



	<b>DIN IEC 61701 (VDE 0126-8)</b>	
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	

ICS 27.160

Einsprüche bis 2010-04-01

Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 61701:2000-08**Entwurf****Salznebel-Korrosionsprüfung von photovoltaischen (PV-)Modulen  
(IEC 82/576/CD:2009)**Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules  
(IEC 82/576/CD:2009)Essai de corrosion au brouillard salin des modules photovoltaïques  
(CEI 82/576/CD:2009)**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-01-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 28 Seiten

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

### Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Prüflinge.....	6
4 Prüfverfahren .....	7
4.1 Funktionsprüfung der Bypass-Diode .....	7
5 Vorbehandlung.....	8
6 Anfangsmessungen .....	8
6.1 Kristallines Silizium .....	8
6.2 Dünnschichttechnik.....	8
6.3 Konzentration-Photovoltaik (CPV)-Module .....	9
7 Durchführung der Salznebelprüfung.....	9
8 Reinigung und Erholung .....	9
9 Endmessungen .....	9
9.1 Kristallines Silizium .....	9
9.2 Dünnschichttechnik.....	10
9.3 Konzentration-Photovoltaik (CPV)-Module .....	10
10 Anforderungen .....	11
10.1 Kristallines Silizium .....	11
10.2 Dünnschichttechnik.....	11
10.3 Konzentration-Photovoltaik (CPV)-Module .....	11
11 Prüfbericht.....	12
Bild 1 – Prüffolge für die Salznebel-Korrosionsprüfung für kristalline Silizium-PV-Module .....	13
Bild 2 – Prüffolge für die Salznebel-Korrosionsprüfung für Dünnschicht-PV-Module.....	14
Bild 3 – Prüffolge für die Salznebel-Korrosionsprüfung für CPV-Module .....	15

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 82/576/CD:2009 „Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules“ (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 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 prEN nur 2 Monate 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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 61701:2000-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung des Abschnitts „Anwendungsbereich“, um die Gültigkeit der Norm besser widerzuspiegeln;
- b) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- c) die Salznebelprüfung beruht jetzt auf IEC 60068-2-52 anstatt wie in der ersten Ausgabe auf IEC 60068-2-11, da die frühere Norm häufiger im Bereich elektronischer Bauelemente angewendet wurde. Aufgrund dieser Veränderung enthält die neue zweite Ausgabe eine zyklische Prüffolge, bei der in jedem Zyklus der Einwirkung eines Salznebels eine Lagerung bei Feuchte mit geregelter Temperatur und geregelten Feuchtebedingungen folgt. Diese Prüffolge spiegelt die Korrosionsprozesse besser wider, welche in PV-Modulen ablaufen, die dauerhaft oder zeitweise korrosiven Atmosphären (NaCl) ausgesetzt sind. In der ersten Ausgabe wurde nur die Einwirkung eines Salznebels betrachtet;
- d) es wurden außerdem weitere Prüfungen aufgenommen, um die Auswirkungen der Salznebelprüfung nicht nur auf die Ausgangsleistung von PV-Modulen sondern auch auf ihre Komponenten nachzuprüfen;
- e) abhängig von der betreffenden Technik der PV-Module (kristalline Siliziummodule, Dünnschichtmodule und Konzentratoren-PV-Module) werden verschiedene Prüfverfahren betrachtet;
- f) Abschnitt zum Prüfbericht aufgenommen.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025	DIN EN ISO/IEC 17025	–
EN ISO/IEC 17025/AC	–	DIN EN ISO/IEC 17025 Ber 1	–
EN ISO/IEC 17025/AC	–	DIN EN ISO/IEC 17025 Ber 2	–
EN 60068-2-52	IEC 60068-2-52	DIN EN 60068-2-52	–
EN 61215	IEC 61215	DIN EN 61215 (VDE 0126-31)	VDE 0126-31
EN 61646	IEC 61646	DIN EN 61646 (VDE 0126-32)	VDE 0126-32
EN 61730-2	IEC 61730-2, modifiziert	DIN EN 61730-2 (VDE 0126-30-2)	VDE 0126-30-2
EN 62108	IEC 62108	DIN EN 62108 (VDE 0126-33)	VDE 0126-33

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-52, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfverfahren; Prüfung Kb: Salznebel, zyklisch (Natriumchloridlösung)*

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

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

DIN EN 61730-2 (VDE 0126-30-2), *Photovoltaik(PV)-Module – Sicherheitsqualifikation – Teil 2: Anforderungen an die Prüfung*

DIN EN 62108 (VDE 0126-33), *Konzentrator-Photovoltaik (CPV)-Module und -Anordnungen – Bauarteignung und Bauartzulassung*

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

DIN EN ISO/IEC 17025 Berichtigung 1, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN EN ISO/IEC 17025 Berichtigung 2, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

## Salznebel-Korrosionsprüfung von photovoltaischen (PV-)Modulen

### 1 Anwendungsbereich

Photovoltaik(PV-)Module sind elektrische Einrichtungen, die während ihrer Lebensdauer dauerhaft Freiluftbedingungen ausgesetzt sind. Stark korrosive feuchte Atmosphären wie eine Meeresumgebung können bestimmte Komponenten von PV-Modulen möglicherweise abbauen (Korrosion der Metallteile, Verschlechterung der Eigenschaften von nichtmetallischen Teilen wie Schutzüberzügen und Kunststoffen durch Aufnahme von Salzen usw.) und dauerhafte Beschädigungen verursachen, die die Funktion beeinträchtigen können. Zeitweilige korrosive Atmosphären liegen auch an Orten vor, an denen im Winter Salz zum Schmelzen von Eis auf Straßen benutzt wird.

Die vorliegende Norm beschreibt Prüffolgen, die für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit verschiedener PV-Module gegen Korrosion durch Salznebel (NaCl) benutzt werden. Sämtliche Prüfungen in den Prüffolgen mit Ausnahme der Funktionsprüfung der Bypass-Diode sind vollständig in IEC 61215, IEC 61646, IEC 62108, IEC 61730-2 und IEC 60068-2-52 beschrieben. Sie sind in dieser Norm zusammengefasst, um Mittel zur Bewertung möglicher Fehler zur Verfügung zu stellen, die in PV-Modulen verursacht werden, wenn diese in feuchten Atmosphären mit einer hohen Konzentration gelöster Salze (NaCl) betrieben werden. Abhängig von der konkreten Beschaffenheit der umgebenden Atmosphäre, der das Modul beim tatsächlichen Betrieb ausgesetzt ist, können nach IEC 60068-2-52 verschiedene Schärfegrade angewendet werden. Beispielsweise wird Schärfegrad (1) für PV-Module in einer Meeresumgebung oder in Meeresnähe angewendet. Die Schärfegrade (3) bis (6) sind für PV-Module vorgesehen, die an Orten betrieben werden, an denen ein Wechsel zwischen salzreichen und trockenen Atmosphären vorliegen kann, wie z. B. an Orten, an denen Salz zum Schmelzen von Eis eingesetzt wird. Schärfegrad (2) ist als Prüfbedingung für PV-Module nicht geeignet, weil er zu schwach ist (dieser Schärfegrad war ursprünglich für Produkte vorgesehen, die nur zeitweise korrosiven Umgebungen ausgesetzt sind und die gewöhnlich von einem Gehäuse geschützt sind), und sollte deshalb bei der Anwendung dieser IEC-Norm vermieden werden.

Die vorliegende Norm kann sowohl für ebene PV-Module als auch für Konzentrator-PV-Module (CPV-Module) und -Anordnungen angewendet werden.

### 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

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

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

IEC 61730-2, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

IEC 62108, *Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval*

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

### 3 Prüflinge

Abhängig von der betrachteten Photovoltaik-Technik, und zwar kristallines Silizium, Dünnschicht bzw. Konzentrator-PV (CPV), müssen drei identische Prüflinge der betreffenden Bauform des PV-Moduls oder der PV-Anordnung einer, der in den Bildern 1, 2 oder 3 angegebenen Prüffolge unterzogen werden. Wie in den Bildern angegeben, sollte einer dieser Prüflinge als Kontrolle benutzt werden. Anhand des Kontrollprüflings erfolgt bei jeder Messung der Prüflinge die Bewertung der Auswirkungen der Salznebelprüfung.

Im Falle von CPV ist die Auswahl der Prüflinge von der Situation abhängig. Bei CPV-Systemen oder -Modulen, deren Brennpunkt sich nicht vor Ort einstellen lässt, sind 3 Module erforderlich, um die in Bild 3 angegebene Prüffolge durchzuführen. Bei CPV-Systemen oder -Anordnungen, deren Brennpunkt vor Ort einstellbar ist, sind 3 Empfänger (gegebenenfalls einschließlich der Sekundäroptiksektionen) und 3 Primäroptiksektionen erforderlich, um die in Bild 3 angegebene Prüffolge durchzuführen. Eine umfassende Beschreibung der verschiedenen Arten und Komponenten von CPV-Modulen und -Anordnungen kann IEC 62108 entnommen werden.

Falls der Prüfling in voller Größe so groß ist, dass er nicht in die für die Salznebelprüfung erforderliche Klimakammer passt, darf speziell für diese Prüfung ein kleinerer repräsentativer Prüfling konstruiert und hergestellt werden. Der repräsentative Prüfling sollte sorgfältig konstruiert werden, damit gleichartige Fehlermechanismen aufgedeckt werden können, wie beim Prüfling der vollen Größe, und der Fertigungsprozess für den repräsentativen Prüfling sollte dem Prozess für den Prüfling in voller Größe möglichst gleichen.

Falls das PV-Modul Mittel zur Erdung besitzt, sind diese ein Bestandteil des Prüflings.

## 4 Prüfverfahren

Alle in den Bildern 1, 2 oder 3 angegebenen Prüfungen mit Ausnahme der Funktionsprüfung der Bypass-Diode sind in den IEC-Normen, denen die konkreten Prüfungen entnommen wurden (siehe Anmerkungen in den Bildern), umfassend beschrieben (einschließlich von Prüfziel, Prüfeinrichtung, Durchführung und Prüfbedingungen). Die in den Bildern 1, 2 oder 3 angegebenen Prüfungen müssen in der festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden. Wenn wie im Fall von CPV bestimmte Prüfverfahren in der vorliegenden Norm für eine spezielle Bauform nicht anwendbar sind, sollte der Hersteller diesen Umstand mit der Prüfbehörde diskutieren und es sollte ein vergleichbares Prüfprogramm aufgestellt werden, das auf den in der vorliegenden Norm angegebenen Grundprinzipien beruht. Sämtliche Änderungen und Abweichungen müssen aufgeführt und genau protokolliert werden, wie es in Abschnitt 11 I) gefordert ist.

### 4.1 Funktionsprüfung der Bypass-Diode

#### 4.1.1 Zweck

Nachweis dafür, dass die Bypass-Diode(n) der Prüflinge nach der Einwirkung von Salznebel funktionsfähig bleibt (bleiben).

#### 4.1.2 Prüfeinrichtung

- Gleichstromquelle, mit der ein Strom bis zum 1,25fachen Wert des Kurzschlussstromes der Normprüfbedingungen für den Prüfling angelegt werden kann, und Mittel zur Überwachung des Stromflusses durch den Prüfling während der Prüfdauer;
- Einrichtung zur Messung des Spannungsabfalls über dem Prüfling mit einer Ablesegenauigkeit von  $\pm 0,5\%$ ;
- Einrichtung zur Messung des Prüfstromes mit einer Ablesegenauigkeit von  $\pm 0,5\%$ .

#### 4.1.3 Durchführung

Die Prüfung kann bei einer Umgebungstemperatur von  $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  durchgeführt werden. Während der Prüfung darf der Prüfling nicht beleuchtet werden.

- Sämtliche in den Prüfling eingesetzten Sperrdioden sind kurzzuschließen.
- Der Kurzschlussstrom der Normprüfbedingungen für den Prüfling ist dem Etikett oder der Gebrausanweisung zu entnehmen.
- Unter Verwendung von Drähten mit dem vom Hersteller empfohlenen Mindestquerschnitt sind der positive Ausgang der Gleichstromquelle mit den negativen Zuleitungen des Prüflings und der negative Ausgang der Gleichstromquelle mit den positiven Zuleitungen des Prüflings zu verbinden. Die Empfehlungen des Herstellers für die Leitungseinführung in den Anschlusskasten sind einzuhalten. Bei diesem Aufbau muss der Strom in Rückwärtsrichtung durch den Prüfling fließen.

# — Entwurf —

## E DIN IEC 61701 (VDE 0126-8):2010-02

ANMERKUNG Einige Module haben überlappende Bypass-Diodenkreise. In diesem Fall kann die Installation eines Überbrückungskabels erforderlich sein, damit der gesamte Strom durch eine Bypass-Diode fließt.

- d) Es ist eine Stunde lang ein Strom mit dem 1,25fachen Wert ( $\pm 2\%$ ) des Kurzschlussstromes der Normprüfbedingungen für den Prüfling anzulegen und während des Stromflusses ist der Spannungsabfall über dem Prüfling zu überwachen. Am Ende dieser einstündigen Einwirkung ist der Gesamtspannungsabfall über dem Prüfling aufzuzeichnen.

### 4.1.4 Anforderungen

Es ist zu prüfen, ob die Bypass-Diode(n) nach der Einwirkung des Salznebels noch funktionsfähig ist (sind). Ein mögliches Prüfverfahren besteht im Anlegen eines Rückwärtsstromes an die Diode(n) und im Prüfen der Diodentemperatur(en) mithilfe einer Infrarot-Wärmebildkamera. Eine weitere Möglichkeit ist die Abschattung einer Solarzelle, die von der jeweiligen Diode geschützt wird (eine je Strang, schrittweise) im PV-Modul und das Prüfen der Kennwerte der resultierenden  $I-U$ -Kurve (bei einer etwa den Normprüfbedingungen entsprechenden Beleuchtung), um festzustellen, ob die Bypass-Diode(n) funktionsfähig ist (sind).

## 5 Vorbehandlung

Sämtliche Prüflinge müssen entweder mit Globalstrahlung oder Direkt-Normal-Strahlung des Sonnenlichtes (natürlich oder simuliert) nach den Spezifikationen in der für die betrachtete Technik der PV-Module geltenden IEC-Norm für die Bauartegnung und Bauartzulassung, d. h. IEC 61215 für kristallines Silizium, IEC 61646 für Dünnschichtmaterialien und IEC 62108 für Konzentration-Photovoltaik (CPV), vorbehandelt werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der vorliegenden Norm war für Dünnschichttechniken in IEC 61646 keine Vorbehandlung festgelegt.

## 6 Anfangsmessungen

Abhängig von der Technik der PV-Module müssen folgende Anfangsmessungen durchgeführt werden.

### 6.1 Kristallines Silizium

Die Prüfreihefolge ist in Bild 1 enthalten.

Prüfung nach IEC 61215:

- a) 10.2: Bestimmung der maximalen Leistung
- b) 10.15: Prüfung des Isolationswiderstandes unter Benässung

Prüfung nach IEC 61730-2:

- c) MST 01: Sichtprüfung
- d) MST 13: Prüfung der Durchgängigkeit der Erdung
- e) MST 16: Isolationsprüfung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in der entsprechenden Norm.

### 6.2 Dünnschichttechnik

Die Prüfreihefolge ist in Bild 2 enthalten.

Prüfung nach IEC 61646:

- a) 10.2: Bestimmung der Maximalleistung
- b) 10.15: Kriechstromprüfung unter Benässung

Prüfung nach IEC 61730-2:

- c) MST 01: Sichtprüfung



- d) MST 13: Prüfung der Durchgängigkeit der Erdung
- e) MST 16: Isolationsprüfung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in der entsprechenden Norm.

### 6.3 Konzentrator-Photovoltaik (CPV)-Module

Die Prüfreihenfolge ist in Bild 3 enthalten.

Prüfung nach IEC 62108:

- a) 10.1: Sichtprüfung
- b) 10.2: Messung der elektrischen Leistung
- c) 10.3: Durchgangsprüfung der Erdungsstrecke
- d) 10.4: Isolationsprüfung
- e) 10.5: Isolationsprüfung unter Benässung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in IEC 62108.

## 7 Durchführung der Salznebelprüfung

Die Prüflinge sind der in IEC 60068-2-52 beschriebenen Salznebelprüfung gemäß der allgemeinen Bedingungen, der Prüfeinrichtung, der Kennwerte der Salzlösung, der Schärfegrade und der anderen angegebenen Spezifikationen zu unterziehen. Die Schärfegrade der Salznebelprüfung müssen nach den vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen an dem für die Installation der PV-Module vorgesehenen Ort ausgewählt werden. Schärfegrad (2) ist als Prüfbedingung für PV-Module nicht geeignet, weil er zu schwach ist (dieser Schärfegrad ist für Produkte vorgesehen, die nur zeitweise korrosiven Umgebungen ausgesetzt sind und die gewöhnlich von einem Gehäuse geschützt sind), und sollte deshalb bei der Anwendung der vorliegenden IEC-Norm vermieden werden. Während der Prüfung muss die Neigung der gewöhnlich der Sonnenbestrahlung ausgesetzten Oberfläche des PV-Moduls zur Senkrechten in der Salznebel- und der Klimakammer 15° bis 30° betragen.

## 8 Reinigung und Erholung

Nach der Salznebelprüfung müssen alle Prüflinge unter fließendem Leitungswasser (kein Druckwasser) mindestens 5 min je Quadratmeter Prüflingsfläche abgewaschen werden. Nach dem Abwaschen müssen die Prüflinge mit destilliertem oder vollentsalztem Wasser abgespült und anschließend bei Raumtemperatur vollkommen getrocknet werden. Zur Verkürzung der Trocknungszeit darf der Prüfling mit der Hand geschüttelt werden oder es darf ein mit einem Gebläse erzeugter Luftstrom benutzt werden. Die Temperatur des Wassers für das Abwaschen darf höchstens 35 °C betragen. Für das Reinigen oder Trocknen dürfen keine Tücher, Gaze oder anderes Gewebe benutzt werden und ein Abschaben ist nicht zulässig. Nach dem Trocknen muss die Erholungszeit so kurz wie möglich gehalten werden und die gültige Prüffolge muss möglichst bald durchgeführt werden, damit eine weitere Zerstörung durch die Salzablagerungen vermieden wird.

## 9 Endmessungen

Nach der Salznebelprüfung müssen die Prüflinge abhängig von der Technik der PV-Module folgenden Prüfungen unterzogen werden.

### 9.1 Kristallines Silizium

Die Prüfreihenfolge ist in Bild 1 enthalten.

## E DIN IEC 61701 (VDE 0126-8):2010-02

Prüfung nach IEC 61215:

- a) 10.2: Bestimmung der maximalen Leistung
- b) 10.15: Prüfung des Isolationswiderstandes unter Benässung

Prüfung nach IEC 61730-2:

- c) MST 01: Sichtprüfung
- d) MST 13: Prüfung der Durchgängigkeit der Erdung
- e) MST 16: Isolationsprüfung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in der entsprechenden Norm.

Prüfung nach der vorliegenden Norm:

- f) Funktionsprüfung der Bypass-Diode

### 9.2 Dünnschichttechnik

Die Prüfreihenfolge ist in Bild 2 enthalten.

Prüfung nach IEC 61646:

- a) 10.2: Bestimmung der Maximalleistung
- b) 10.6: Leistung bei Normprüfbedingungen (standard test conditions, STC) (nicht bei der Nennbetriebszellentemperatur (nominal operating cell temperature, NOTC))
- c) 10.15: Kriechstromprüfung unter Benässung
- d) 10.19: Lichtbehandlung

Prüfung nach IEC 61730-2:

- e) MST 01: Sichtprüfung
- f) MST 13: Prüfung der Durchgängigkeit der Erdung
- g) MST 16: Isolationsprüfung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in der entsprechenden Norm.

Prüfung nach der vorliegenden Norm:

- h) Funktionsprüfung der Bypass-Diode

### 9.3 Konzentrator-Photovoltaik (CPV)-Module

Die Prüfreihenfolge ist in Bild 3 enthalten.

Prüfung nach IEC 62108:

- a) 10.1: Sichtprüfung
- b) 10.2: Messung der elektrischen Leistung
- c) 10.3: Durchgangsprüfung der Erdungsstrecke
- d) 10.4: Isolationsprüfung
- e) 10.5: Isolationsprüfung unter Benässung

ANMERKUNG Die Verweisung vor jeder Prüfung entspricht der Bezeichnung in IEC 62108.

Prüfung nach der vorliegenden Norm:

- f) Funktionsprüfung der Bypass-Diode

## 10 Anforderungen

Die beiden PV-Prüflinge, die den in den Bildern 1, 2 oder 3 angegebenen Prüffolgen unterzogen werden, müssen die folgenden Anforderungen erfüllen.

### 10.1 Kristallines Silizium

- Nach der Salznebelprüfung dürfen keine sichtbaren Anzeichen von bedeutenden Schäden nach der Beschreibung in IEC 61730-2 auftreten wie auch keine mechanische Verschlechterung oder Korrosion der Modulkomponenten, die deren Funktion während ihrer vorgesehenen Lebensdauer wesentlich beeinträchtigen könnte.
- Nach der Salznebelprüfung darf die maximale Leistung um höchstens 5 % des Anfangswertes sinken.
- Alle Annahme-/Ablehnungskriterien für die Prüfungen 10.15, MST 13 und MST 16 müssen nach den Festlegungen in IEC 61215 und IEC 61730-2 für diese speziellen Prüfungen erfüllt werden.
- Die Anforderungen an die Funktionsprüfung der Bypass-Diode müssen erfüllt werden.

### 10.2 Dünnschichttechnik

- Nach der Salznebelprüfung dürfen keine sichtbaren Anzeichen von bedeutenden Schäden nach der Beschreibung in IEC 61730-2 auftreten wie auch keine mechanische Verschlechterung oder Korrosion der Modulkomponenten, die deren Funktion während ihrer vorgesehenen Lebensdauer wesentlich beeinträchtigen könnte.
- Nach der Lichtbehandlung muss die Maximalleistung bei Normprüfbedingungen (STC) mindestens 90 % des vom Hersteller festgelegten und auf der Aufschrift des PV-Moduls angegebenen Mindestwertes betragen.

ANMERKUNG Bei den Annahme-/Ablehnungskriterien muss die Messunsicherheit des Labors berücksichtigt werden. Wenn beispielsweise die erweiterte Messunsicherheit des Labors  $2\sigma$  der STC-Messung  $\pm 5\%$ , beträgt, wäre ein Messwert der Maximalleistung von mehr als 85,5 % des festgelegten Mindestwertes das Annahmekriterium.

- Alle Annahme-/Ablehnungskriterien für die Prüfungen 10.15, 10.19, MST 13 und MST 16 müssen nach den Festlegungen in IEC 61646 und IEC 61730-2 für diese speziellen Prüfungen erfüllt werden.

ANMERKUNG Bei den Anforderungen für Prüfung 10.19 (Lichtbehandlung) sollte MST 01 von IEC 61730-2 anstelle von Prüfung 10.1 von IEC 61646 angewendet werden und MST 16 von IEC 61730-2 sollte anstelle von 10.3 von IEC 61646 angewendet werden.

- Die Anforderungen an die Funktionsprüfung der Bypass-Diode müssen erfüllt werden.

### 10.3 Konzentrator-Photovoltaik (CPV)-Module

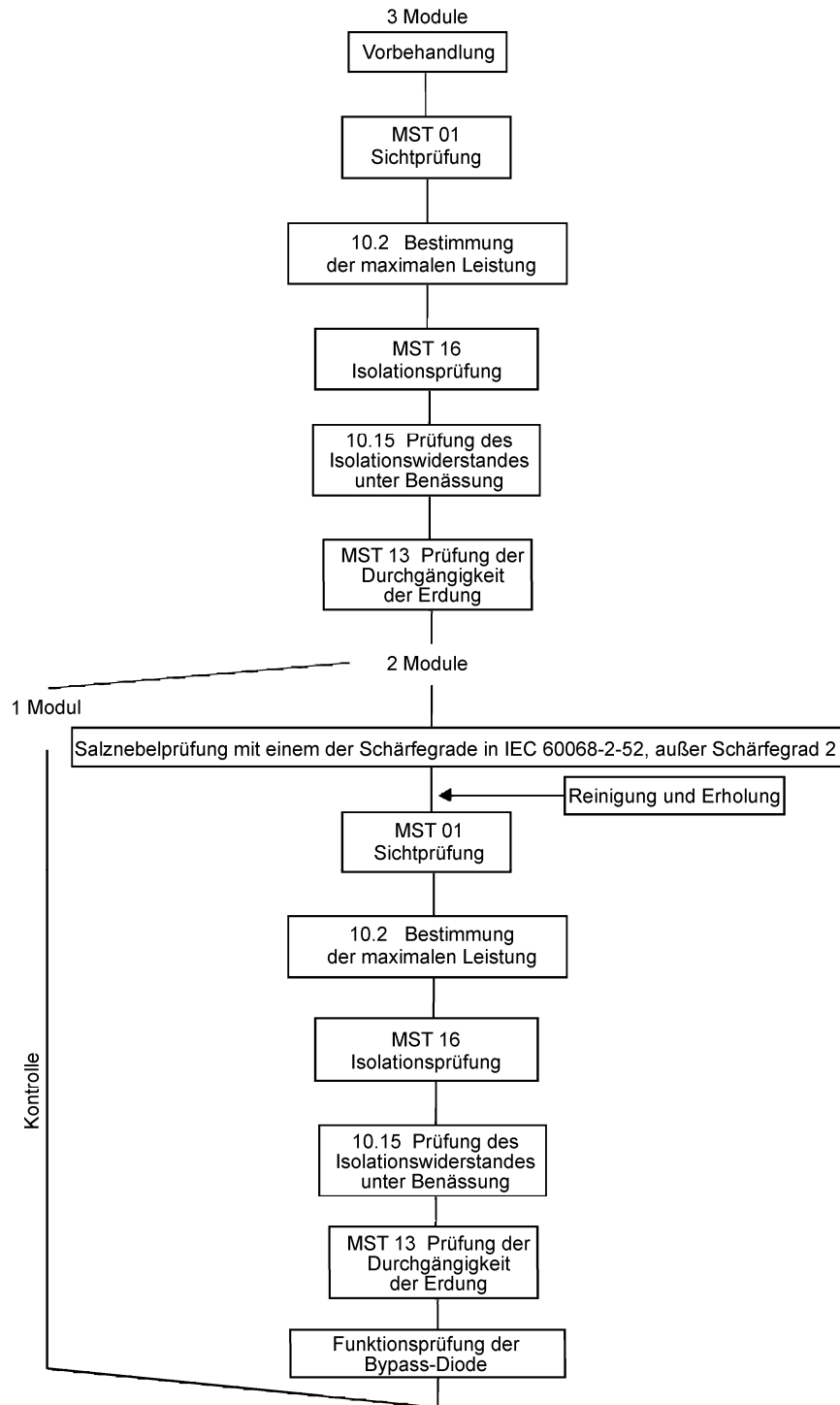
- Nach der Salznebelprüfung dürfen keine sichtbaren Anzeichen von bedeutenden Schäden nach der Beschreibung in IEC 62108 auftreten wie auch keine mechanische Verschlechterung oder Korrosion der Prüflingskomponenten, die deren Funktion während ihrer vorgesehenen Lebensdauer wesentlich beeinträchtigen könnte. Nach der Salznebelprüfung sollte sich keine wesentliche Wassermenge innerhalb des Prüflings befinden (die Tiefe des verbleibenden Wassers sollte in allen möglichen Stellungen keine elektrisch aktiven Teile erreichen).
- Nach der Salznebelprüfung darf der relative Leistungsabfall im Falle der Durchführung der  $I-U$ -Messung unter Freiluftbedingungen bei natürlichem Sonnenlicht nicht größer als 7 % sein oder im Falle der Durchführung der  $I-U$ -Messung bei simuliertem Sonnenlicht nicht größer als 5 %.
- Alle Annahme-/Ablehnungskriterien für die Prüfungen 10.3, 10.4 und 10.5 müssen nach den Festlegungen in IEC 62108 für diese speziellen Prüfungen erfüllt werden.
- Die Anforderungen an die Funktionsprüfung der Bypass-Diode müssen erfüllt werden.

## 11 Prüfbericht

Von der Prüfbehörde muss in Übereinstimmung mit ISO/IEC 17025 ein Prüfbericht mit den gemessenen Leistungskennwerte und den Prüfergebnissen erstellt werden. Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) Titel;
- b) Name und Anschrift des Prüflabors und Ort, an dem die Prüfungen durchgeführt wurden;
- c) eindeutige Bezeichnung des Zertifikates oder des Berichtes und jeder Seite sowie eine eindeutige Bezeichnung des Zwecks des Prüfberichtes;
- d) Name und Anschrift des Auftraggebers, falls zutreffend;
- e) gegebenenfalls Verweisung auf das Auswahlverfahren der Prüflinge;
- f) Eingangsdatum des Prüfgegenstandes und Datum oder Daten der Prüfung, soweit zutreffend;
- g) Beschreibung und Bezeichnung des Prüfgegenstandes;
- h) Beschreibung und Zustand des Prüfgegenstandes;
- i) Bezeichnung des angewendeten Prüfverfahrens;
- j) Beschreibung der verwendeten Salzlösung;
- k) für die Salznebelprüfung angewendeter Schärfegrad nach IEC 60068-2-52;
- l) sämtliche Abweichungen, Ergänzungen oder Ausnahmen bei den Prüfverfahren und alle sonstigen Angaben, die für die jeweiligen Prüfung maßgeblich sind, wie z. B. Umweltbedingungen;
- m) Messungen, Untersuchungen und abgeleitete Ergebnisse, die gegebenenfalls durch Tabellen, Graphen, Zeichnungen und Fotografien belegt werden können, einschließlich aller aufgetretenen Fehler;
- n) Angabe der geschätzten Unsicherheit der Prüfergebnisse (falls maßgeblich);
- o) Unterschrift und Funktion oder gleichwertige Identifikation der Person(en), die die Verantwortung für den Inhalt des Prüfberichtes trägt bzw. tragen, sowie das Ausstellungsdatum;
- p) falls maßgeblich eine Aussage dazu, dass sich die Ergebnisse ausschließlich auf die geprüften Gegenstände beziehen;
- q) Angabe, dass der Prüfbericht nur mit schriftlicher Genehmigung des Prüflabors und nur im vollständigen Wortlaut vervielfältigt werden darf.

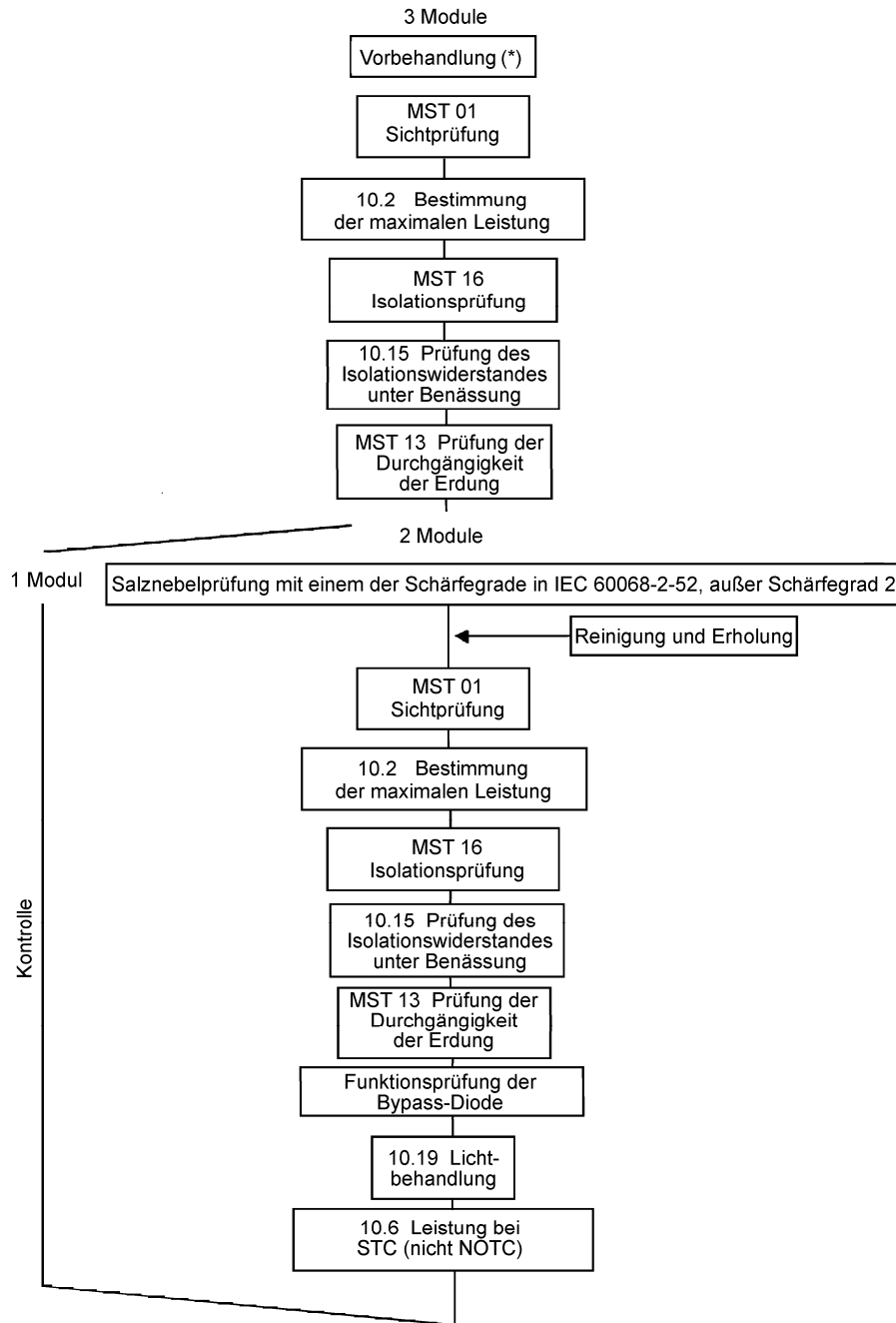
Eine Kopie dieses Prüfberichtes sollte vom Labor und vom Hersteller für Referenzzwecke aufbewahrt werden.



ANMERKUNG 1 Die Vorbehandlung und die Prüfungen 10.2 und 10.15 wurden IEC 61215 entnommen. Die Prüfungen MST 01, MST 13 und MST 16 wurden IEC 61730-2 entnommen.

ANMERKUNG 2 Anhand des Kontrollmoduls erfolgt bei jeder Messung der Prüfmodule die Bewertung der Auswirkungen der Salznebelprüfung.

**Bild 1 – Prüffolge für die Salznebel-Korrosionsprüfung für kristalline Silizium-PV-Module**



(\*) Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der vorliegenden Norm war für Dünnschichttechniken in IEC 61646 keine Vorbehandlung festgelegt.

ANMERKUNG 1 Die Prüfungen 10.2, 10.6, 10.15 und 10.19 wurden IEC 61646 entnommen. Die Prüfungen MST 01, MST 13 und MST 16 wurden IEC 61730-2 entnommen.

ANMERKUNG 2 Anhand des Kontrollmoduls erfolgt bei jeder Messung der Prüfmodule die Bewertung der Auswirkungen der Salznebelprüfung.

ANMERKUNG 3 Die Bestimmung der Maximalleistung nach der Salznebelprüfung gemäß Prüfung 10.2 nach der Beschreibung in IEC 61646 sollte nur für Diagnosezwecke erfolgen.

ANMERKUNG 4 Die Prüfung 10.6 wird als Teil der Anforderungen entsprechend Prüfung 10.19 nach der Beschreibung in IEC 61646 durchgeführt. Für die restlichen Anforderungen wird Prüfung MST 01 anstelle von 10.1 und MST 16 anstelle von 10.3 durchgeführt.

**Bild 2 – Prüffolge für die Salznebel-Korrosionsprüfung für Dünnschicht-PV-Module**



CONTENTS

	Page
FOREWORD	3
Clause	
1. Scope and object	5
2. Normative references	5
3. Samples	6
4. Test procedures	6
5. Preconditioning	7
6. Initial measurements	7
7. Salt mist test procedure	8
8. Cleaning and recovery	9
9. Final measurements	9
10. Requirements	10
11. Test report	11
Figure 1. Salt mist corrosion test sequence for crystalline silicon PV modules	12
Figure 2. Salt mist corrosion test sequence for thin-film PV modules.	13
Figure 3. Salt mist corrosion test sequence for concentrator photovoltaic (CPV) modules.	14



*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## **Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules**

### FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and nongovernmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.

3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.

4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.

5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.

6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.

7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.

8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61701 has been prepared by IEC Technical Committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 1995. This edition constitutes a technical revision.

The main technical changes with respect to the previous edition are as follows:

Scope and object section has been updated to better reflect the applicability of the Standard.

Normative reference section has been updated.

Salt mist test is based on IEC 60068-2-52 rather than in IEC 60068-2-11 as in edition 1 since the former Standard is much more widely used in the electronic component field. According to this change the new edition 2 includes a cycling testing sequence that combines in each cycle a salt fog exposure followed by humidity storage under controlled temperature and relative humidity conditions. This testing sequence is more suitable to reflect the corrosion processes that happen in PV modules subjected to permanent or temporary corrosive atmospheres (NaCl). In edition 1 only a salt fog exposure was considered.

Additional tests have been also included to verify the effect of the salt mist test not only in the PV module output but also in some of their components.

**E DIN IEC 61701 (VDE 0126-8):2010-02**

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

Different testing sequences are considered depending on the PV module technology involved: crystalline silicon, thin-film and concentrator photovoltaic (CPV) modules.

A test report section has been also included.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance date of January 15, 2015 indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules

## Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules

---

### 1. Scope and object.

Photovoltaic (PV) modules are electrical devices intended for continuous outdoor exposure during their lifetime. Highly corrosive wet atmospheres, such as marine environments, could eventually degrade some of the PV module components (corrosion of metallic parts, deterioration of the properties of some non-metallic materials - such as protective coatings and plastics - by assimilation of salts, etc.) causing permanent damages that could impair their functioning. Temporary corrosive atmospheres are also present in places where salt is used in winter periods to melt ice formations on streets and roads.

This Standard describes test sequences useful to determine the resistance of different PV modules to corrosion from salt (NaCl) mist. All tests included in the sequences, except the bypass diode functionality test, are fully described in IEC 61215, IEC 61646, IEC 62108, IEC 61730-2 and IEC 60068-2-52. They are combined in this Standard to provide means to evaluate all possible faults caused in PV modules when operating under wet atmospheres having high concentration of dissolved salt (NaCl). Depending on the specific nature of the surrounding atmosphere to which the module is exposed in real operation several testing severities can be applied, as defined in IEC 60068-2-52. For example severity (1) is intended to be used for PV modules used in a marine environment, or in close proximity to the sea. Severities (3) to (6) are intended for PV modules operating in locations where there could be a change between salt-laden and dry atmospheres, for examples in places where salt is used to melt ice formations. Severity (2) is not suitable for PV modules as testing conditions are too weak (this severity is originally intended for products exposed to corrosive environments from time to time that are normally protected by an enclosure) and should be avoided when applying this IEC Standard.

This Standard can be applied to both flat plate PV modules and concentrator PV modules and assemblies.

### 2. Normative references.

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-52, *Environmental testing - Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*.

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

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

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

*IEC 61730-2, Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing.*

*IEC 62108, Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval.*

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

### **3. Samples.**

Three identical samples of the model of PV module or assembly of interest must be subjected to any of the testing sequences included in Figures 1, 2 or 3, depending on the PV technology considered, namely crystalline silicon, thin-film or concentrator photovoltaic (CPV) respectively. As the figures indicate one of these samples should be used as a control. The control sample should be used as a check every time the test samples are measured to evaluate the effect of the salt mist test.

In the case of CPV's different situations for choosing the sample may occur. For non-field-adjustable focus-point CPV systems or modules, 3 modules are required to complete the testing sequence included in Figure 3. For field-adjustable focus-point CPV systems or assemblies, 3 receivers (including secondary optics sections, if applicable) and 3 primary optics sections are required to complete the testing sequence included in Figure 3. A complete description of the different types and components of CPV modules and assemblies can be found in IEC 62108.

If a full-size sample is too large to fit into the environmental chambers required for the salt mist test then a smaller representative sample may be specially designed and manufactured for this test. The representative sample should be carefully designed so that it can reveal similar failure mechanisms as the full-size one, and the fabrication process of the representative sample should be as identical as possible to the process of the full-size ones.

If the PV module is provided with means for grounding then they constitute a part of the test sample.

### **4. Test procedures.**

All tests included in Figures 1, 2 or 3, except the bypass diode functionality test, are fully described (including purpose, apparatus, procedure and requirements) in the IEC Standards from where the specific tests are taken (see notes in the Figures). Tests included in Figures 1, 2 or 3 must be performed in the specified order. In the case of CPV's if some test procedures included in this Standard are not applicable to a specific design configuration, the manufacturer should discuss this with the testing agency to develop a comparable test program, based on the principles described in this Standard. Any changes and deviations shall be recorded and reported in details, as required in Clause 11, item I).

#### **4.1 Bypass Diode Functionality Test.**

##### **4.1.1 Purpose.**

To verify that the bypass diode(s) of the test samples remains functional following the salt fog exposure.

##### **4.1.2 Apparatus.**

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

- a) DC power source capable of applying a current up to 1,25 times the Standard Test Conditions (STC) short-circuit current of the sample under test and means for monitoring the flow of current through the test sample during the test period.
- b) Equipment for measuring the voltage drop across the test sample at an accuracy of  $\pm 0,5\%$  of reading.
- c) Equipment for measuring test current at an accuracy of  $\pm 0,5\%$  of reading.

#### **4.1.3 Procedure.**

This procedure can be conducted in any ambient within  $25 \pm 10^\circ\text{C}$ . During the test the sample must not be subjected to illumination.

- a) Electrically short any blocking diodes incorporated to the test sample.
- b) Determine the rated STC short-circuit current of the test sample from its label or instruction sheet.
- c) Connect the DC power source's positive output to the test sample negative leads, and the DC power source's negative output to the test sample positive leads by using wires of the manufacturer's minimum recommended wire gauge. Follow the manufacturer's recommendations for wire entry into the wiring compartment. With this configuration the current shall pass through the test sample in a reverse direction.

NOTE: Some modules have overlapping bypass diode circuits. In this case it may be necessary to install a jumper cable to assure that all of the current is flowing through one bypass diode.

- d) Apply a current equal to of 1,25 times ( $\pm 2\%$ ) the STC short-circuit current of the test sample for a period of 1 hour and monitor the voltage drop across the test sample during application of the current. At the end of the one-hour exposure, record the total voltage drop across the test sample.

#### **4.1.4 Requirements.**

Check that the bypass diode (s) is (are) still operating after the salt fog exposure. A possible method is to pass a reverse current through the diode (s) and check the temperature of the diode (s) with the aid of a thermal IR camera. Another option is to shade a solar cell protected by each diode (one per string, step by step) in the PV module and verify the characteristics of the resulting I-V curve (under illumination close to Standard Test Conditions) to check if the bypass diode (s) is (are) working.

### **5. Preconditioning.**

All test samples must be preconditioned with either global or direct normal sunlight (natural or simulated) according to the specifications given in the applicable Design Qualification and Type Approval IEC Standard applicable to the PV module technology considered, i.e., IEC 61215 for crystalline silicon, IEC 61646 for thin-film materials and IEC 62108 for concentrator photovoltaic (CPV). At the time of writing this Standard no preconditioning is specified for thin-film technologies in IEC 61646.

### **6. Initial measurements.**

The following initial measurements must be performed on the selected samples depending on the PV module technology:

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

6.1. Crystalline silicon. The test order is included in Figure 1.

- Tests according to IEC 61215:
  - a) 10.2: Maximum power determination
  - b) 10.15: Wet leakage current test
- Tests according to IEC 61730-2
  - c) MST 01: Visual inspection
  - d) MST 13: Ground continuity test
  - e) MST 16: Dielectric withstand test

NOTE: The reference before each test corresponds to their identification in the relevant IEC Standard.

6.2. Thin-film technologies. The test order is included in Figure 2.

- Tests according to IEC 61646:
  - a) 10.2: Maximum power determination
  - b) 10.15: Wet leakage current test
- Tests according to IEC 61730-2
  - c) MST 01: Visual inspection
  - d) MST 13: Ground continuity test
  - e) MST 16: Dielectric withstand test

NOTE: The reference before each test corresponds to their identification in the relevant IEC Standard

6.3. Concentrator photovoltaic (CPV) modules. The test order is included in Figure 3.

- Tests according to IEC 62108:
  - a) 10.1: Visual inspection
  - b) 10.2: Electrical performance measurement
  - c) 10.3: Ground path continuity test
  - d) 10.4: Electrical insulation test
  - e) 10.5: Wet insulation test

NOTE: The reference before each test correspond to their identification in IEC 62108.

## **7. Salt mist test procedure.**

Apply to the test samples under study the salt mist test as described in IEC 60068-2-52 following the general conditions, apparatus, characteristics of the salt solution, severities and other specifications included. The severity of the salt mist test must be chosen according to the atmospheric conditions prevailing in the place where the installation of the PV modules is intended. Severity (2) is not suitable for PV modules as testing conditions are too weak (it is intended for products exposed to corrosive environments from time to time that are normally protected by an enclosure) and should be avoided when applying this IEC Standard. During testing the inclination to the vertical of the face of the PV module normally exposed to solar irradiance shall be 15° to 30° inside the salt fog and the climatic chambers.

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

## **8. Cleaning and recovery.**

After the salt mist test all samples must be washed to remove the adherent salt using running tap water (not artificially pressurised) for a maximum time of 5 minutes per square meter of area of the sample. Once the washing is finished distilled or demineralized water must be used to rinse the samples, followed by complete drying at room temperature. To accelerate drying it is allowed to shake the test sample by hand or to use air blasts with the aid of a fan. The temperature of the water used for washing shall not exceed 35°C. During cleaning or drying the use of cloths, gauzes or any other woven material must be avoided and no scraping is allowed. After drying, the recovery time must be minimised and the applicable testing sequence must be continued as soon as possible to avoid further damage produced by salt depositions.

## **9. Final measurements.**

After the salt mist test the test samples must be subjected to the following tests depending on the PV module technology:

9.1. Crystalline silicon. The test order is included in Figure 1.

- Tests according to IEC 61215:
  - a) 10.2: Maximum power determination
  - b) 10.15: Wet leakage current test
- Tests according to IEC 61730-2:
  - c) MST 01: Visual inspection
  - d) MST 13: Ground continuity test
  - e) MST 16: Dielectric withstand test

NOTE: The reference before each test corresponds to their identification in the relevant IEC Standard.

- Test according to this Standard:
  - f) Bypass diode functionality test

9.2. Thin-film technologies. The test order is included in Figure 2.

- Tests according to IEC 61646:
  - a) 10.2: Maximum power determination
  - b) 10.6: Performance at STC (not NOCT)
  - c) 10.15: Wet leakage current test
  - d) 10.19: Light soaking
- Tests according to IEC 61730-2
  - e) MST 01: Visual inspection
  - f) MST 13: Ground continuity test
  - g) MST 16: Dielectric withstand test

NOTE: The reference before each test corresponds to their identification in the relevant IEC Standard.

- Test according to this Standard:

*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

h) Bypass diode functionality test

9.3. Concentrator photovoltaic (CPV) module. The test order is included in Figure 3.

- Tests according to IEC 62108:

- a) 10.1: Visual inspection
- b) 10.2: Electrical performance measurement
- c) 10.3: Ground path continuity test
- d) 10.4: Electrical insulation test
- e) 10.5: Wet insulation test

Note: The reference before each test corresponds to its identification in IEC 62108.

- Test according to this Standard:

f) Bypass diode functionality test

## 10. Requirements.

The following requirements must be fulfilled by the two PV samples that undergo the testing sequences included in Figures 1, 2 or 3:

### 10.1. Crystalline silicon:

- After the salt mist test there must be no evidence of major visual defects as described in IEC 61730-2 including also no mechanical deterioration or corrosion of module components which would significantly impair their function during their intended life.
- After the salt mist test the maximum power shall not decrease by more than 5 % of the initial value.
- All pass fail criteria corresponding to tests 10.15, MST 13 and MST 16 must be fulfilled according to what is specified in IEC 61215 and IEC 61730-2 for these specific tests.
- The requirement for the bypass diode functionality test must be also fulfilled.

### 10.2. Thin-film technologies:

- After the salt mist test there must be no evidence of major visual defects as described in IEC 61730-2 including also no mechanical deterioration or corrosion of module components which would significantly impair their function during their intended life.
- After the light soaking the maximum power at Standard Test Conditions (STC) shall not be less than 90% of the minimum value specified by the manufacturer in the marking of the PV module.

NOTE The pass/fail criteria must consider the laboratory uncertainty of the measurement. As an example, if the laboratory extended uncertainty, 2 sigma of the STC measurement, is  $\pm 5\%$ , then a maximum power measurement greater than 85,5 % of the minimum specified value would be the pass criteria.

- All pass fail criteria corresponding to tests 10.15, 10.19, MST 13 and MST 16 must be fulfilled according to what is specified in IEC 61646 and IEC 61730-2 for these specific tests.

NOTE: In the case of the requirements corresponding to test 10.19 (light soaking) MST 01 of IEC 61730-2 should be applied instead of test 10.1 of IEC 61646 and MST 16 of IEC 61730-2 should be applied instead of test 10.3 of IEC 61646.

- The requirement for the bypass diode functionality test must be also fulfilled.



*Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*

### 10.3. Concentrator photovoltaic (CPV) modules:

- After the salt mist test there must be no evidence of major visual defects as described in IEC 62108 including also no mechanical deterioration or corrosion of test sample components which would significantly impair their function during their intended life. No significant amount of water should remain inside the test sample after the salt mist test (the depth of the remaining water should not reach any electrically active parts in any possible position).
  - After the salt mist test the relative power degradation shall not exceed 7 % if the I-V measurement is under outdoor natural sunlight, or 5 % if the I-V measurement is under solar simulator;
  - All pass fail criteria corresponding to tests 10.3, 10.4 and 10.5 must be fulfilled according to what is specified in IEC 62108 for these specific tests.
- The requirement for the bypass diode functionality test must be also fulfilled.

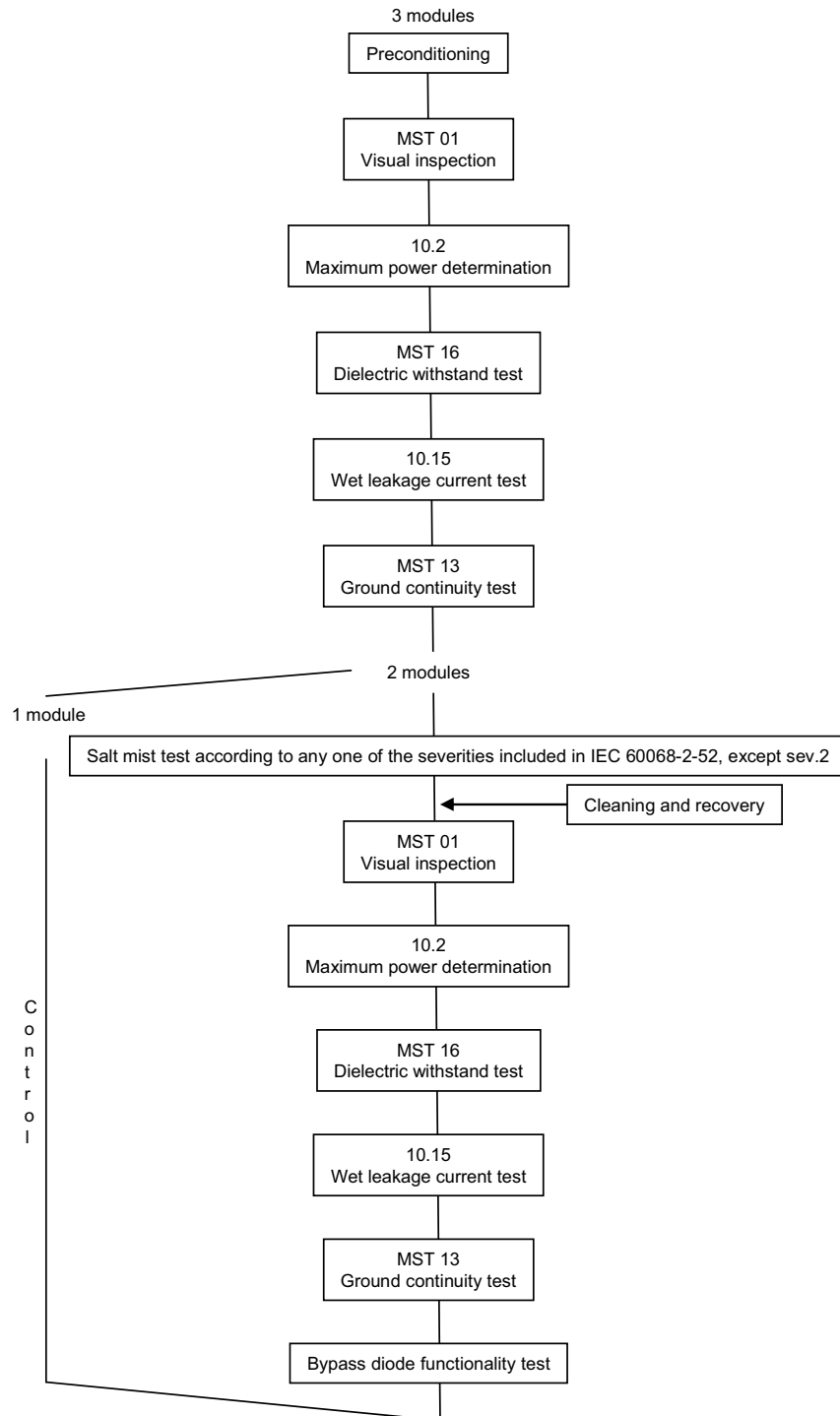
## 11. Test report.

A test report with measured performance characteristics and test results shall be prepared by the test agency in accordance with ISO 17025. The test report shall contain the following data:

- a) A title;
- b) Name and address of the test laboratory and location where the tests were carried out;
- c) Unique identification of the certification or report and of each page, and a clear identification of the purpose of the test report;
- d) Name and address of client, where appropriate;
- e) Reference to sampling procedure, where relevant;
- f) Date of receipt of test item and date(s) of test, where appropriate;
- g) Description and identification of the item tested;
- h) Characterization and condition of the test item;
- i) Identification of test method used;
- j) Characteristics of the salt solution used;
- k) Severity applied for the salt mist test according to IEC 60068-2-52;
- l) Any deviations from, additions to or exclusions from the test method, and any other information relevant to a specific test, such as environmental conditions;
- m) Measurements, examinations and derived results supported by tables, graphs, sketches and photographs as appropriate including any failures observed;
- n) A statement of the estimated uncertainty of the test results (where relevant);
- o) A signature and title, or equivalent identification of the person(s) accepting responsibility for the content of the certificate or report, and the date of issue;
- p) Where relevant, a statement to the effect that the results relate only to the items tested;
- q) A statement that the report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

A copy of this report shall be kept by the laboratory and manufacturer for reference purposes.

Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules

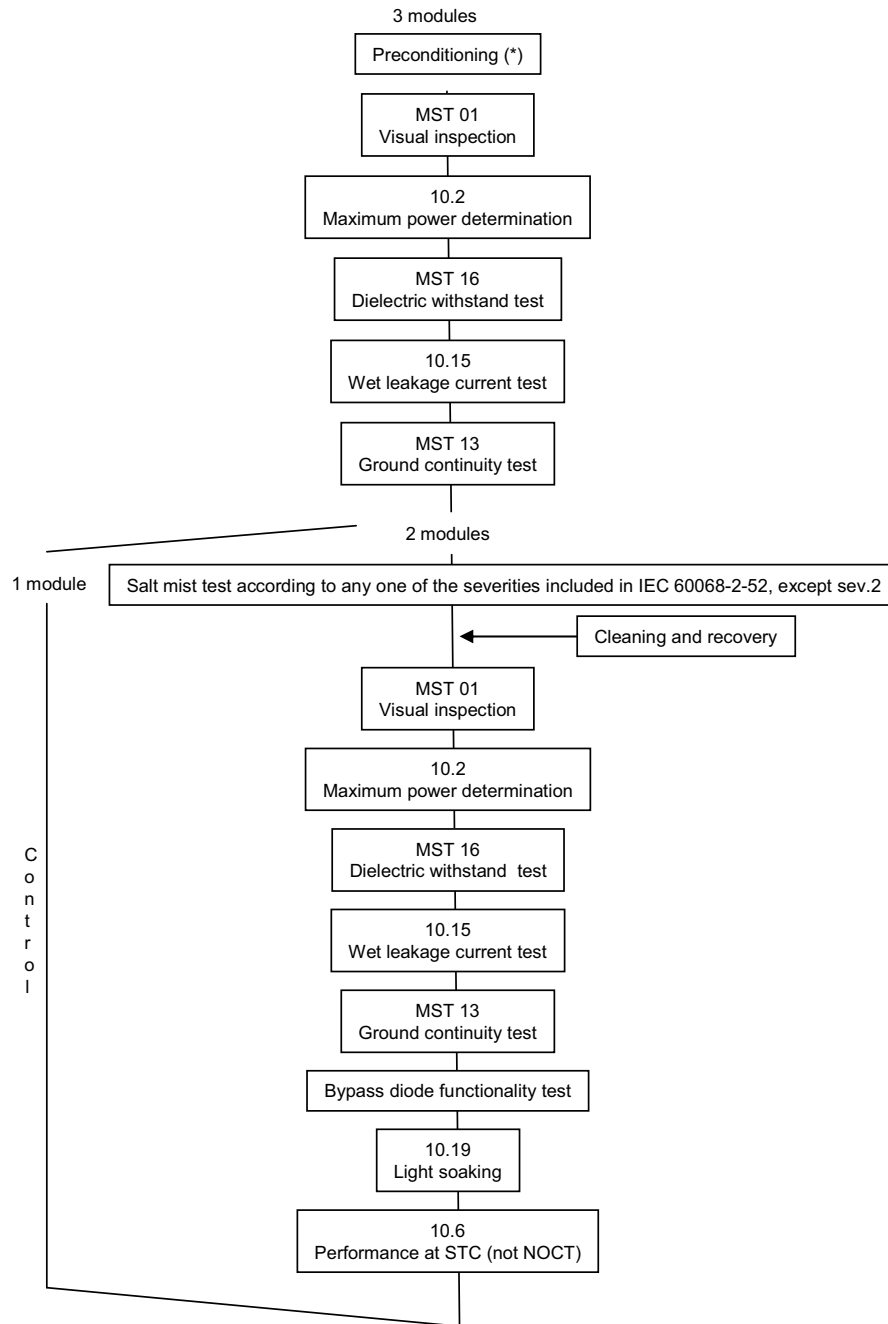


Note 1: Preconditioning and tests 10.2 and 10.15 are taken from IEC 61215. Tests MST 01, MST 13 and MST 16 are taken from IEC 61730-2.

Note 2: The control module should be used as a check every time the test modules are measured to evaluate the effect of the salt mist test.

Figure 1. Salt mist corrosion testing sequence for crystalline silicon PV modules.

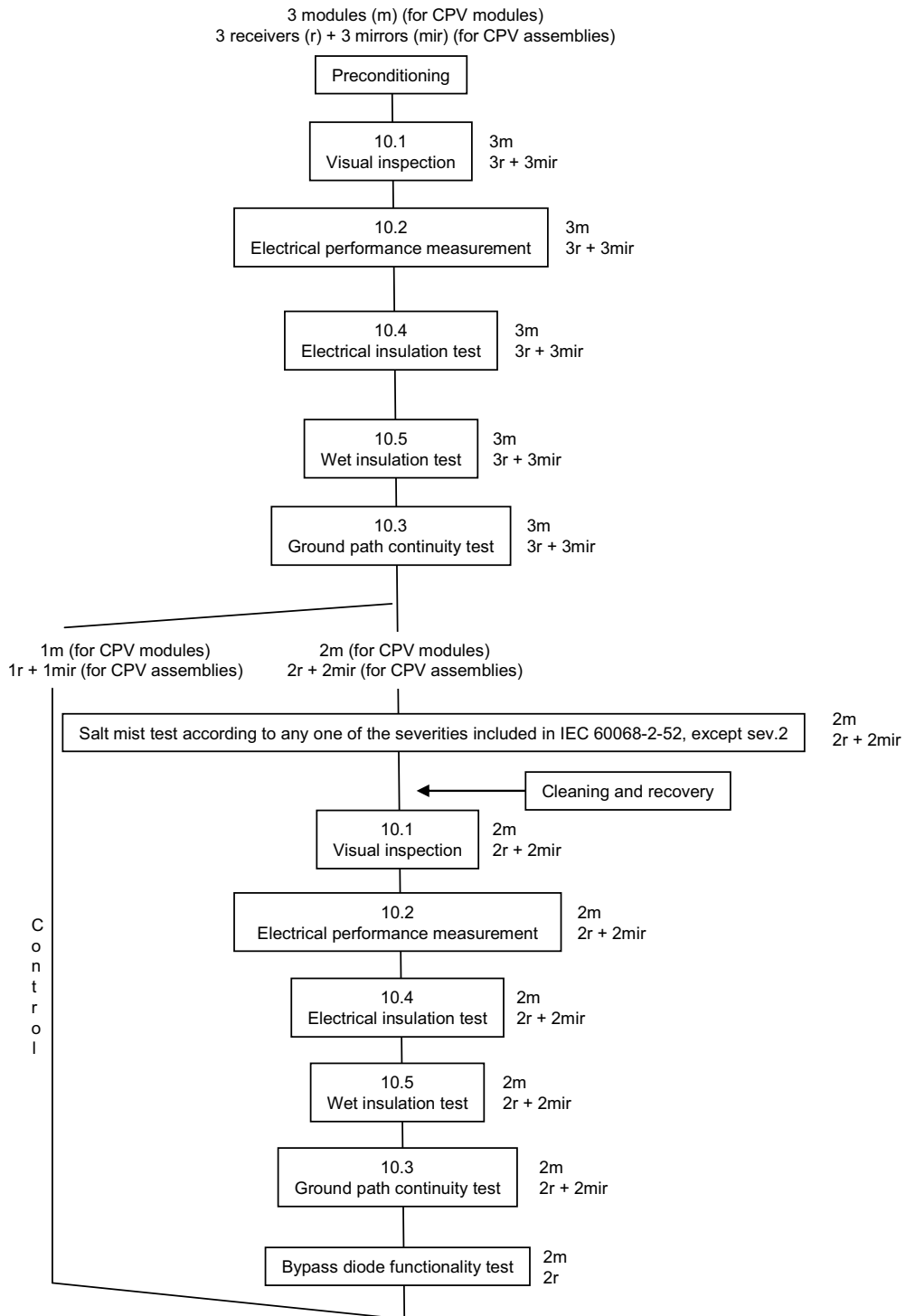
Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules



(\*) At the time of writing this Standard no preconditioning is specified for thin-film technologies in IEC 61646.  
 Note 1: Tests 10.2, 10.6, 10.15 and 10.19 are taken from IEC 61646. Tests MST 01, MST 13 and MST 16 are taken from IEC 61730-2.  
 Note 2: The control module should be used as a check every time the test modules are measured to evaluate the effect of the salt mist test.  
 Note 3: Maximum power determination after salt mist test according to test 10.2 of IEC 61646 should be made for diagnostic purposes only.  
 Note 4: Test 10.6 is performed as a part of the requirements corresponding to test 10.19 as described in IEC 61646. For the remaining requirements use test MST 01 instead of 10.1 and MST 16 instead of 10.3

Figure 2. Salt mist corrosion testing sequence for thin-film PV modules.

Revision of IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules



Note 1: Tests 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 and 10.5 are taken from IEC 62108.

Note 2: . The control sample should be used as a check every time the test samples are measured to evaluate the effect of the salt mist test

Figure 3: Salt mist corrosion testing sequence for concentrator photovoltaic (CPV) modules.