu schnell ansteigt (mehr als 100 °C/h), kann der Start des Stromflusses verzögert werden, bis die Temperatur – 20 °C erreicht ist.

d) Die Kammer wird geschlossen und das Modul (die Module) wird (werden) Temperaturwechseln zwischen gemessenen Modultemperaturen (– 40 ± 2) °C und (+85 ± 2) °C entsprechend dem Profil nach Bild 7 ausgesetzt. Die Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert darf nicht größer als 100 °C/h sein, wobei die Modultemperatur bei jedem Grenzwert für mindestens 10 min konstant bleiben muss. Die Zyklusdauer darf 6 h nicht überschreiten, sofern das Modul keine so große Wärmekapazität besitzt, dass eine längere Zyklusdauer erforderlich ist. Die Anzahl der Zyklen muss der Darstellung in den betreffenden Prüffolgen in IEC 61215-1, Bild 3, entsprechen. Mit der Luftzirkulation um das Modul (die Module) muss die Übereinstimmung mit dem Temperaturwechselrofil für jedes zu prüfende Modul sichergestellt werden.

e) Während der gesamten Prüfung wird die Modultemperatur aufgezeichnet und der Stromfluss durch das Modul (die Module) wird überwacht.

ANMERKUNG In einem Modul mit parallelen Stromkreisen verursacht ein offener Stromkreis in einem Strang eine Spannungsdiskontinuität, die jedoch nicht bis auf null zurückgeht.

4.10.4 Abschlussmessungen

Nach einer Mindesterholungszeit von 1 h bei (23 ± 5) °C und einer relativen Luftfeuchte unter 75 % unter Leerlaufbedingungen werden die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 wiederholt.

4.10.5 Anforderungen

a) Keine Unterbrechungen des Stromflusses während der Prüfung; bei einem Modul mit parallelen Stromreisen zeigt eine Diskontinuität des Stromflusses eine Unterbrechung des Stromflusses in einem der parallelen Stromkreise an.

b) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

c) Der Isolationswiderstand unter Benässung muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

4.11 Feuchte-Frost-Prüfung (MQT 12)

4.11.1 Zweck

Bestimmung der Eignung des Moduls, Beanspruchungen mit hoher Temperatur und Luftfeuchte mit anschließenden Temperaturen unter 0 °C standzuhalten. Dies ist keine Wärmeschockprüfung.

4.11.2 Prüfeinrichtung

a) Eine Klimakammer mit automatischer Temperatur- und Luftfeuchteregelung, in der ein oder mehrere Module mit dem nach Bild 9 festgelegten Feuchte-Frost-Zyklus beansprucht werden können.

b) Einrichtungen zur Befestigung oder Halterung des Moduls (der Module) in der Klimakammer, so dass die umgebende Luft frei zirkulieren kann. Die Wärmeableitung der Befestigung oder Halterung muss so niedrig sein, dass das Modul (die Module) für praktische Zwecke thermisch getrennt ist.

c) Einrichtungen zur Messung und Aufzeichnung der Temperatur des Moduls (der Module) mit einer Messunsicherheit von ± 2,0 °C und einer Wiederholpräzision von ± 0,5 °C.

d) Einrichtungen zur Überwachung des Durchgangs der inneren Schaltung jedes Moduls während der gesamten Prüfung.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.11.3 Durchführung

a) Ein geeigneter Temperaturmessfühler wird auf der Vorder- oder Rückseite des Moduls bzw. der Module nahe dem Mittelpunkt angebracht. Sofern mehr als ein Modul des gleichen Typs gleichzeitig geprüft wird, genügt es, die Temperatur eines der Prüfmodule zu überwachen.

b) Das Modul (die Module) wird (werden) bei Raumtemperatur in der Klimakammer installiert. Bei flexiblen Modulen müssen die Module während der Prüfung entsprechend der Dokumentation des Herstellers mit vorgeschriebenem Substrat und Klebstoffen oder Befestigung-/Montagemitteln befestigt werden.

c) Die Temperaturüberwachungseinrichtung wird an den (die) Temperaturmessfühler angeschlossen. Jedes Modul wird an eine geeignete Stromversorgung angeschlossen, wobei die positive Anschlussklemme des Moduls mit der positiven Anschlussklemme der Stromversorgung und die zweite Anschlusslemme entsprechend verbunden werden. Während der Feuchte-Frost-Prüfung wird der Dauerstromfluss auf höchstens 0,5 % des bei Normprüfbedingungen gemessenen Werts bei Spitzenleistung oder auf 100 mA eingestellt, der größere Wert gilt.

d) Nach dem Schließen der Klimakammer wird (werden) das Modul (die Module) mit der Anzahl der Zyklen, die in Prüffolge C in IEC 61215-1:2016, Bild 3 festgelegt ist, entsprechend dem Profil nach Bild 9 beansprucht. Die höchsten und die niedrigsten Temperaturen müssen innerhalb von ± 2 °C der festgeegten Werte liegen und die relative Luftfeuchte muss bei ± 5 % des festgelegten Wertes gehalten werden, wenn die Temperatur den Höchsttemperatur von 85 °C aufweist. Mit der Luftzirkulation um das Modul (die Module) muss die Übereinstimmung mit dem Temperaturzyklusprofil für jedes zu prüfende Modul sichergestellt werden.

e) Während der gesamten Prüfung wird die Modultemperatur aufgezeichnet und der Stromfluss durch das Modul überwacht.

4.11.4 Abschlussmessungen

Nach einer Erholungszeit zwischen 2 h und 4 h bei (23 ± 5) °C und einer relativen Luftfeuchte unter 75 % unter Leerlaufbedingungen werden die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 wiederholt.

4.11.5 Anforderungen

a) Weder Unterbrechung des Stromflusses noch Diskontinuität der Spannung während der Prüfung; bei einem Modul mit parallelen Stromkreisen zeigt eine Diskontinuität des Stromflusses eine Unterbrechung des Stromflusses in einem der parallelen Stromkreise an.

b) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

c) Der Isolationswiderstand unter Benässung muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

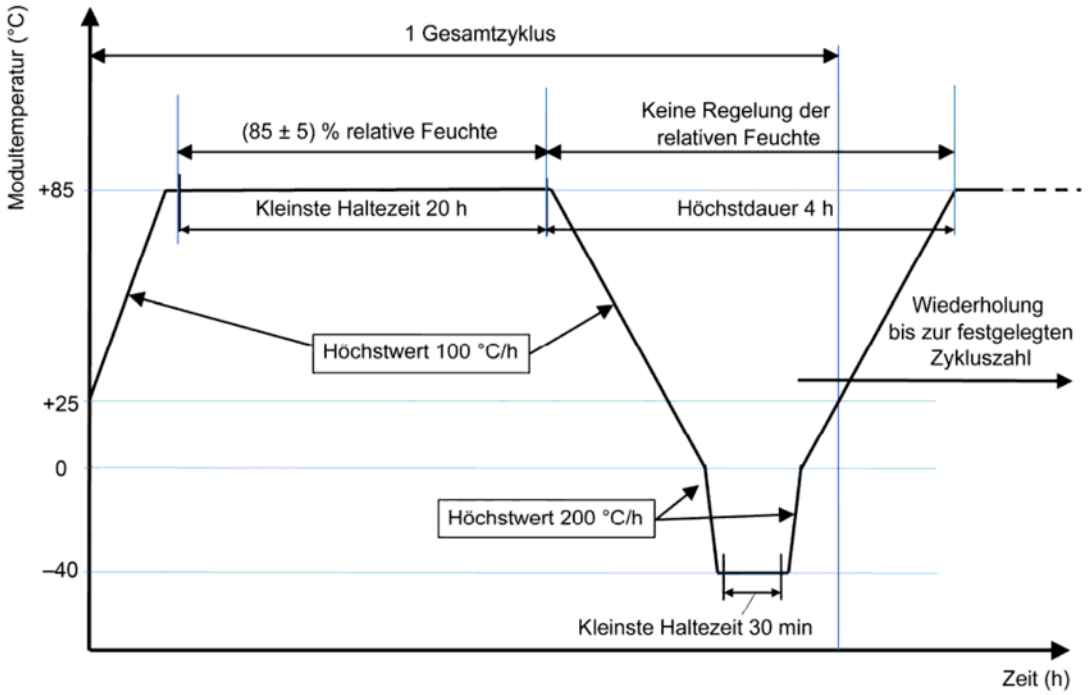


Bild 9 – Feuchte-Frost-Prüfung – Temperatur-Feuchteprofil

4.12 Prüfung mit feuchter Wärme (MQT 13)

4.12.1 Zweck

Bestimmung der Eignung des Moduls, den Auswirkungen von dauerhaftem Eindringen von Feuchtigkeit standzuhalten.

4.12.2 Prüfeinrichtung

Anforderungen für die Prüfkammer sind in IEC 60068-2-78:2016, 4.1, aufgelistet.

4.12.3 Durchführung

Die Vorgehensweise beim Einbringen des Prüflings in die Prüfkammer und dem Beginnen der Prüfung ist in IEC 60068-2-78:2016, 4.4, beschrieben. Die Prüfung muss mit den folgenden Vorkehrungen durchgeführt werden:

Schärfegrade:

Prüftemperatur:	(85 ± 2) °C
Relative Luftfeuchte:	(85 ± 5) %
Prüfdauer:	$\left(1\ 000^{+48}_{0}\right)$ h

Es darf keine Vorbehandlung oder Erholung durchgeführt werden.

Modul-Steckverbinder müssen kurzgeschlossen werden, sofern kein Strom entsprechend den in einigen technologiespezifischen Teilen bereitgestellten Wahlmöglichkeiten angewendet wird.

Bei flexiblen Modulen müssen die Module während der Prüfung entsprechend der Dokumentation des Herstellers mit vorgeschriebenem Substrat und Klebstoffen oder Befestigung-/Montagemitteln befestigt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06

4.12.4 Schlussmessungen

Nach einer Erholungszeit zwischen 2 h und 4 h bei (23 ± 5) °C und einer relativen Luftfeuchte unter 75 % unter Leerlaufbedingungen werden die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 wiederholt.

4.12.5 Anforderungen

a) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

b) Der Isolationswiderstand muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

4.13 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (MQT 14)

4.13.1 Zweck

Bestimmung, ob die Anschlüsse und die Befestigung der Anschlüsse und Kabel am Modulgehäuse Beanspruchungen standhalten werden, die bei bestimmungsgemäßem Zusammenbau oder Handhabung auftreten. Die Prüfungen in 4.13.2 (MQT 14.1) und 4.13.3 (MQT 14.2) werden, wie durch den Prüfablauf in IEC 61215-1 festgelegt, nach Prüffolge C im Anschluss an die Prüfung MQT 12 durchgeführt.

4.13.2 Haftfähigkeit der Anschlussdose auf der Montagefläche (MQT 14.1)

4.13.2.1 Prüfeinrichtung

Mittel zum Aufbringen einer Kraft von 40 N auf die Mitte des Prüfobjekts. Jegliche Anwendung eines Drehmoments an der Anschlussdose muss soweit möglich vermieden werden.

Das Anbringen der Mittel zum Anwenden der Kraft an die Anschlussdose darf deren Funktionen nicht beeinträchtigen.

4.13.2.2 Durchführung

Die Prüfung wird 2 h bis 4 h nach Abschluss der MQT 12 durchgeführt.

Eine Kraft von 40 N muss schrittweise für (10 ± 1) s (nach IEC 60068-2-21) in jeder Richtung parallel zur Montagefläche und den Modulrändern in Schritten von 90° aufgebracht werden.

Eine Kraft von 40 N muss für (10 ± 1) s schrittweise, gleichmäßig in einer Richtung senkrecht zur Montagefläche aufgebracht werden.

Die Zugkraft sollte am Mittelpunkt der Anschlussdose angewendet werden.

4.13.2.3 Abschlussmessungen

Die Prüfungen MQT 01 und MQT 15 werden wiederholt.

4.13.2.4 Anforderungen

Die Isolationseigenschaften dürfen während der Prüfung nicht durch eine Verschiebung der Anschlussdose gegenüber der Montagefläche beeinträchtigt werden.

a) Keine Anzeichen größerer sichtbarer Schäden, wie in IEC 61215-1 festgelegt.

b) Der Isolationswiderstand muss die gleichen Anforderungen erfüllen wie bei den Anfangsmessungen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61215-2:2019-06