

**DIN EN 62483**

ICS 31.080.01

Einsprüche bis 2012-07-29

**Entwurf**

**Umweltbezogene Annahmeanforderungen von  
Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen hinsichtlich  
der Anfälligkeit für Zinnwhisker  
(IEC 47/2122/CDV:2012);  
Deutsche Fassung FprEN 62483:2012**

Environmental acceptance requirements for tin whisker susceptibility of tin and tin alloy  
surface finishes

(IEC 47/2122/CDV:2012);

German version FprEN 62483:2012

Exigences de réception environnementale pour la susceptibilité des finis de surface en  
étain et alliage d'étain à la trichite d'étain

(CEI 47/2122/CDV:2012);

Version allemande FprEN 62483:2012

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-05-29 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@din.de](mailto:dke@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann  
im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter  
[www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im  
DIN und VDE (Hausanschrift: 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 96 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62483:2012 „Umweltbezogene Annahmeforderungen von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen hinsichtlich der Anfälligkeit für Zinnwhisker“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 47/2122/CDV:2012 „Environmental acceptance requirements for tin whisker susceptibility of tin and tin alloy surface finishes“ unverändert in den Entwurf FprEN 62483:2012 übernommen worden.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 47 „Semiconductor devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

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

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, 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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

## Umweltbezogene Annahmeanforderungen von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen hinsichtlich der Anfälligkeit für Zinnwhisker

### Inhalt

|                                                                                                                                          | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort .....                                                                                                                 | 2     |
| Einleitung .....                                                                                                                         | 3     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                | 3     |
| 2 Begriffe .....                                                                                                                         | 3     |
| 3 Prüfverfahren für die Messung des Wachstums von Zinnwhiskern .....                                                                     | 9     |
| 3.1 Verfahren .....                                                                                                                      | 9     |
| 3.2 Prüflinge .....                                                                                                                      | 10    |
| 3.3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Handhabung .....                                                                                          | 10    |
| 3.4 Reflow-Montage .....                                                                                                                 | 10    |
| 4 Annahmeverfahren für Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen .....                                                      | 11    |
| 4.1 Bestimmung, ob eine Technologie-, Fertigungsprozess- oder Ähnlichkeits-Annahmeprüfung erforderlich ist .....                         | 11    |
| 4.2 Prüflinge .....                                                                                                                      | 17    |
| 4.3 Prüfverfahren und Prüfdauer .....                                                                                                    | 18    |
| 4.4 Bestimmung der Klassenstufe für die Prüfung .....                                                                                    | 22    |
| 5 Annahmekriterien .....                                                                                                                 | 23    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                    | 23    |
| 5.2 Ausschluss von Anschlüssen für die Durchsteckmontage .....                                                                           | 23    |
| 6 Dokumentation der Ergebnisse .....                                                                                                     | 24    |
| 6.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                                                                       | 24    |
| 6.2 Beschreibung der durch die Technologie und die Prozessparameter in Tabelle 2 bestimmten Oberflächenbeschichtung .....                | 25    |
| 6.3 Prüflinge und Vorbehandlung .....                                                                                                    | 25    |
| 6.4 Annahmeprüfung .....                                                                                                                 | 25    |
| 7 Kontinuierliche Bewertung von Zinnwhiskern .....                                                                                       | 26    |
| Anhang A (normativ) Prüfverfahren für die Messung des Whiskerwachstums auf Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen ..... | 27    |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                  | 44    |
| <b>Bilder</b>                                                                                                                            |       |
| Bild 1 – Querschnittsdarstellung der Oberflächenbeschichtungen eines Bauteils .....                                                      | 3     |
| Bild 2 – Typische Fotografien von Anschlusskorrosionen .....                                                                             | 5     |
| Bild 3 – Beispiele von Zinnwhiskern .....                                                                                                | 7     |
| Bild 4 – Oberflächenformen, die keine Whisker sind .....                                                                                 | 8     |
| Bild 5 – Messung der Whiskerlänge .....                                                                                                  | 8     |
| Bild 6 – Kleinster Anschlussabstand .....                                                                                                | 9     |

|                                                                                                                                                                                                                                             | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild 7 – Flussdiagramm zur Bestimmung, ob eine Technologieannahmeprüfung, eine Fertigungsprozessannahmeprüfung oder ob auf Grundlage der Ähnlichkeit keine Prüfung erforderlich ist .....                                                   | 12    |
| Bild 8 – Prüfablauf für die Technologieannahme für Bauelemente mit zahlreichen Anschlüssen mit Trägerstreifen aus Kupferlegierung und mit Nacherwärmungs-Entspannungstechnologie .....                                                      | 14    |
| Bild A.1 – Prozessablauf für die Prüfung der Zinnwhisker .....                                                                                                                                                                              | 28    |
| Bild A.2 – Reflow-Profile für die freigestellte Vorkonditionierung .....                                                                                                                                                                    | 34    |
| Bild A.3 – Beispiele von Whiskern in Flächen mit Korrosion .....                                                                                                                                                                            | 36    |
| Bild A.4 – Schematische Darstellung eines Bauelementeanschlusses mit der Oberseite, zwei Seitenflächen und den gebogenen Abschnitten des Anschlusses, die untersucht werden sollten .....                                                   | 38    |
| Bild A.5 – Schematische Darstellung eines Bauelementes ohne Anschlussdrähte mit der Oberseite und drei Seiten der Anschlussflächen, die untersucht werden sollten .....                                                                     | 38    |
| Bild A.6 – Schematische Darstellung einer möglichen Prüfmusters und drei für die Untersuchung identifizierten 1,7 mm <sup>2</sup> großen Flächen .....                                                                                      | 38    |
| <br><b>Tabellen</b>                                                                                                                                                                                                                         |       |
| Tabelle 1 – Anleitung für die minimale Anschlussbenetzung beim Bestückungsvorgang von SMD-Leiterplatten .....                                                                                                                               | 11    |
| Tabelle 2 – Parameter der Oberflächenbeschichtungs-Technologie und des Fertigungsprozesses, die bei Änderung eine Annahme erfordern .....                                                                                                   | 15    |
| Tabelle 3 – Annahme-Prüfmatrix für Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen .....                                                                                                                                             | 15    |
| Tabelle 4a – Anforderungen an die Stichprobengröße für die Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen je Vorbehandlung für Bauelemente mit mehreren Anschlüssen .....                                        | 18    |
| Tabelle 4b – Anforderungen an die Stichprobengröße für die Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen je Vorbehandlung für passive Bauelemente und Einzelbauelemente mit vier oder weniger Anschlüssen ..... | 18    |
| Tabelle 5a – Prüfungen und Prüfdauer für die Technologieannahme .....                                                                                                                                                                       | 20    |
| Tabelle 5b – Prüfungen und Prüfdauer für die Annahme der Fertigungsprozessänderung .....                                                                                                                                                    | 21    |
| Tabelle 5c – Vorbehandlung für Technologie-/Fertigungsprozessänderung-Annahmeprüfung .....                                                                                                                                                  | 22    |
| Tabelle 6a – Annahmekriterien für die Technologie nach der maximal zulässigen Länge von Zinnwhiskern .....                                                                                                                                  | 24    |
| Tabelle 6b – Annahmekriterien für die Fertigungsprozessänderung nach der maximal zulässigen Länge von Zinnwhiskern .....                                                                                                                    | 24    |
| Tabelle A.1 – Anforderungen an Probenumfang für jede Vorbehandlung der Prüfmuster .....                                                                                                                                                     | 32    |
| Tabelle A.2 – Freigestellte Vorbehandlungen von Zinnwhisker-Prüflingen .....                                                                                                                                                                | 33    |
| Tabelle A.3 – Reflow-Profile für die freigestellte Vorkonditionierung <sup>1</sup> .....                                                                                                                                                    | 34    |
| Tabelle A.4 – Prüfbedingungen für Zinnwhisker .....                                                                                                                                                                                         | 36    |
| Tabelle A.5 – Standard-Protokollformate für die Prüfungen von Zinnwhiskern (allgemeine Angaben) .....                                                                                                                                       | 40    |
| Tabelle A.6 – Standard-Protokollformate für die Prüfungen von Zinnwhiskern (Detailangaben) .....                                                                                                                                            | 42    |
| Tabelle A.7 – Whiskerdichtebereiche, die beruhend auf der Anzahl beobachteter Whisker je Anschluss, Anschlussbereich oder Prüfmusterfläche bestimmt werden können .....                                                                     | 43    |

## Einleitung

Zahlreiche Firmen in der Elektronikindustrie haben Oberflächenbeschichtungen auf Zinnbasis eingeführt, um damit den zahlreichen gesetzgebenden Initiativen nach dem Verzicht auf Blei nachzukommen, z. B. die RoHS-Richtlinie der Europäischen Union. Jedoch sind Oberflächenbeschichtungen aus Zinn (Sn) und Zinnlegierungen anfällig für die Bildung von Zinnwhiskern, die mit der möglichen Verschlechterung der Zuverlässigkeit im Zusammenhang stehen. Zur Verringerung der Whiskerneigung auf ein annehmbares Maß können geeignete Gegenmaßnahmen eingeführt werden.

Die Prüfbedingungen in Anhang A und die Anerkennungsgrenzwerte, die in diesem Schriftstück angegeben sind, beruhen auf weltweit bekannten Daten von Zinnwhiskern. Diese Prüfbedingungen wurden allerdings nicht in Wechselbeziehung mit längeren Umweltbeanspruchungen von Komponenten im praktischen Einsatz gebracht. So ist es gegenwärtig nicht möglich, eine quantitative Vorhersage für Whiskerlängen über lange Zeitabschnitte zu treffen, die auf Längen beruhen, welche bei den in diesem Schriftstück beschriebenen Kurzzeitprüfungen gemessen worden sind. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung war der grundlegende Mechanismus für das Wachstum von Zinnwhiskern noch nicht vollständig aufgedeckt und Beschleunigungsfaktoren sind nicht festgestellt worden. Aus diesem Grunde garantiert die in diesem Schriftstück beschriebene Prüfung nicht, dass Whisker unter aktiven Feldbedingungen wachsen oder nicht wachsen.

## 1 Anwendungsbereich

Die Methodik, die in diesem Schriftstück beschrieben wird, ist für die Umwelt-Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen auf Zinnbasis und Gegenmaßnahmen für Zinnwhisker anwendbar. Für Anwendungen mit besonderen Anforderungen (d. h. Militär, Raumfahrt usw.) kann diese Methodik möglicherweise nicht ausreichend sein. In den entsprechenden Leistungsbeschreibungen (Beschaffungsdokumenten) dürfen zusätzliche Anforderungen festgelegt werden.

Diese Festlegungen sind nicht anwendbar für Bauteile, die nur Anschlüsse auf der Unterseite haben, bei denen die gesamte plattierte Oberfläche während der Montage benetzt wird (Quad-Flat-Bauteile ohne Anschlussleiter und Ball-Grid-Array-Bauteile oder Bump-Anschlüsse bei Flip-Chip-Technologie). Die Einhaltung dieser Norm schließt die in Abschnitt 6 beschriebenen Anforderungen an Berichte ein.

## 2 Begriffe

### 2.1

#### Grundmetall

Metalllegierung, die sich unter allen Oberflächenbeschichtungen und/oder der Zwischenschicht befindet (siehe Bild 1)

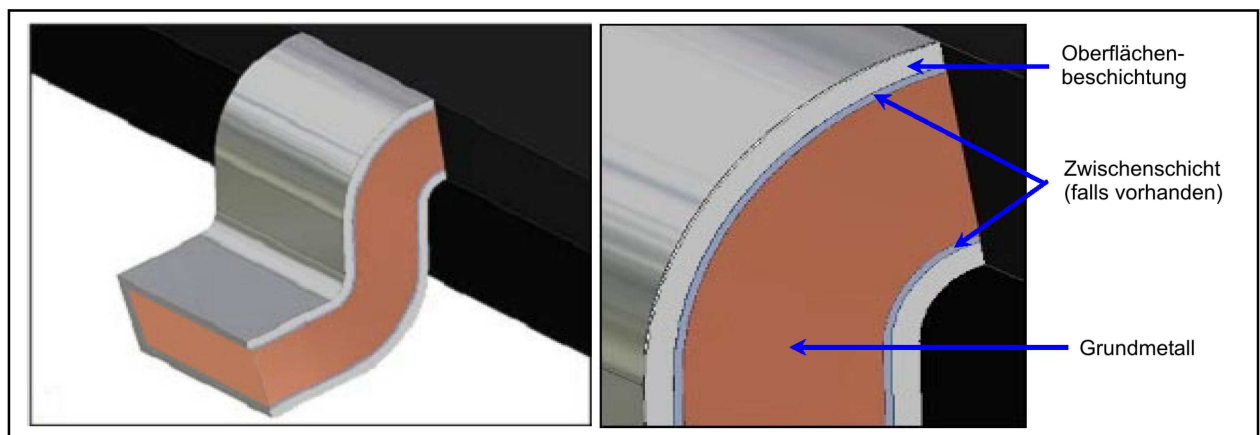


Bild 1 – Querschnittsdarstellung der Oberflächenbeschichtungen eines Bauteils

## 2.2

### **Oberflächenbeschichtung aus Zinn oder Zinnlegierungen**

äußere Beschichtung der Oberfläche auf Zinnbasis für äußere Anschlüsse von Bauteilen und weitere freiliegende Metallteile

## 2.3

### **Gegenmaßnahmen für Zinnwhisker**

Prozess(e), der (die) bei der Fertigung eines Bauteils durchgeführt wird (werden), um die Wachstumsneigung von Zinnwhiskern durch Abbau der inneren Druckkräfte der Oberflächenbeschichtung zu verringern

## 2.4

### **Annahme einer Änderung des Fertigungsprozesses, Oberflächenbeschichtung**

Annahmeprüfung einer Änderung des Fertigungsprozesses der Oberflächenbeschichtung, die bereits durch die Technologieannahme abgenommen worden ist

## 2.5

### **Ähnlichkeitsannahme, Oberflächenbeschichtung**

Annahme einer Änderung des Fertigungsprozesses der Oberflächenbeschichtung, die auf der Ähnlichkeit und verfügbaren Daten von früheren Annahmeprüfungen der Zinnwhisker-Technologie und Änderungen der Fertigungsprozesse beruht

## 2.6

### **Oberflächenkorrosion**

eine lokal begrenzte Veränderung auf einer silberfarbenen Zinn-Oberflächenbeschichtung, die unter einem optischen Mikroskop als nicht reflektierende dunkle Flecken sichtbar werden und in der Größe von etwa 25 µm der längsten Ausdehnung bis zum gesamten Anschluss reichen

ANMERKUNG Da Zinnoxid auf Oberflächenbeschichtungen aus Zinn allgegenwärtig ist, erzeugt die Oberflächenkorrosion eine lokal begrenzte dicke Schicht aus Zinnoxid, die vom Substrat bis zur Oberfläche der Ablagerung an dem schwarzen Fleck reichen kann. Die Fotografien in den Bildern 2a bis 2d zeigen typische Korrosionen von Anschlüssen.

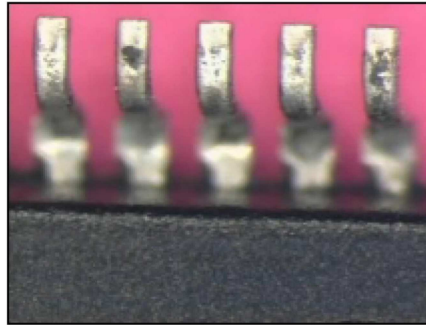


Bild 2a – Mattes Sn auf Cu mit Ni-Überzug (optisch)

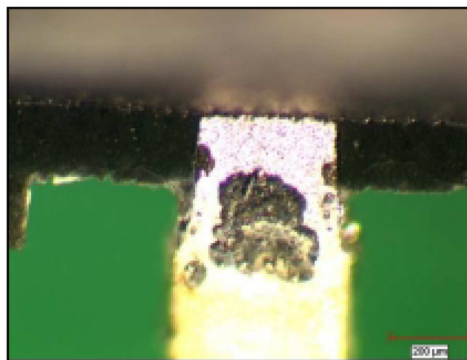


Bild 2b – Mattes Sn auf Cu (optisch)

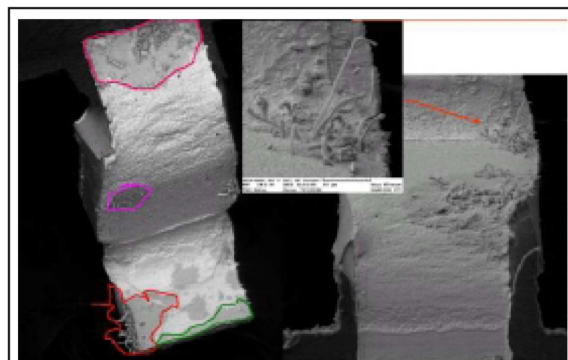


Bild 2c – Mattes Sn auf Cu (REM)

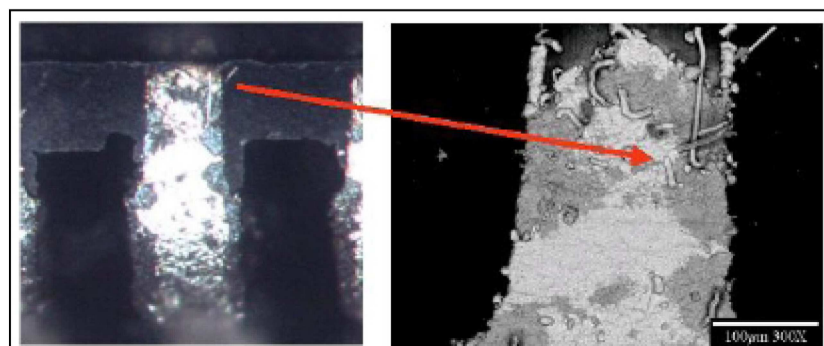


Bild 2d – Mattes Sn auf Cu (optisch/REM)

Bild 2 – Typische Fotografien von Anschlusskorrosionen

## 2.7

### **Technologieannahme, Oberflächenbeschichtung**

Annahmeprüfung der Materialzusammensetzung und des Fertigungsprozesses einer Oberflächenbeschichtung, die eine definierte Zusammenstellung von Grundmetallen, Zwischenschichtmetallen, Oberflächenbeschichtungslegierungen, Chemie des Oberflächenbeschichtungsbades und der Prozessablaufschritte umfasst

## 2.8

### **Zwischenschicht**

Unterlage

galvanisierte Schichten zwischen dem Grundmetall und der äußeren Oberflächenbeschichtung

## 2.9

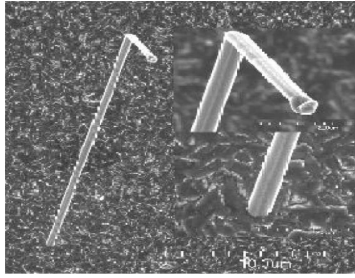
### **Whisker**

ein spontaner säulenförmiger oder zylindrischer Auswuchs aus üblicherweise monokristallinem Metall, der aus der Oberfläche einer Beschichtung austritt (siehe Bild 3 für Beispiele von Zinnwhiskern)

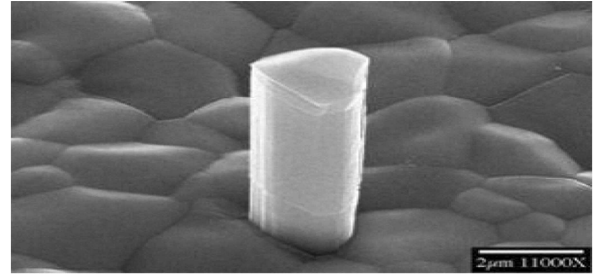
ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieses Schriftstücks besitzen Whisker die folgenden Eigenschaften:

- ein Seitenverhältnis (Länge/Breite) größer als 2;
- können geknickt, gebogen, gedreht sein;
- besitzen üblicherweise eine einheitliche Querschnittsform;
- bestehen üblicherweise aus einem einzelnen säulenförmigen Auswuchs, der sich selten verzweigt;
- können Riefen entlang der Länge der Säule und/oder Ringe um den Umfang der Säule haben;
- eine Länge von 10 µm oder mehr (Merkmale, die kleiner als 10 µm sind, können für die Forschung wichtig sein, werden aber für dieses Prüfverfahren als nicht maßgeblich betrachtet).

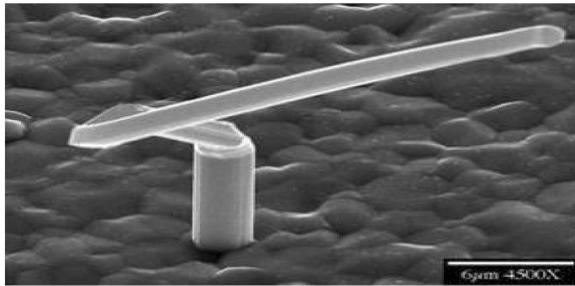
ANMERKUNG 2 Whisker dürfen nicht mit Dendriten verwechselt werden: farnartiges Wachstum auf der Oberfläche eines Werkstoffs, das sich im Ergebnis von Elektromigration einer Ionenart ausbildet oder während der Verfestigung erzeugt wird. (Siehe Bild 4 mit einem typischen Kristallisierungsdendriten.)



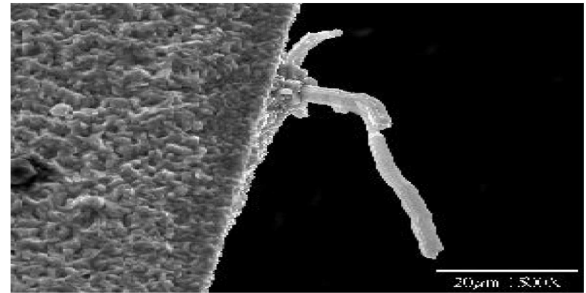
Zinnwhisker-Fäden



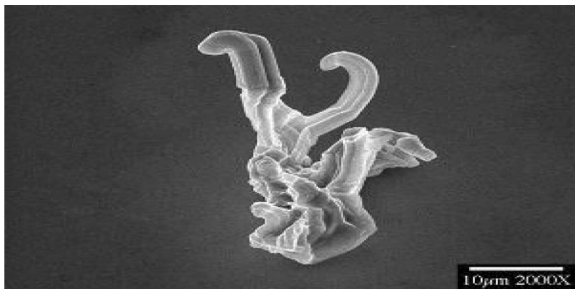
Whisker mit gleichmäßigem Querschnitt



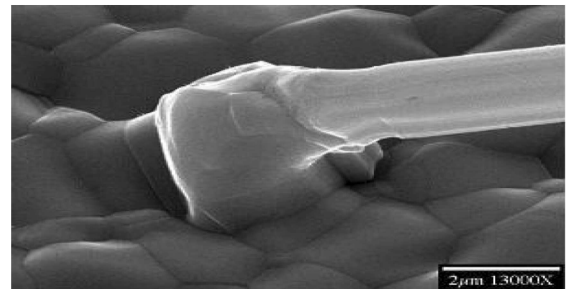
Geknickter Whisker



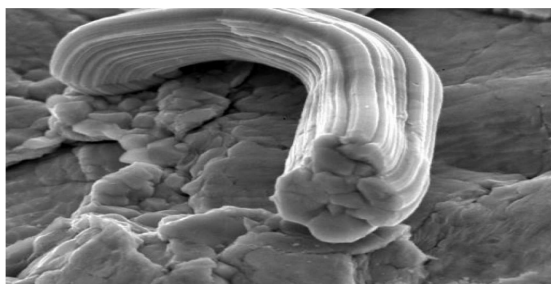
Geknickter Whisker, der aus einer Knolle wächst



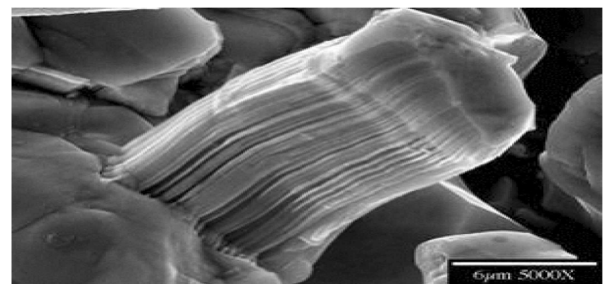
Verzweigter Zinnwhisker auf Glanzzinn (selten)



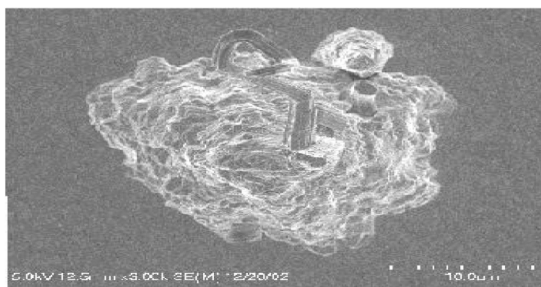
Von einem Hügelchen ausgehender Whisker



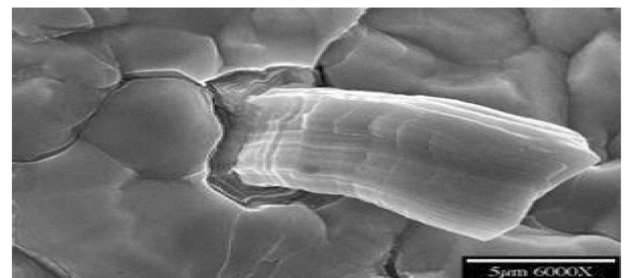
Zinnwhisker mit Streifen



Zinnwhisker mit Streifen

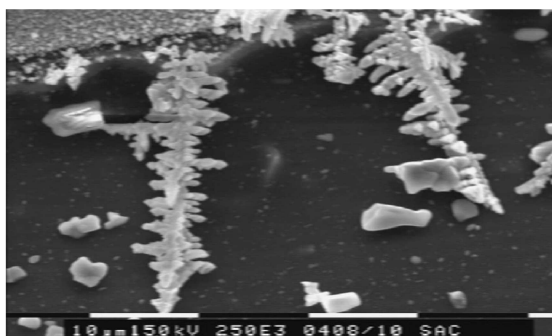


Geknickter Whisker auf Ausbruch mit unregelmäßiger Form

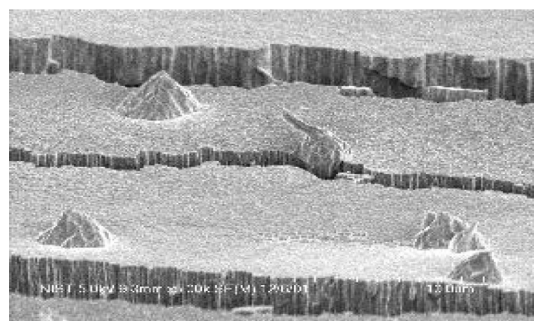


Zinnwhisker mit Ringen

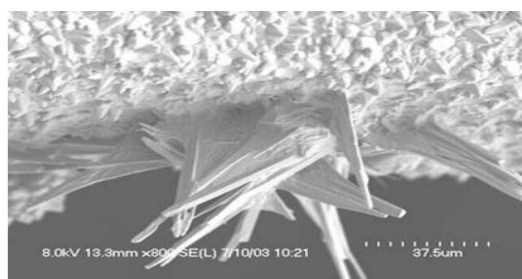
**Bild 3 – Beispiele von Zinnwhiskern**



Dendriten zeigen sich als farnartiges Wachstum, welches sich beispielsweise während der Verfestigung bildet. Sie sind keine Whisker.



In einigen Fällen können Hügelchen Vorboten für Whisker sein, welche jedoch für die Anwendung dieses Prüfverfahrens nicht als Whisker angesehen werden



„Blumen“, erzeugt auf einer Zinnschicht, die der Prüfbedingung der Lagerung bei hoher Temperatur/ Luftfeuchte ausgesetzt war, sind höchstwahrscheinlich das Ergebnis einer Kombination aus Oberflächenverschmutzung und Kondensation



Dendriten, die sich auf einer Zinnoberfläche während der Beschichtung gebildet haben. Sie sind keine Zinnwhisker

**Bild 4 – Oberflächenformen, die keine Whisker sind**

## 2.10

### Whiskerlänge

der geradlinige Abstand vom Entstehungspunkt des Whiskers bis zu dem Punkt mit dem größten Abstand auf dem Whisker (d. h. der Radius einer Kugel, deren Mittelpunkt der Entstehungspunkt ist, siehe Bild 5)

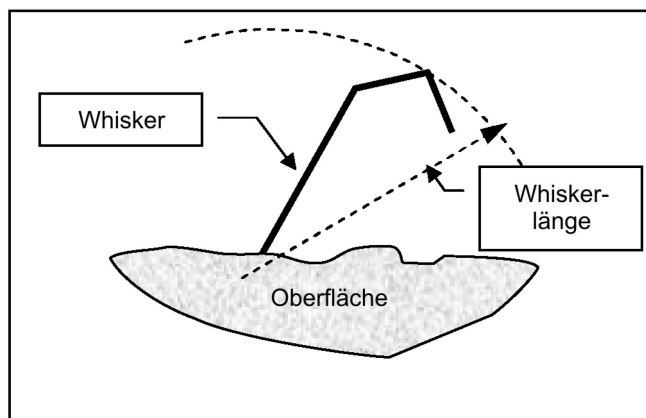


**Bild 5 – Messung der Whiskerlänge**

## 2.11

### **Whiskerdichte**

Anzahl der Whisker je Flächeneinheit auf einem Anschluss oder einer Prüfmusterfläche

## 2.12

### **Whiskerwachstum**

messbare Veränderungen der Whiskerlänge und/oder der Whiskerdichte nach der Beanspruchung mit einer Whisker-Prüfbedingung mit einer bestimmten Dauer oder Zyklenanzahl

## 2.13

### **Whisker-Prüfmuster**

ein Metallteil mit festgelegter Größe und Form, welches für die Zwecke der Messung der Neigung zu Whiskerbildung und -wachstum mit einer Zinnüberzug galvanisch beschichtet oder tauchbeschichtet worden ist

## 2.14

### **kleinster Anschlussabstand**

der kleinste Abstand zwischen den Anschlüssen, wie in Bild 6 dargestellt

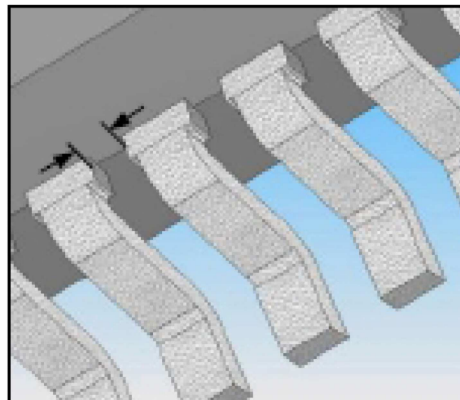


**Bild 6 – Kleinster Anschlussabstand**

## 2.15

### **Mattzinn**

Mattzinn ist eine Zinnschicht mit niedriger innerer Spannung und größeren Korngrößen, üblicherweise 1 µm oder größer, und einem Kohlenstoffgehalt kleiner als 0,050 %

## 2.16

### **Glanzzinn**

Glanzzinn ist eine Zinnschicht mit hoher innerer Spannung und kleinerer Korngröße von 0,5 µm bis 0,8 µm und einem Kohlenstoffgehalt von 0,2 % bis 1,0 %

## 3 Prüfverfahren für die Messung des Wachstums von Zinnwhiskern

### 3.1 Verfahren

Für die Erfüllung dieser Annahmespezifikation sind die Verfahren nach Anhang A für die Durchführung der Beanspruchungsprüfung und Untersuchungen hinsichtlich des Wachstums von Zinnwhiskern anzuwenden, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes festgelegt wird.

### 3.2 Prüflinge

Für die Annahmeprüfung sind in den meisten Fällen einzelne Fertigungskomponenten zu verwenden. Bei einigen zusammengesetzten Komponenten, die zinnbeschichtete Oberflächen im Inneren haben und optisch nicht untersucht werden können, z. B. innere Oberflächen von Behältern und Deckel von Hybrid-Bauelementen, kann die Prüfung und Untersuchung der Einzelteile notwendig sein. Bauteile mit Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen, die in Einpress-/Sockel-Anwendungen oder gemeinsam mit anderen druckausübenden mechanischen Verbindungen eingesetzt werden, sollten in ihrem Aufbau für die Endanwendung qualifiziert werden. Für die Prüfung mechanisch belasteter Bauteile können ergänzende Prüfungen und/oder Spezifikationen erforderlich sein.

### 3.3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Handhabung

Zur Vermeidung möglicher Beschädigung oder der Ablösung von Whiskern von den Prüflingen ist eine vorsichtige Handhabung der Prüflinge unerlässlich. Übermäßige Vibrationen, Stoß oder physikalischer Kontakt mit der fertigen Beschichtung sollten vermieden werden, weil die Whisker beseitigt werden können. Wenn die Prüflinge zur weiteren Beanspruchung wieder zurückgeführt werden, sollte die Verunreinigung der Prüflinge durch unsachgemäße Handhabung oder durch die Anwendung eines leitfähigen Materials für die REM-Untersuchung vermieden werden, weil derartige Materialien das Verhalten des Whiskerwachstums beeinflussen können. Ebenso sollten die in Anhang A beschriebenen Verfahren zur Einschränkung der Kondensation auf den Prüflingen während der Prüfung mit feuchter Wärme eingehalten werden, weil Kondensation die Wahrscheinlichkeit von Oberflächenkorrosion erhöht.

### 3.4 Reflow-Montage

Der Leiterplattenmontage muss sowohl den Einfluss der typischen Reflow-Temperaturen und der metallurgischen Auswirkungen eines typischen Lotwerkstoffs widerspiegeln. Von dieser Prüfung sind Bauelemente ausgenommen, bei denen die Anschlüsse sogar dann vollständig benetzt werden, wenn der Montagevorgang der Leiterplatte bei den unteren Grenzwerten des Prozessfensters durchgeführt wird. Dies gilt zum Beispiel für:

- Bauelemente ohne herausgeführte Anschlüsse,
- Bauelemente mit Flachanschlüssen.

Es ist wichtig, dass nach dem Bestückungsvorgang der Leiterplatte ein Teil der Fläche unbenetzt bleibt, weil die Whisker üblicherweise nur auf der unbenetzten Oberflächenbeschichtung wachsen. Diese Fläche muss mindestens 1/3 der Anschlussoberfläche repräsentieren. Es ist eine technische Begründung (Dokumentation) bereitzustellen, dass die Anforderung nach mindestens 1/3 unbenetzter Fläche eingehalten worden ist, z. B. mit statistischer EDX-Analyse usw. Aufgrund der Verringerung der Anschlussfläche, die vom Lot der Leiterplatte benetzt wird, ist es notwendig, die Anzahl der zu untersuchenden Prüflingsanschlüsse zu erhöhen. Diese Zunahme der Untersuchungen sollte darauf beruhen, dass etwa die gleiche Fläche wie eine unbenetzte Anschlussfläche erreicht wird. Wenn beispielsweise nur 1/3 der Anschlussfläche nicht benetzt wird, dann ist das Dreifache der Anschlussanzahl wie bei einem nicht bestückten Bauelement zu untersuchen, d. h.  $96 \times 3 = 288$  je Beanspruchungsprüfung.

Aufgrund der Anforderung nach minimaler Benetzung der Anschlüsse wird sich dieser Bestückungsvorgang der Leiterplatte wahrscheinlich etwas vom typischen Bestückungsvorgang in der Fertigung unterscheiden. In Fällen, in denen die Annahme von mehreren Bauelementetypen nach der Ähnlichkeit beurteilt wird (Tabelle 2 und Tabelle 3), wird empfohlen, die Leiterplattenbestückung mit dem Bauelementetyp mit den längsten Anschlüssen durchzuführen, um so das Vorhandensein von unbenetzter Oberfläche zu begünstigen. In Tabelle 1 wird eine weitere Anleitung für den Bestückungsvorgang der Leiterplatte gegeben, der bei der Verkleinerung der Anschlussbenetzung behilflich sein kann. Da die Auswirkungen von Flussmittelrückständen auf das Whiskerwachstum nicht bekannt sind, wird abschließend empfohlen, vor der Annahmeprüfung eine Reinigung der Prüfleiterplatte von Flussmittelrückständen durchzuführen.

**Tabelle 1 – Anleitung für die minimale Anschlussbenetzung beim Bestückungsvorgang von SMD-Leiterplatten**

| Anleitung für die minimale Anschlussbenetzung beim Bestückungsvorgang von SMD-Leiterplatten <sup>2</sup>                                                                                              |                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Reflow-Atmosphäre                                                                                                                                                                                     | Luft                                                                             |
| Flussmitteltyp                                                                                                                                                                                        | Schwach aktiviert                                                                |
| Pastenlegierung                                                                                                                                                                                       | Vorbedingung C: SnPb<br>Vorbedingung D: SnAgCu                                   |
| Schablone                                                                                                                                                                                             | Echte Abschnitte aus der Fertigung; Öffnung und/oder Dicke können gefordert sein |
| Reflow-Profil <sup>1</sup>                                                                                                                                                                            | SnPb- und Pb-freie-Reflow-Profile nach Tabelle A.3 und Bild A.2                  |
| ANMERKUNG 1 Es kann in einigen Fällen hilfreich sein, einen Spitzenwert der Temperatur am unteren Ende des Bereichs anzuwenden, um dadurch ein zu umfangreiches Benetzen der Anschlüsse zu vermeiden. |                                                                                  |
| ANMERKUNG 2 Die Leiterplatten brauchen elektrisch nicht funktionstüchtig zu sein.                                                                                                                     |                                                                                  |

## 4 Annahmeverfahren für Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen

### 4.1 Bestimmung, ob eine Technologie-, Fertigungsprozess- oder Ähnlichkeits-Annahmeprüfung erforderlich ist

Die Annahmeanforderungen für Beschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen hängen von der Vorgeschichte der Annahmeprüfung der Oberflächenbeschichtung ab. Bei einer Oberflächenbeschichtung ohne Vorgeschichte der Annahmeprüfung ist eine strenge Technologie-Annahmeprüfung vollständig nach 4.3 durchzuführen. Wenn die Zinn- oder Zinnlegierungsbeschichtung bereits eine Technologie-Annahmeprüfung durchlaufen hat, dann muss jede Veränderung im Fertigungsprozess oder der Metallurgie entweder als Technologieänderung, Fertigungsprozessänderung oder als eine auf der Ähnlichkeit beruhende geringfügige Veränderung eingestuft werden. Für die Unterscheidung zwischen der Annahme einer Technologie- und einer Fertigungsprozessänderung kann Tabelle 2 als Orientierungshilfe herangezogen werden. Für die Einstufung, ob eine Änderung entweder als Technologieänderung, Fertigungsprozessänderung oder als auf Ähnlichkeit beruhende geringfügige Änderung gilt, muss Tabelle 3 angewendet werden. Außerdem sind in Tabelle 3 die geforderten Prüfungen angegeben, die im Einzelnen in Tabelle 4 und Tabelle 5 in Abschnitt 4 beschrieben werden. Das Annahmeverfahren für Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen muss dem in Bild 7 dargestellten Prozessablauf folgen. Ein(e) spezifische(r) Oberflächenbeschichtungs-/ Abhilfeprozess oder dessen -veränderung macht eine Annahme der Technologie- oder Fertigungsprozessänderung notwendig, sofern die Änderung nicht durch die Ähnlichkeit erfasst wird. Der typische Prüfablauf für die Technologieannahme mit der kleinsten Prüflingsanzahl für Bauelemente mit zahlreichen Anschlüssen mit einem Trägerstreifen aus Kupferlegierung und mit Nacherwärmungs-Entspannungstechnologie (en: post bake mitigation technology) ist in Bild 8 dargestellt.

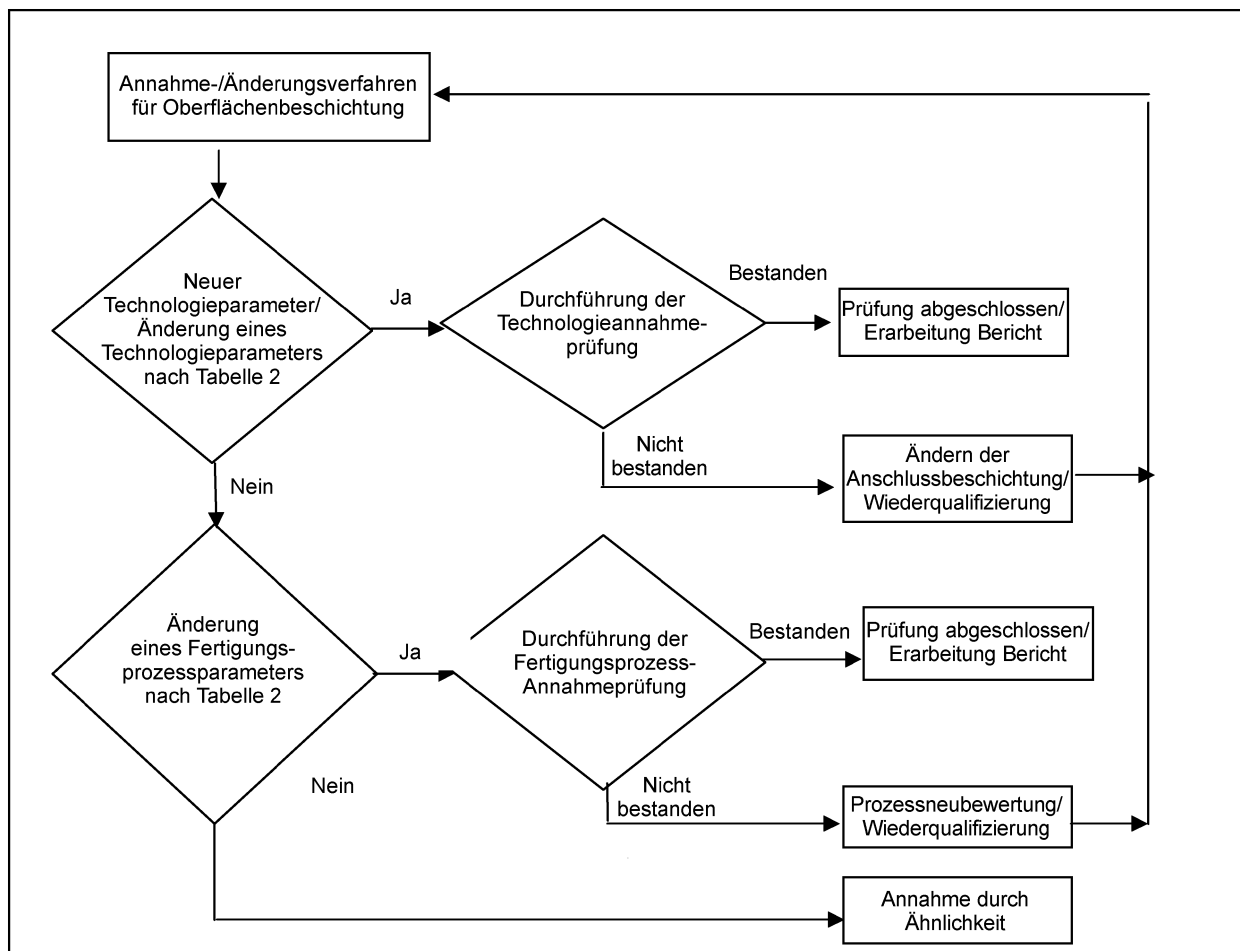


**Bild 7 – Flussdiagramm zur Bestimmung, ob eine Technologieannahmeprüfung, eine Fertigungsprozessannahmeprüfung oder ob auf Grundlage der Ähnlichkeit keine Prüfung erforderlich ist**

The flowchart illustrates the qualification process for the 'Technische Fertigung' exam, starting with three groups of candidates (Los 1, Los 2, Los 3) and branching into two main paths based on preparation conditions.

**Los 1 (2 Prüflinge):** Green box.

**Los 2 (2 Prüflinge):** Light blue box.

**Los 3 (2 Prüflinge):** Yellow box.

**Vorbereitung Bedingung C (SnPb Reflow):** This path involves a 'Vorbereitung Bedingung C' step, followed by a 'Temperaturwechselprüfung' (Temperature Change Test) and a 'Sortierprüfung' (Sorting Test) with 32 connections. The 'Detailprüfung' (Detail Test) follows, with 18 connections. The final results are categorized into 'Bestanden' (Passed) and 'Nicht bestanden' (Failed).

**Vorbereitung Bedingung A (Keine Vorbedingung):** This path involves a 'Vorbereitung Bedingung A' step, followed by a 'Prüfung mit Lagerung bei hoher Temperatur und Luftfeuchte' (Test with storage at high temperature and humidity) and a 'Sortierprüfung' (Sorting Test) with 32 connections. The 'Detailprüfung' (Detail Test) follows, with 18 connections. The final results are categorized into 'Bestanden' (Passed) and 'Nicht bestanden' (Failed).

**Wiederholung nach Tabelle 5:** A box indicating the next step for candidates who failed the initial test, leading back to the 'Sortierprüfung' step.

**AVA** Documents  
Document Sharing Hub

(fortgesetzt)

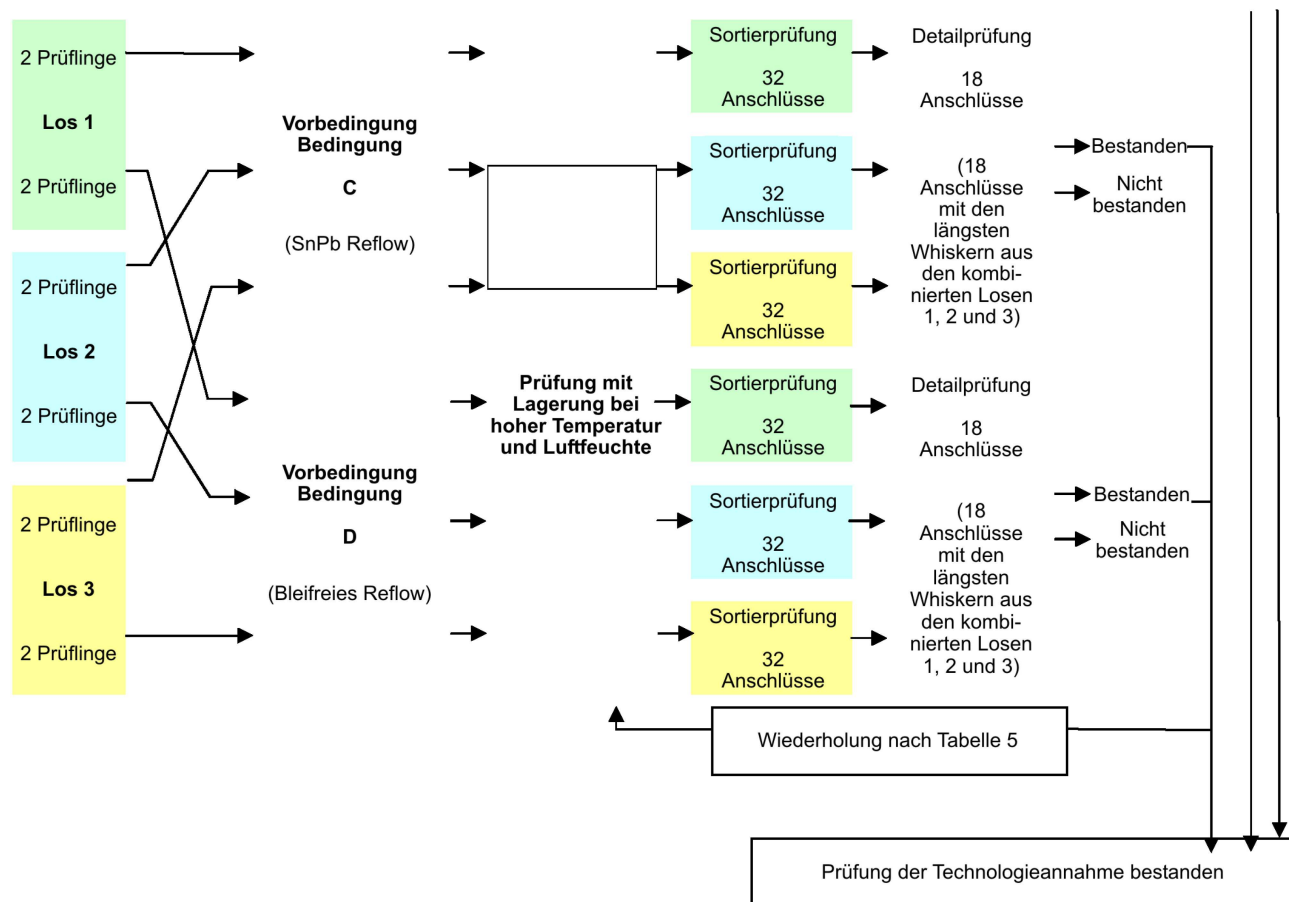


**Bild 8 – Prüfablauf für die Technologieannahme für Bauelemente mit zahlreichen Anschlüssen mit Trägerstreifen aus Kupferlegierung und mit Nacherwärmungs-Entspannungstechnologie**

Die Annahmeanforderungen, die in diesem Dokument beschrieben werden, gelten für eine spezielle Oberflächenbeschichtung aus Zinn oder aus einer Zinnlegierung. Dieselbe Oberflächenbeschichtung kann auf mehreren Beschichtungslinien erzeugt und an mehreren Bauelementetypen verwendet worden sein, solange die in Tabelle 2 beschriebenen Parameter die gleichen sind. Für die Anwendung dieses Dokuments wird eine Oberflächenbeschichtung durch das Grundmetall, die Zusammensetzung und den chemischen Vorgang der Oberflächenbeschichtung sowie den Fertigungsprozess, Montageprozess und Bauelementetyp, sowie den Werks- oder Beschichtungsprozess definiert. Diese Kategorien sind in der linken Spalte von Tabelle 2 aufgeführt. Innerhalb dieser Kategorien gibt es Hauptparameter, die als Technologieparameter bezeichnet werden, und Nebenparameter, die als Fertigungsprozessparameter bezeichnet werden, welche die Oberflächenbeschichtung aus Zinn oder Zinnlegierung definieren. Jede neue Oberflächenbeschichtung muss einer Technologieannahmeprüfung unterzogen werden. Weiterhin machen Änderungen der Technologieparameter eine neue Technologieannahmeprüfung erforderlich, und Änderungen eines Fertigungsprozessparameters erfordern eine erneute Annahmeprüfung des Fertigungsprozesses nach dem Flussdiagramm in Bild 7.

**Tabelle 2 – Parameter der Oberflächenbeschichtungs-Technologie und des Fertigungsprozesses, die bei Änderung eine Annahme erfordern**

| Parameter                                                             | Technologieparameter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Fertigungsprozessparameter                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grundmetall                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammensetzung des Grundmetalls</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Typ, z. B. geätzt oder gestanzt</li> </ul>                                                                             |
| Zusammensetzung der Oberflächenbeschichtung                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammensetzung der Legierung der Oberflächenbeschichtung</li> <li>Dicke der Oberflächenbeschichtung</li> <li>Zusammensetzung der Zwischenschicht</li> <li>Dicke der Zwischenschicht</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
| Chemischer Vorgang oder Fertigungsprozess der Oberflächenbeschichtung | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschichtungsprozess für die Oberflächenschicht</li> <li>Prozesschemie</li> <li>Zwischenschichtprozess</li> <li>Chemische Vorgänge beim Zwischenschichtprozess</li> <li>Tauchprozess</li> <li>Chemische Vorgänge beim Tauchprozess</li> <li>Prozessparameter des Nacherwärmens</li> <li>Lieferant des Beschichtungsbades</li> <li>Steuerung der Hauptparameter des Beschichtungsprozesses</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerung der Nebenparameter des Beschichtungsprozesses</li> <li>Steuerung der Parameter des Tauchprozesses</li> </ul> |
| Bestückungsvorgang und Bauelementtyp                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formgebungsprozess der Anschlüsse</li> </ul>                                                                           |
| Werks- oder Beschichtungsprozess                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inbetriebnahme eines neuen Werks</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>neue Beschichtungs-ausrüstung</li> </ul>                                                                               |

In Tabelle 3 sind die Annahmeprüfungen aufgeführt, die für die Technologie und den Fertigungsprozess bei der Änderung von Parametern gefordert sind. Die Einzelheiten der Prüfungen werden in Tabelle 4 und Tabelle 5 a) bis c) beschrieben. In Tabelle 3 sind auch diejenigen Parameter definiert, die als geringfügig angesehen werden und nach dem Flussdiagramm in Bild 7 keine zusätzliche Prüfung erforderlich machen.

**Tabelle 3 – Annahme-Prüfmatrix für Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen**

| Technologie oder<br>Fertigungsprozessparameter | Beispiele                                           | Art der<br>Qualifi-<br>zierung <sup>1</sup> | Annahmeprüfungen erforderlich |                     |                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|
|                                                |                                                     |                                             | TC <sup>2</sup>               | Temp. u.<br>Feuchte | Hohe<br>Temp. u.<br>Feuchte |
| Grundmetall                                    |                                                     |                                             |                               |                     |                             |
| Legierung des Grundmetalls <sup>3</sup>        | Grundmetall, z. B. Kupferlegierung, FeNi42          | T                                           | x                             | x                   | x                           |
| Lieferant des Grundmetalls <sup>4</sup>        | Lieferant A gegenüber B, gleiches Metall            | S                                           | —                             | —                   | —                           |
| Typ des Trägerstreifens                        | geätzt / gestanzt                                   | P                                           | x                             | x                   | x                           |
| Zusammensetzung der Oberflächenbeschichtung    |                                                     |                                             |                               |                     |                             |
| Legierung der Oberflächen-<br>beschichtung     | Sn, SnAg3,5, SnBi2-4, SnBi5-7, SnCu1,<br>SnCu3      | T                                           | x                             | x                   | x                           |
| Dicke der Oberflächen-<br>beschichtung         | Änderung der Dickengrenzwerte                       | T                                           | x                             | x                   | x                           |
| Zusammensetzung der<br>Zwischenschicht         | Änderung der Zusammensetzung der<br>Zwischenschicht | T                                           | x                             | x                   | x                           |
| Dicke der Zwischenschicht                      | Änderung der Dickengrenzwerte                       | T                                           | x                             | x                   | x                           |

Tabelle 3 (fortgesetzt)

| Technologie oder Fertigungsprozessparameter                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Beispiele                                                                                                                                               | Art der Qualifizierung <sup>1</sup> | Annahmeprüfungen erforderlich |                  |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |                                     | TC <sup>2</sup>               | Temp. u. Feuchte | Hohe Temp. u. Feuchte |
| Chemie oder Prozess der Oberflächenbeschichtung                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| Beschichtungsprozess für die Oberflächenschicht                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Reihe / Schiene / Trommel, Glanzzinn / Mattzinn <sup>7</sup>                                                                                            | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Zwischenschichtprozess                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Änderung des Zwischenschichtprozesses                                                                                                                   | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Prozesschemie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | MSA, Säuremischung, usw.                                                                                                                                | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Lieferant des Beschichtungs-bades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lieferant A gegenüber B                                                                                                                                 | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Hauptgrenzwerte des Beschichtungsprozessfensters                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Über die Grenzwerte des Prozessfensters hinausgehende Änderungen für Zusatzmittel, Metallgehalt, Säuregehalt, Stromdichte, Temperatur, Verunreinigungen | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Nebengrenzwerte des Beschichtungsprozessfensters                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Über die Grenzwerte des Prozessfensters hinausgehende Änderungen für Zusatzmittel, Metallgehalt, Säuregehalt, Stromdichte, Temperatur, Verunreinigungen | S                                   | —                             | —                | —                     |
| Tauchprozess                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Änderung des Flussmittels, Verunreinigungen, Eintauchgeschwindigkeit, Abkühlgeschwindigkeit usw.                                                        | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Nacherwärmungsprozess                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Änderung der Parameter des Erwärmungsprozesses                                                                                                          | T                                   | x                             | x                | x                     |
| Bestückungsvorgang und Bauform der Bauelemente                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| Anschlussform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | J-Anschluss / Gullwing                                                                                                                                  | S                                   | —                             | —                | —                     |
| Anschlussanzahl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | unterschiedliche Anschlussanzahl                                                                                                                        | S                                   | —                             | —                | —                     |
| Maße der Anschlüsse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | z. B. 0,25 mm breit, 0,18 mm breit                                                                                                                      | S                                   | —                             | —                | —                     |
| Werks- oder Beschichtungsprozess <sup>5</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| Inbetriebnahme eines neuen Werks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | neues Werk                                                                                                                                              | P <sup>6</sup><br>T                 | x<br>x                        | x<br>x           | x<br>x                |
| Neue Beschichtungslinie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Anerkannte(s/r) Technologie / Werk / Lieferant                                                                                                          | S                                   | —                             | —                | —                     |
| Neue Beschichtungs-ausrüstung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | neue Beschichtungslinie oder Standortwechsel einer Linie                                                                                                | P                                   | x                             | x                | x                     |
| ANMERKUNG 1 T = Technologieannahme; P = Annahme der Fertigungsprozessänderung; S = Ähnlichkeitsannahme.                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 2 Für die Annahme der Fertigungsprozessänderung darf die TC-Prüfung entfallen, wenn der thermische Ausdehnungskoeffizient des Grundmetalls > 15 ppm/K ist. Bei der Verwendung einer Zwischenschicht darf die TC-Prüfung nur dann entfallen, wenn der thermische Ausdehnungskoeffizient von Zwischenschicht und Grundmetall > 15 ppm/K ist. |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 3 Die Prüfung der Technologieannahme ist bei Änderungen der Kupferlegierungen nicht erforderlich, wenn eine Zwischenschicht angewendet wird, die die Kupferdiffusion in die Zinn-Oberflächenbeschichtung hinreichend begrenzt.                                                                                                             |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 4 Gleiche Grund-Metallurgie/Chemie einschließlich Oberflächenbeschichtung durch Flash-Metall.                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 5 Hinsichtlich Instandhaltungsarbeiten sollten Vorsichtsmaßnahmen eingeleitet werden, weil diese zu einer Änderung von Fertigungsprozessparametern führen können und eine höhere Neigung zu Whiskerwachstum zur Folge haben können.                                                                                                        |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 6 Die vorläufige Freigabe eines neuen Werks darf nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Anwender auf der Grundlage des Abschlusses der Annahme der Fertigungsprozessänderungen erteilt werden.                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |
| ANMERKUNG 7 Die Definitionen von Matt- bzw. Glanzzinn hinsichtlich der Korngröße und des Kohlenstoffgehalts sind in JP002 zu finden.                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                         |                                     |                               |                  |                       |

## 4.2 Prüflinge

### 4.2.1 Anforderungen an die Prüflinge

#### 4.2.1.1 Herstellung der Prüflinge und Oberflächenbeschichtung

Für die Prüfung der Technologie- und Fertigungsprozessannahme müssen Prüflinge und Oberflächenbeschichtungen aus der Fertigung verwendet werden. Die Zusammenstellung der Prüflinge aus der Fertigung, die für eine Technologie- oder Prozessannahmeprüfung verwendet werden, muss aus drei Losen mit der gleichen Oberflächenbeschichtung bestehen, wie es in Bild 4 dargestellt ist. Die Zusammenstellung der Prüflinge aus der Fertigung, die für die Annahmeprüfung des technologischen Ablaufs oder des Fertigungsprozesses verwendet werden, muss aus drei Losen mit der gleichen Oberflächenbeschichtung bestehen, wie es in Bild 4 dargestellt ist. Die geforderten drei Lose der Oberflächenbeschichtung dürfen in Intervallen von einer Woche auf derselben Beschichtungslinie beschichtet worden sein oder sie dürfen gleichzeitig auf unterschiedlichen Beschichtungslinien innerhalb desselben Werks mit der gleichen Oberflächenbeschichtung beschichtet worden sein, die anhand der gleichen in Tabelle 2 aufgeführten Technologie- und Prozessparameter bestimmt ist. Bei jeder Prüfung oder jeder Zwischenbewertung müssen dieselben Prüflinge verwendet werden, wie in 4.3 beschrieben. Bauelementprüflinge für Anwendungen mit mechanischen Verbindungen, d. h. Einpress-/Sockel-Anwendungen usw. sollten in ihrem Aufbau für die Endanwendung qualifiziert werden.

#### 4.2.1.2 Formen der Anschlüsse

Die für die Prüfung ausgewählten Prüflinge sind unter Berücksichtigung der Anschlussform zu selektieren. Es ist nicht notwendig, jede Anschlussform zu prüfen. Für integrierte Schaltungen und Bauelemente mit herausgeführten Anschlüssen ist die Gullwing-Konfiguration (sofern verfügbar) zu prüfen. Ist dies nicht anwendbar, so ist eine Anschlussform zu wählen, die bei den nach der Beschichtung durchgeführten Richt- und Beschnittvorgängen die stärkste Zinnverformung erfährt. Bei anderen Bauelementtypen ist für die Prüfung das Produkt auszuwählen, welches bei den Richt- und Beschnittvorgängen (falls anwendbar) die stärkste Zinnverformung erfährt.

### 4.2.2 Stichprobengröße bei Bauelementen mit 5 oder mehr Anschlüssen

In Tabelle 4a ist eine Mindestmenge von 3 Beschichtungslosen mit 2 Prüflingen je Los für jede beschriebene Vorbehandlung (siehe Tabelle 5c) festgelegt, wodurch sich eine Mindestanzahl von 18 Prüflingen je Beanspruchungsprüfung ergibt. Ist die Anzahl der Anschlüsse je Prüfling kleiner als 16, muss die Anzahl der Bauelemente erhöht werden, um die geforderte Mindestanzahl der Anschlussuntersuchungen nach Tabelle 4a zu erfüllen.

### 4.2.3 Stichprobengröße bei passiven Bauelementen und Einzelbauelementen mit 4 Anschlüssen oder weniger

In Tabelle 4b ist eine Mindestmenge von 3 Beschichtungslosen mit 3 Prüflingen je Los für jede beschriebene Vorbehandlung (siehe Tabelle 5c) festgelegt, wodurch sich eine Mindestanzahl von 27 Prüflingen je Beanspruchungsprüfung ergibt.

### 4.2.4 Zusätzliche Prüflinge

Es wird empfohlen, bei der Lagerungsprüfung mit hoher Temperatur/Luftfeuchte zusätzliche Prüflinge zu der in den Tabellen 4a und 4b angegebenen Mindestanzahl einzubeziehen, weil es die Möglichkeit der Oberflächenkorrosion gibt, die dazu führen könnte, dass Anschlüsse oder Bauelemente von der Whiskeruntersuchung ausgenommen werden. Wie es in Abschnitt 2 definiert und in 4.3 diskutiert wird, dürfen Anschlüsse oder Bauelemente aufgrund der Oberflächenkorrosion von der Untersuchung ausgenommen werden. Weil die durch Korrosion ausgefallenen Anschlüsse oder Bauelemente für eine gültige Prüfung ersetzt werden müssen, ist es von Vorteil, die Prüfung mit zusätzlichen Prüflingen zu beginnen.

**Tabelle 4a – Anforderungen an die Stichprobengröße für die Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen je Vorbehandlung für Bauelemente mit mehreren Anschlüssen**

| Beanspruchungsart                | Anforderungen an die Mindeststichprobengröße und die Untersuchungen je Vorbehandlung |                  |                                                           |                                                               |                                                                 |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                  | Lose je Beanspruchung                                                                | Prüflinge je Los | Untersuchte Bauelemente je Zwischenbewertung <sup>1</sup> | Sichtungsprüfung Anschlüsse je Zwischenbewertung <sup>2</sup> | Detailuntersuchung Anschlüsse je Zwischenbewertung <sup>3</sup> |
| Temperaturwechsel                | 3                                                                                    | 2                | 6                                                         | 96                                                            | 18                                                              |
| Temperatur/Feuchte-Lagerung      | 3                                                                                    | 2                | 6                                                         | 96                                                            | 18                                                              |
| Hohe Temperatur/Feuchte-Lagerung | 3                                                                                    | 2                | 6                                                         | 96                                                            | 18                                                              |

ANMERKUNG 1 Die Bauelemente sollten den Fertigungslosen gleichmäßig entnommen werden, soweit dies praktisch möglich ist.

ANMERKUNG 2 Mindestanzahl der Anschlüsse, die bei der Sichtungsprüfung je Zwischenbewertung untersucht werden (siehe Anhang A).

ANMERKUNG 3 Wenn bei der Sichtungsprüfung Whisker entdeckt werden, dann müssen die Anschlüsse mit den längsten Whiskern bei der Detailprüfung gemessen werden. Der längste Whisker wird gemessen und für jeden Anschluss aufgezeichnet. Werden bei der Sichtungsprüfung keine Whisker festgestellt, dann ist nach Anhang A keine Detailprüfung erforderlich.

**Tabelle 4b – Anforderungen an die Stichprobengröße für die Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen aus Zinn und Zinnlegierungen je Vorbehandlung für passive Bauelemente und Einzelbauelemente mit vier oder weniger Anschlüssen**

| Beanspruchungsart                | Anforderungen an die Mindeststichprobengröße und die Untersuchungen je Vorbehandlung |                  |                                                           |                                                  |                                                                 |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                  | Lose je Beanspruchung                                                                | Prüflinge je Los | Untersuchte Bauelemente je Zwischenbewertung <sup>1</sup> | Sichtungsprüfung Anschlüsse je Zwischenbewertung | Detailuntersuchung Anschlüsse je Zwischenbewertung <sup>2</sup> |
| Temperaturwechsel                | 3                                                                                    | 2                | 9                                                         | 18                                               | 18                                                              |
| Temperatur/Feuchte-Lagerung      | 3                                                                                    | 2                | 9                                                         | 18                                               | 18                                                              |
| Hohe Temperatur/Feuchte-Lagerung | 3                                                                                    | 2                | 9                                                         | 18                                               | 18                                                              |

ANMERKUNG 1 Die Bauelemente sollten den Fertigungslosen gleichmäßig entnommen werden, soweit dies praktisch möglich ist.

ANMERKUNG 2 Der längste Whisker wird gemessen und für jeden Anschluss aufgezeichnet. Werden bei der Sichtungsprüfung keine Whisker festgestellt, dann ist nach Anhang A keine Detailprüfung erforderlich.

## 4.3 Prüfverfahren und Prüfdauer

### 4.3.1 Vorbehandlung

Für die Prüfung der Annahme des technologischen Ablaufs und des Fertigungsprozesses wird gefordert, dass die in 4.2 beschriebenen Prüflinge vor der Beanspruchung entsprechend den Prüfbedingungen nach Tabelle 5c und Anhang A vorbehandelt werden müssen.

Vor der Prüfung der Annahme des technologischen Ablaufs oder des Fertigungsprozesses ist die in Tabelle 5c beschriebene Vorbehandlung durchzuführen, die vom Grundmetall der Oberflächenbeschichtung

und der angewendeten Gegenmaßnahme abhängig ist. Für eine Annahmeprüfung sind alle in Tabelle 5c angegebenen Vorbehandlungen für ein spezielles Grundmetall und die entsprechende Prüfbedingung erforderlich. Siehe Bild 6 für ein typisches Vorgehen für die Aufteilung von Bauelementen mit mehreren Anschlüssen mit einem Trägerstreifen aus einer Kupferlegierung und mit Nacherwärmungs-Entspannungstechnologie aus drei Losen.

#### 4.3.2 Prüfbedingungen

In Tabelle 5a (Technologieannahme) und Tabelle 5b (Fertigungsprozessannahme) sind die Beanspruchungsprüfungen, Prüfbedingungen, Prüfintervalle und die Gesamtdauer aufgeführt, die für die Annahmeprüfung von Oberflächenbeschichtungen auf Zinnbasis hinsichtlich Zinnwhisker gefordert werden. Zu den Verfahren für die Durchführung dieser Prüfungen sollte der Anwender Anhang A zu Rate ziehen.

#### 4.3.3 Prüfdauer

Es sind die in den Tabellen 5a und 5b festgelegten spezifischen Untersuchungsintervalle und Gesamtprüfdauern anzuwenden. Diese Untersuchungsintervalle und Gesamtdauern hängen von der Klassenstufe des Produkts nach 4.4 ab, in der das Bauteil verwendet werden wird. Eine spezielle Oberflächenbeschichtung darf bezüglich der Annahme in mehreren Produktklassenstufen geprüft werden. Die Produktklasse hat Auswirkungen auf die Untersuchungsintervalle und die Prüfdauern, die in den Tabellen 5a und 5b aufgeführt sind, ebenso wie die Ausfallkriterien, die in den Tabellen 6a und 6b angegeben sind.

#### 4.3.4 Untersuchung der Whisker

Bei jedem in Tabelle 5a und 5b aufgeführten Untersuchungsintervall sind die Prüflinge aus der (den) Beanspruchungskammer(n) herauszunehmen und mit einem optischen Mikroskop und/oder REM nach den in Anhang A festgelegten Verfahren zu untersuchen. Wird für die Sichtung und Messung der Whiskerlänge ein optisches Mikroskop verwendet, dann ist vor der Untersuchung der Whiskerprüflinge eine Validierung der optischen Einrichtung nach Anhang A durchzuführen.

Für jede Zwischenbewertung der Untersuchung müssen dieselben Prüflinge verwendet werden. Beispiel: Bei der Prüfung mit hoher Temperatur und hoher Luftfeuchte, Kupferunterlage, Bauelement mit vielen Anschlüssen, keine Gegenmaßnahmen, würde die Prüfung mit mindestens 18 Prüflingen beginnen (2 Prüflinge aus jedem der drei Lose für jede der drei Vorbehandlungen). Betrachtet wird eine Vorbehandlung mit 6 entsprechenden Prüflingen. Bei der 1 000-h-Zwischenbewertung wären diese 6 Prüflinge aus der Kammer herauszunehmen, 96 Anschlüsse wären zu untersuchen und die 18 Anschlüsse mit den längsten Whiskern müssen an jedem gemessenen Anschluss den längsten Whisker haben. Diese 6 Prüflinge würden wieder in die Wärmekammer zurückgeführt und für weitere 1 000 h beansprucht werden. Anschließend würden diese 6 Prüflinge zur 2 000-h-Zwischenbewertung wieder entnommen, die gleichen 96 Anschlüsse wieder untersucht und die 18 längsten Whisker (nicht unbedingt dieselben, wie bei der vorigen Zwischenbewertung) würden gemessen werden. Dieser Prozess würde wiederholt werden bis die Prüfung abgeschlossen ist.

Die Zeitspanne, in der sich die Prüflinge zur Untersuchung und Messung der Whisker außerhalb der Kammer befinden, sollte so kurz wie möglich gehalten werden, um die Gesamtprüfdauer auf ein Minimum zu reduzieren und um das Einbringen von Artefakten in die Whiskermessungen zu vermeiden. Wenn die Dauer außerhalb der Kammer 24 h überschreitet, dann muss diese Dauer angegeben werden (siehe Abschnitt 7).

#### 4.3.5 Oberflächenkorrosion, die während der Prüfung mit hoher Temperatur/Luftfeuchte beobachtet wird

Wenn Oberflächenkorrosion beobachtet wird, darf der Anschluss von den Whiskeruntersuchungen ausgenommen werden; jeder entfallene Anschluss muss durch einen anderen Anschluss ersetzt werden, um die geforderte Stichprobengröße aufrechtzuerhalten.

Zeigt ein Prüflingsteil Anzeichen von starker Korrosion, dann darf dieser Prüfling für die Prüfung als ungültig herausgenommen und durch einen anderen Prüfling ersetzt werden. Deshalb können zusätzliche Prüflinge, die über die in Tabelle 4 geforderte Mindestanzahl hinausgehen, notwendig sein, und von Beginn an auf-

genommen wurden und die Möglichkeit des Ersatzes für einen herausgenommenen korrodierten Prüflingsteil bieten.

Jede Herausnahme oder jeder Ersatz von Prüflingsteilen oder Anschlüssen aufgrund von Korrosion muss mit der entsprechenden technischen Begründung dokumentiert werden (nach Abschnitt 6).

**Tabelle 5a – Prüfungen und Prüfdauer für die Technologieannahme**

| Art der Beanspruchung                      | Prüfbedingungen                                                                                  | Vorbehandlung   | Untersuchungsintervalle | Gesamtdauer                  |                                       |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                                            |                                                                                                  |                 |                         | Produkte der Klassen 1 und 2 | Produkte der Klasse 1A <sup>5,6</sup> |
| Temperaturwechsel <sup>1</sup>             | $-55_{-10}^0$ °C bis $85_{+10}^0$ °C ,<br>Luft zu Luft;<br>10 min tränken;<br>~3 Zyklen/h (typ.) | Nach Tabelle 5c | 500 Zyklen              | 1 500 Zyklen                 | 1 000 Zyklen                          |
|                                            | $-40_{-10}^0$ °C bis $85_{+10}^0$ °C ,<br>Luft zu Luft;<br>10 min tränken;<br>~3 Zyklen/h (typ.) |                 |                         |                              |                                       |
| Lagerung<br>Temperatur/Luftfeuchte         | (30 ± 2) °C und<br>(60 ± 3) %<br>relative Feuchte <sup>2</sup>                                   | Nach Tabelle 5c | 1 000 h                 | 4 000 h <sup>4</sup>         | 1 000 h                               |
| Lagerung<br>Hohe<br>Temperatur/Luftfeuchte | (55 ± 3) °C und<br>(85 ± 3) %<br>relative Feuchte <sup>3</sup>                                   | Nach Tabelle 5c | 1 000 h                 | 4 000 h <sup>4</sup>         | 1 000 h                               |

ANMERKUNG 1 Jede Bedingung der Temperaturwechselprüfung darf angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Daten, die vorher unter unregelmäßigen Umgebungsbedingungen gewonnen wurden, dürfen diese Bedingungen ersetzen.

ANMERKUNG 3 Daten, die vorher unter den Bedingungen von hoher Luftfeuchte gewonnen wurden, z. B. 60 °C und 90 % bis 95 % relative Luftfeuchte, können als Ersatz für diese Bedingung dienen.

ANMERKUNG 4 Für alle Technologie-Akzeptanzprüfungen müssen die Daten der Whiskerlänge aller Untersuchungsintervalle aufgezeichnet und auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Die bei jedem Untersuchungsintervall bei den Detailuntersuchungen der 18 Anschlüsse ermittelte Länge des längsten Whiskers ist über dem Untersuchungszeitintervall grafisch aufzutragen.

ANMERKUNG 5 Zur Definition der Klassenstufen siehe 4.4.

ANMERKUNG 6 Bei Produkten der Klasse 1A mit einem Trägerstreifen mit niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten (< 15 ppm/K, z. B. Legierung 42) wird die Temperaturwechselprüfung nur für die Technologieannahme durchgeführt.

**Tabelle 5b – Prüfungen und Prüfdauer für die Annahme der Fertigungsprozessänderung**

| Art der Beanspruchung                      | Prüfbedingungen                                                                               | Vorbehandlung   | Gesamtdauer                  |                                     |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|
|                                            |                                                                                               |                 | Produkte der Klassen 1 und 2 | Produkte der Klasse 1A <sup>4</sup> |
| Temperaturwechsel <sup>1</sup>             | $-55_{-10}^0$ °C bis $85_{+10}^0$ °C ,<br>Luft zu Luft; 10 min tränken;<br>~3 Zyklen/h (typ.) | Nach Tabelle 5c | 500 Zyklen                   | 500 Zyklen                          |
|                                            | $-40_{-10}^0$ °C bis $85_{+10}^0$ °C ,<br>Luft zu Luft; 10 min tränken;<br>~3 Zyklen/h (typ.) |                 | 500 Zyklen                   | 500 Zyklen                          |
| Lagerung<br>Temperatur/Luftfeuchte         | $(30 \pm 2)$ °C und $(60 \pm 3)$ %<br>relative Feuchte <sup>2</sup>                           | Nach Tabelle 5c | 1 500 h                      | 1 000 h                             |
| Lagerung<br>Hohe<br>Temperatur/Luftfeuchte | $(55 \pm 3)$ °C und $(85 \pm 3)$ %<br>relative Feuchte <sup>3</sup>                           | Nach Tabelle 5c | 1 500 h                      | 1 000 h                             |

ANMERKUNG 1 Jede Bedingung der Temperaturwechselprüfung darf angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Daten, die vorher unter unregelmäßigen Umgebungsbedingungen gewonnen wurden, dürfen diese Bedingungen ersetzen.

ANMERKUNG 3 Daten, die vorher unter den Bedingungen von hoher Luftfeuchte gewonnen wurden, z. B. 60 °C und 90 % bis 95 % relative Luftfeuchte, können als Ersatz für diese Bedingung dienen.

ANMERKUNG 4 Bei Produkten der Klasse 1A mit einem Trägerstreifen mit niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten (< 15 ppm/K, z. B. Legierung 42) wird die Temperaturwechselprüfung nur für die Annahme der Fertigungsprozessänderung durchgeführt.

**Tabelle 5c – Vorbehandlung für Technologie-/Fertigungsprozessänderung-Annahmeprüfung**

| Legierung des Grundmetalls     | Gegenmaßnahme                                            | Prüfbedingung                             | Vorbehandlung <sup>1,2,3</sup>                                                                                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kupferlegierungen              | Keine                                                    | Lagerung bei Temperatur/Luftfeuchte       | Gefordert für jede Prüfbedingung:<br><br>A (keine Vorbedingung)<br>B+C (Lagerung + SnPb-Reflow)<br>B+D (Lagerung + Bleifreies Reflow) |
|                                |                                                          | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte |                                                                                                                                       |
|                                |                                                          | Temperaturwechsel                         |                                                                                                                                       |
|                                | Ni-Sperre<br>Ni > 1,25 µm                                | Lagerung bei Temperatur/Luftfeuchte       | Nur A (keine Vorbedingung)                                                                                                            |
|                                |                                                          | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte | A (keine Vorbedingung)<br>D (Bleifreies Reflow) <sup>4</sup>                                                                          |
|                                |                                                          | Temperaturwechsel                         | A (keine Vorbedingung)<br>D (Bleifreies Reflow) <sup>4</sup>                                                                          |
|                                | Anderer Zwischenprozess<br>oder<br>Nacherwärmungsprozess | Lagerung bei Temperatur/Luftfeuchte       | Nur A (keine Vorbedingung)                                                                                                            |
|                                |                                                          | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte | C (SnPb-Reflow)<br>D (Bleifreies Reflow) <sup>4</sup>                                                                                 |
|                                |                                                          | Temperaturwechsel                         | C (SnPb-Reflow)<br>D (Bleifreies Reflow) <sup>4</sup>                                                                                 |
| FeNi42<br>(z. B. Legierung 42) | Keine                                                    | Lagerung bei Temperatur/Luftfeuchte       | Gefordert für jede Prüfbedingung:<br><br>A (keine Vorbedingung)<br>C (SnPb-Reflow)<br>D (Bleifreies Reflow)                           |
|                                |                                                          | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte |                                                                                                                                       |
|                                |                                                          | Temperaturwechsel                         |                                                                                                                                       |

ANMERKUNG 1 Vorbehandlungsbedingungen nach Anhang A vor den angegebenen Beanspruchungen in den Tabellen 4a und 4b.

ANMERKUNG 2 Für die Bedingungen C und D mit den freigestellten Vorbedingungs-Reflowtemperaturen nach Tabelle A.3 ist Reflowmontage wahlweise zulässig. Wird die Reflowmontage angewendet, kann es notwendig sein, die Anzahl der untersuchten Prüflingsanschlüsse zu erhöhen, weil sich die durch das Lot auf der Leiterplatte benetzte Anschlussfläche verkleinert. Die Erhöhung bei der Untersuchung sollte darauf beruhen, dass etwa die gleiche Fläche wie bei einem unbenetzten Anschluss erreicht wird. Einzelheiten des Reflow-Bestückungsprozesses sind in 3.4 beschrieben.

ANMERKUNG 3 Das Symbol „+“ gibt die aufeinanderfolgende Vorbehandlung in der aufgeführten Reihenfolge an.

ANMERKUNG 4 Wenn der Zwischenschicht-/Nachwärm-Prozess nicht B.4.4 oder B.4.5.4 entspricht, dann muss die Bedingung B (4 Wochen Lagerung bei Raumtemperatur) vor den Bedingungen C und D angewendet werden.

#### 4.4 Bestimmung der Klassenstufe für die Prüfung

Die Klassenstufe gibt das Prüfprogramm (Prüfdauer und Kriterien für die Whiskerlänge) an, das bei der Prüfung der Technologieannahme der Oberflächenbeschichtung angewendet wird. Die Produktklassen sind zwischen Lieferant und Anwender zu vereinbaren. Im Folgenden werden allgemeine Richtlinien für Produktklassen beschrieben, die jedoch nicht in allen Fällen anwendbar sind:

- Klasse 3: Einsatz-/Lebenskritische Anwendungen, wie z. B. Militär, Luftfahrt und medizintechnische Anwendungen
- Reines Zinn und Legierungen mit hohem Zinngehalt sind üblicherweise nicht annehmbar

- Klasse 2: gewerblich kritische Anwendungen, wie Ausrüstungen der Telekommunikationsinfrastruktur, hochwertige Server, Fahrzeuge usw.
- Eine praktische Whisker-Gegenmaßnahme wird erwartet, siehe JP002 für Beispiele, sofern nicht anders zwischen Lieferant und Anwender vereinbart.
  - Langlebige Produkte und minimale Ausfallzeit.
  - In diese Kategorie fallen üblicherweise Produkte, wie Festplattenlaufwerke.
  - Das Abbrechen eines Zinnwhiskers ist ein Grund zur Besorgnis.
- Klasse 1: Industrie-/Konsumgüter
- Mittlere Produktlebensdauer
  - Das Abbrechen eines Zinnwhiskers ist kein besonderer Grund zur Besorgnis.
- Klasse 1A: Konsumgüter
- Kurze Produktlebensdauer
  - Das Abbrechen eines Zinnwhiskers ist von untergeordneter Bedeutung.

## 5 Annahmekriterien

### 5.1 Allgemeines

Bei jedem Untersuchungsintervall und bei der in den Tabellen 5a und 5b angegebenen Gesamtprüfdauer sind die Whiskerlängen nach dem Verfahren in Anhang A zu messen. Jeder dieser Messwerte muss mit der maximal zulässigen Whiskerlänge in Tabelle 6a für die Prüfung der Technologieannahme und Tabelle 6b für die Prüfung der Fertigungsprozessannahme verglichen werden. Jeder Messwert einer Whiskerlänge, der die entsprechende maximal zulässige Whiskerlänge in Tabelle 6a für die Prüfung der Technologieannahme und Tabelle 6b für die Prüfung der Fertigungsprozessannahme überschreitet, hat einen Ausfall der geprüften Oberflächenbeschichtung zur Folge. Ein einzelner Zinnwhisker auf einem Anschluss, der das entsprechende Fehlerkriterium nach Tabelle 6a oder 6b überschreitet, bedeutet ein Versagen der Technologie oder des Fertigungsprozesses der Oberflächenbeschichtung, die geprüft worden ist. Das anwendbare Fehlerkriterium oder die maximal zulässige Whiskerlänge hängt von der Produktklasse ab, die nach dem Leitfaden in 4.4 bestimmt worden ist. Es ist durchaus möglich, dass eine Oberflächenbeschichtung für 1 oder 2 Klassen geeignet ist, jedoch bei den anderen Klassen einen Ausfall darstellt. Beispielweise könnte eine Oberflächenbeschichtung bei der Prüfung der Technologieannahme für die Klasse 1A geeignet sein, jedoch bei den Prüfungen für Klasse 1 oder Klasse 2 ausfallen.

Nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Anwender können exemplarische Daten von lang eingeführten Oberflächenbeschichtungs-Fertigungsprozessen mit zuverlässiger Einsatzerfahrung an diese Stelle treten.

### 5.2 Ausschluss von Anschlüssen für die Durchsteckmontage

Große Bauelemente für die Durchsteckmontage können an den Enden der Anschlüsse Beschädigungen aufgrund von Zurichtvorgängen aufweisen. In diesem Fall dürfen alle Whisker ignoriert werden, die in einem Abstand von 2,5 mm von den zugerichteten Anschlussenden festgestellt werden. Whisker, die in einem größeren Abstand als 2,5 mm vom zugerichteten Anschlussende beobachtet werden, sind in die Annahmuntersuchung einzubeziehen.

Beispiele von Bauelementen, die in die Gruppe der Ausschlüsse fallen, sind: Bauelement mit axialen Anschlüssen, Brücken, Bauelemente der Leistungselektronik mit einer Gehäusebauform ähnlich TO-220.

Dieser Ausschluss ist nicht bei Bauelementen anzuwenden, die eine mechanische Endbearbeitung haben, bei der kein Teil des Bauelements nach dem Lötten abgetrennt wird, und gilt auch nicht für die Schnittflächen der Dichtstege.

**Tabelle 6a – Annahmekriterien für die Technologie nach der maximal zulässigen Länge von Zinnwhiskern**

| Zu berücksichtigende Angaben<br>(Bauelementetyp, Anschlussabstand oder Betriebsfrequenz)                                                                                                                                                                     | Maximal zulässige Whiskerlänge                                                           |                                                                                                                                                        |                    |                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Klasse 3                                                                                 | Klasse 2                                                                                                                                               | Klasse 1           | Klasse 1A                                                                              |
| SMD-Bauelemente mit zwei Anschlüssen                                                                                                                                                                                                                         | Reines Zinn und Legierungen mit einem hohen Zinngehalt sind üblicherweise nicht zulässig | 40 µm bei Lagerung bei bestimmter Temperatur/Luftfeuchte und Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte<br><br>45 µm bei Temperaturwechselbeanspruchung | 67 µm <sup>1</sup> | 50 µm bei Temperaturwechselbeanspruchung und Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte |
| Bauelemente mit vielen Anschlüssen                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                          |                                                                                                                                                        | 67 µm <sup>1</sup> |                                                                                        |
| HF-Bauelemente <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                          |                                                                                                                                                        | 50 µm              | 20 µm bei Lagerung bei bestimmter Temperatur/Luftfeuchte                               |
| Bauelemente mit einem kleinsten Abstand zwischen den Anschlüssen > 320 µm                                                                                                                                                                                    |                                                                                          |                                                                                                                                                        | 100 µm             |                                                                                        |
| ANMERKUNG 1 Dieser Abstand berücksichtigt bis zu 0,05 mm gebogene Anschlüsse. Der Höchstwert von 67 µm berücksichtigt angrenzende Einzelbauelemente.                                                                                                         |                                                                                          |                                                                                                                                                        |                    |                                                                                        |
| ANMERKUNG 2 Es wird berichtet, dass die im Zusammenhang mit Zinnwhiskern stehende Anfälligkeit für eine Verschlechterung des elektrischen Leistungsverhaltens mit der Frequenz steigt (HF-Bauelemente > 6 GHz oder digitale Bauelemente $T_{rise} < 59$ ps). |                                                                                          |                                                                                                                                                        |                    |                                                                                        |

**Tabelle 6b – Annahmekriterien für die Fertigungsprozessänderung nach der maximal zulässigen Länge von Zinnwhiskern**

| Zu berücksichtigende Angaben                                              | Art der Beanspruchung                          | Maximal zulässige Whiskerlänge |          |           |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|
|                                                                           |                                                | Klasse 2                       | Klasse 1 | Klasse 1A |
| Bauelemente mit einem Abstand zwischen den Anschlüssen ≤ 320 µm           | Temperaturwechselbeanspruchung                 | 45 µm                          | 50 µm    | 50 µm     |
|                                                                           | Lagerung bei bestimmter Temperatur/Luftfeuchte | 20 µm                          | 20 µm    | 20 µm     |
|                                                                           | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte      | 20 µm                          | 20 µm    | 50 µm     |
| Bauelemente mit einem kleinsten Abstand zwischen den Anschlüssen > 320 µm | Temperaturwechselbeanspruchung                 | 45 µm                          | 50 µm    | 50 µm     |
|                                                                           | Lagerung bei bestimmter Temperatur/Luftfeuchte | 20 µm                          | 40 µm    | 75 µm     |
|                                                                           | Lagerung bei hoher Temperatur/Luftfeuchte      | 20 µm                          | 40 µm    | 75 µm     |

## 6 Dokumentation der Ergebnisse

### 6.1 Allgemeine Anforderungen

Zum Abschluss der Annahmeprüfung ist ein Bericht der Hintergrundangaben und Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen. Dieser Bericht muss alle Angaben enthalten, die (soweit zutreffend) in diesem Abschnitt beschrieben sind. Zusätzliche Angaben dürfen nach Ermessen des Lieferanten oder nach Vereinbarung zwischen Lieferant und Anwender aufgenommen werden.

## 6.2 Beschreibung der durch die Technologie und die Prozessparameter in Tabelle 2 bestimmten Oberflächenbeschichtung

- Einzelheiten der auf den Prüflingen angewendeten Gegenmaßnahmen (nach Tabelle A.4);
- Bauelementetyp, Grundmetall, Zwischenschicht (sofern vorhanden) und Werkstoffe der Oberflächenbeschichtung;
- Dicke der Zwischenschicht (falls vorhanden).

## 6.3 Prüflinge und Vorbehandlung

- Datum der Oberflächenbeschichtung jedes Loses und Kennzeichnung des Loses;
- Einzelheiten der Vorbehandlung und des Temperaturprofils der Vorbehandlung;
- Datum der Vorbehandlung.

## 6.4 Annahmeprüfung

- Art der durchzuführenden Qualifizierung (Technologie / Fertigungsprozess);
- bei einer Annahmeprüfung für den Fertigungsprozess, ist eine Verweisung auf die zugehörige Annahmeprüfung der Technologie zu geben;
- Beanspruchungsbedingungen (einschließlich Untersuchungsintervalle und -dauer) und Stichprobengrößen für die Annahmeprüfung;
- angewendete Annahmekriterien und Produktklasse;
- Einzelheiten der Untersuchungsausrüstungen einschließlich der angewendeten Vergrößerungen;
- Qualifizierungsdaten für die optische Untersuchung nach A.4, wenn die optische Untersuchung angewendet wird;
- eine Tabelle, in der die längsten Whisker der untersuchten Flächen mit 18 Anschlüssen aufgeführt sind (nach Tabelle A.4);
- optische und/oder REM-Ergebnisse für jeden untersuchten Anschluss je Beanspruchungsbedingung und -intervall (nach den Tabelle A.5 und A.6), einschließlich der maximalen Whiskerlänge und fotografischer Ergebnisse;
- fotografische Ergebnisse des längsten Whiskers (oder kein Wachstum, wenn kein Whisker vorhanden ist) entsprechend jeder Vorbehandlung und Beanspruchungsbedingung (Mindestanforderung);
- Kennzeichnung und Untersuchungsergebnisse, einschließlich der maximalen Whiskerlänge und typische Fotografien der Prüflingsteile und/oder Anschlüsse, die aufgrund von Korrosion bei der Whiskeruntersuchung nicht mitzählen oder die herausgenommen wurden;
- in den Fällen, in denen es eine Vereinbarung zwischen Lieferant und Anwender gibt, dass bei vorhandener Korrosion alle beobachteten Whisker auf dem korrodierten Prüfling oder Anschluss ignoriert werden;
- Kennzeichnung aller Prüflingsteile und/oder Anschlüsse, die aufgrund von Korrosion ignoriert werden;
- Schlussfolgerung, ob die Oberflächenbeschichtung die Prüfung bestanden oder nicht bestanden hat.

## 7 Kontinuierliche Bewertung von Zinnwhiskern

Die Lieferanten müssen ein System einführen, mit dem die Leistungsfähigkeit des Oberflächenbeschichtungs-Fertigungsprozesses anhand der Whiskererzeugung periodisch bewertet wird. Die Einzelheiten dieses Systems obliegen dem Lieferanten.

ANMERKUNG Die folgende Mindest-Richtlinie wird empfohlen:

- eine repräsentative Stichprobe der Bauteile wird, wie vom Lieferanten festgelegt, periodisch entnommen, und sollte für jede Oberflächenbeschichtungstechnologie bewertet werden;
- bei den Lagerungsbedingungen für diese Bauteile sollte eine relative Luftfeuchte von 60 % oder mehr einbezogen werden. Die Anwendung der Prüfbedingungen für die Lagerung bei bestimmter Temperatur/Luftfeuchte ist zu bevorzugen;
- die Prüflinge sollten 6 Monate nach dem Datum der Beschichtung alle auf Whisker untersucht werden;
- die Ergebnisse sollten mit den Bezugsmessungen verglichen werden. Wenn diese überschritten werden, sollte der Lieferant entsprechende Abhilfemaßnahmen einleiten.

## Anhang A (normativ)

# Prüfverfahren für die Messung des Whiskerwachstums auf Oberflächenbeschichtungen aus Zinn oder Zinnlegierungen

### A.1 Einleitung und Anwendungsbereich

Die überwiegende Mehrheit der Beschichtungen auf den Anschlüssen von Bauelementen bestand aus Zinn-Blei-Legierungen. Da sich die Industrie in die Richtung von bleifreien Bauelementen und Montageprozessen orientiert, werden die meisten Anschlussbeschichtungen aus reinem Zinn und Zinnlegierungen, einschließlich Zinn-Wismut und Zinn-Silber bestehen.

Galvanische Überzüge und Tauchlötüberzüge aus reinem Zinn und Legierungen auf Zinnbasis können Zinnwhisker wachsen lassen, die Kurzschlüsse zwischen den Anschlüssen von Bauelementen erzeugen oder von den Anschlüssen abbrechen und das Leistungsverhalten von elektrischen oder mechanischen Teilen verschlechtern könnten.

Die Methodik, die in diesem Anhang dargelegt wird, gilt für die Untersuchung des Wachstums von Zinnwhiskern auf Beschichtungen, die Zinn (Sn) als überwiegenden Bestandteil haben; der Prozessablauf ist in Bild A.1 dargestellt. Dieses Prüfverfahren kann für Anwendungen mit speziellen Anforderungen, z. B. Militär und Luftfahrt, nicht ausreichend sein. In entsprechenden Anforderungsschriftstücken können besondere Anforderungen festgelegt sein.

Der Zweck dieses Anhangs ist es:

- Bereitstellung einer industriegenormten Reihe von Prüfungen zur Messung und zum Vergleich der Whiskerneigung für Beschichtungen oder Überzüge, die mit unterschiedlichen chemischen Verfahren und Prozessen hergestellt worden sind;
- Bereitstellung eines einheitlichen Protokolls für die Untersuchung von Zinnwhiskern;
- Bereitstellung eines standardisierten Berichtsformates.

### A.2 Ablehnungshinweis

Dieser Anhang ist nicht eigenständig für Qualifizierungszwecke zu verwenden. Er enthält eine Reihe von empfohlenen Prüfungen für das Wachstum von Zinnwhiskern. Wenn diese Prüfungen übernommen werden, dann können in der Industrie gemeinsame und vergleichbare Daten gesammelt werden, die das Verständnis der Grundlagen des Whiskerwachstums verbessern können und die Vergleiche zwischen den Technologien zulassen. Die Prüfungen, die in diesem Anhang beschrieben werden, können sich in der Zukunft ändern, wenn sich ein besseres Verständnis für den Mechanismus des Wachstums von Zinnwhiskern entwickelt hat.

Beruhend auf der Vielzahl der Prüfungen und Durchsicht der weltweit erfassten Daten wurden drei Prüfbedingungen identifiziert, die sich für die Überwachung des Wachstums von Zinnwhiskern als geeignet herausstellen. Diese drei Prüfbedingungen umfassen zwei isothermische Bedingungen mit geregelter Luftfeuchte und eine Temperaturwechselbedingung. Diese Prüfbedingungen wurden jedoch nicht mit längeren Umweltbeanspruchungen der Bauteile während des praktischen Einsatzes in Zusammenhang gebracht. Gegenwärtig gibt es keinen Weg zur quantitativen Vorhersage der Whiskerlänge über einen langen Zeitraum, der auf den Längen beruht, welche bei den hier beschriebenen Kurzzeitprüfungen gemessen worden sind. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Schriftstückes wurde der Grundmechanismus des Wachstums von Zinnwhiskern noch nicht vollständig verstanden und beschleunigende Faktoren wurden nicht festgestellt. Bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Beschleunigungsfaktoren bestimmt sind, werden in dieser Norm bereits alle Annahmeanforderungen an kommerzielle Zinnbeschichtungen angegeben. Für bestimmte Anwendungsbereiche, wie beim Militär und in der Luftfahrt, können zusätzliche oder andere Prüfungen oder Bewertungen von Zinnwhiskern erforderlich sein.