

DIN EN 61760-4

ICS 31.020

Einsprüche bis 2013-02-10

Entwurf**Klassifikation, Verpackung, Kennzeichnung und Handhabung
feuchteempfindlicher Bauteile
(IEC 91/1030/CD:2012)**

Classification, packaging, labelling and handling of moisture sensitive devices
(IEC 91/1030/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-12-10 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 in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter 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 56 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Allgemeine Informationen	5
4.1 Feuchteempfindliche Bauteile	5
4.2 Feuchteempfindlichkeitsklasse (MSL)	6
4.3 Beziehung zu weiteren Umweltprüfungen (Feuchteprüfungen)	6
5 Bestätigung der Feuchteempfindlichkeit	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Klassifizierung	7
6 Prüfverfahren	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Trocknung	9
6.3 Feuchtelagerung	9
6.4 Temperaturbeanspruchung	10
6.5 Nachbehandlung	11
6.6 Endmessungen	11
6.7 Klassifizierung	12
6.8 Angaben in der zutreffenden Spezifikation	12
7 Anforderungen an die Verpackung und Kennzeichnung	12
7.1 Verpackungsprozess	12
7.2 Werkstoffe für Feuchteschutzverpackungen	14
7.3 Kennzeichnung	17
8 Handhabung feuchteempfindlicher Bauteile	17
8.1 Lagerung	17
8.2 ESD	18
8.3 Feuchteanzeige	19
8.4 Öffnen und Wiederverschließen	19
9 Trocknung	20
9.1 Trocknungsalternativen	20
9.2 Verfahren	21
Anhang A (informativ) Feuchteempfindlichkeit von Baugruppen	23
Anhang B (informativ) Beispiele feuchteinduzierter Schäden (für verschiedene Bauteile)	24
Anhang C (informativ) Gewichtszunahme/-abnahme Analyse	25
Anhang D (informativ) Wärmetrocknung von Bauteilen	26
Anhang E (normativ) Etiketten für Feuchteempfindlichkeit – MSID und MSCL	27
Anhang F (informativ) Empfehlungen zur Wahl einer angemessenen Stichprobengröße	29
Literaturhinweise	30

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1030/CD:2012 „Classification, packaging, labelling and handling of moisture sensitive devices“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (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.

Klassifikation, Verpackung, Kennzeichnung und Handhabung feuchteempfindlicher Bauteile

Einleitung

Bedingt durch die höheren Temperaturprofile von Reflow-Lötverfahren für Zinn-Silber-Kupfer oder anderer im Vergleich zu eutektischem Zinn-Blei höher schmelzenden Legierungen, gewinnt die Empfindlichkeit von vor dem Löten feuchtegelagerten Bauteilen gegenüber der Lötwärmebelastung eine zunehmende Bedeutung.

Aktuell verfügbare Normen zur Klassifizierung der Feuchteempfindlichkeit von Bauelementen sind für kunststoffumpresste Halbleiter und ähnliche Festkörpergehäuse (z. B. IEC 60749-20), aber nicht für andere Bauelementarten anwendbar. Dieser neue Normenvorschlag soll diese Lücke schließen und ein allgemein anwendbares Verfahren zur Klassifizierung und Verpackung einführen, das für alle Arten von Bauelementen und Modulen anwendbar ist.

Diese Norm führt ein zu J-STD020D.1 und J-STD 033C alternatives Verfahren zur Klassifizierung und Verpackung ein. Dieses alternative Verfahren ist zur Anwendung bei solchen Bauelementen geeignet, bei welchen die strengeren Spezifikationen von J-STD 020D.1 und J-STD 033C nicht erforderlich sind.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61760 spezifiziert feuchteempfindliche Bauteile, ihre Einstufung in Feuchteempfindlichkeitsklassen und Regelungen zur Verpackung, Kennzeichnung und Handhabung.

Dieser Teil der IEC 61760 gilt für oberflächenmontierbare Bauteile zur Verwendung für Aufschmelz-Lötverfahren, wobei Halbleiterbauelemente ausgeschlossen sind.

ANMERKUNG 1 Oberflächenmontierbare Halbleiterbauelemente sind durch IEC 60749-20 und IEC 60749-20-1 abgedeckt.

ANMERKUNG 2 Anforderungen für Lötprüfungen sind durch IEC 60068-2-58 abgedeckt.

ANMERKUNG 3 Die Wärmebelastung bei Tauchlöten unterscheiden sich von den Lötprofilen, welche zur Einstufung in Feuchteempfindlichkeitsklassen verwendet werden. Von daher muss eine geeignete Klassifizierung getrennt ermittelt werden.

ANMERKUNG 4 Spezifische Bauelemente zur Durchsteckmontage sind im Geltungsbereich enthalten, wenn der Lieferant deren Eignung für Aufschmelzlötverfahren ausdrücklich beschrieben hat.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 61760-2, *Surface mounting technology – Part 2: Transportation and storage conditions of surface mounting devices (SMD) – Application guide*

ISO 62, *Plastics – Determination of water absorption*

3 Begriffe

3.1

feuchteempfindliches Bauteil (MSD)

Bauteil, bei welchem während oder nach dem Löten das Verdampfen absorbiert Feuchte die in der zutreffenden Spezifikation festgelegten elektrischen oder mechanischen Eigenschaften beeinträchtigt

3.2

Feuchteempfindlichkeitsklasse (MSL)

Bemessung welche die Anfälligkeit eines Bauteiles in Bezug auf Schäden beim Aufschmelzlöten hervorgerufen durch absorbierte Feuchte anzeigt

3.3

Hersteller-Offendauer (MET)

(en: Manufacturer's Exposure Time)

längste Zeitspanne beim Bauelementehersteller zur Bearbeitung der Bauelemente nach der Wärmetrocknung bis zum Verschließen in der Verpackung; sie beinhaltet auch die Zeitspanne beim Händler, während welcher die Verpackung zur Entnahme von Teilmengen geöffnet ist

3.4

Verarbeitbarkeitsdauer

(en: floor life)

zulässige Zeitspanne für ein Bauteil oder teilbestückte Baugruppe, während der diese nach der Entnahme aus der Feuchteschutzverpackung oder Lagerkammer vor dem Reflow-Löten einem normalen Raumklima und -temperatur ausgesetzt sein dürfen

3.5

Lagerungsdauer

(en: shelf life)

empfohlene längste Zeitspanne für Lagerung in Originalverpackung, während der unter spezifizierten Transport-, Lager- und Handhabungsbedingungen die festgelegte Qualität erhalten bleibt

3.6

aktives Trockenmittel

absorbierendes Material, welches verwendet wird, um eine kleine relative Feuchte aufrecht zu halten

3.7

Trockenmitteleinheit

Menge an Trockenmittel, welche innerhalb 24 Stunden mindestens 2,85 g Wasserdampf bei 20 % relativer Feuchte und 25 °C absorbiert

3.8

Trockenmittel mit Feuchte-Indikator

Trockenmittel, welches die Farbe (Farbton) erkennbar (signifikant) ändert, wenn die festgelegte relative Feuchte überschritten wird, und zwar üblicherweise von blau (trocken) zu rosa/pink (feucht)

3.9

Feuchte-Indikator (HIC)

(en: humidity indicator card)

Karte (Streifen) mit einer aufgetragenen feuchteempfindlichen Substanz, welche ihre Farbe (Farbton) erkennbar (signifikant) ändert, wenn die festgelegte relative Feuchte überschritten wird, und zwar üblicherweise von blau (trocken) zu rosa/pink (feucht)

3.10

Wasserdampf-Durchlässigkeitsgeschwindigkeit (WVTR)

(en: Water Vapour Transmission Rate)

Messgröße der Feuchtedurchlässigkeit einer Kunststoffolie. Wird zur Spezifikation der Feuchteschutzverpackung verwendet.

4 Allgemeine Informationen

4.1 Feuchteempfindliche Bauteile

Bestimmte Materialien, Polymerkunststoffe und Füller sind hygroskopisch und können abhängig von Zeit und Lagerklima Feuchte absorbieren. Die absorbierte Feuchte verdampft während des raschen Aufheizens beim

Reflowlöten und erzeugt in dem Material Druck, Quellen, Delamination oder Rissbildung. Feuchte dringt im allgemeinen in absorbierendes Material ein, wenn es der Umgebungsluft ausgesetzt ist. Absorption von Feuchte oder Eindringen von Feuchte in Hohlräume kann innerhalb des Bauteiles Feuchtekonzentrationen hervorrufen, die hoch genug sind, um während des Lötprozesses Rissbildung und/oder Delaminationen hervorzurufen (z. B. den „Popcorn Effekt“), welche die Zuverlässigkeit nachteilig beeinflussen.

ANMERKUNG „Popcorn Effekt“: interne Spannungen bewirken, dass sich das Gehäuse aufbläht und dann mit einem hörbaren „Pop“ reißt (interne Delamination während Reflowlöten mit hoher Temperatur).

Feuchte kann auch die Festigkeit von Klebern, Dichtungen, Vergussmassen, Kunststoffen mit galvanischer Beschichtung, etc. beeinflussen.

Feuchtebeanspruchung kann auch den Transport ionischer Verunreinigungen durch Öffnungen in das Bauteil hervorrufen und so das Potential von Korrosionsausfällen der Schaltung erhöhen.

Hierdurch ergibt sich die Notwendigkeit, feuchteempfindliche Bauteile zu trocknen, in Feuchteschutzverpackungen zu versiegeln und nur unmittelbar vor der Verarbeitung (Löten auf Leiterplatten) zu entnehmen. Die erlaubte Zeit (vom Öffnen der Feuchteschutzverpackung bis zum letzten Lötprozess) während der ein Bauteil ungeschützt einem Klima ausgesetzt sein darf, das näherungsweise den realen Umweltbedingungen entspricht (z. B. 30 °C/60 % r.F.), ist ein Mass für Empfindlichkeit des Bauteiles gegenüber der Umgebungsfeuchte (Floor life).

Folgenden Ausfallmechanismen wurden als ein Ergebnis der Absorption von Feuchte vor dem Reflowlöten identifiziert:

- Rissbildung;
- Delamination;
- Deformation, Quellen;
- Schwächung innerer Verbindungsstrukturen;
- ...

4.2 Feuchteempfindlichkeitsklasse (MSL)

Abschnitt 5 und Tabelle 1 beschreiben die Feuchteempfindlichkeitsklassen (MSL). Abschnitt 6 beschreibt das Verfahren zur Einstufung von Bauteilen in Feuchteempfindlichkeitsklassen.

Der MSL bestimmt die Verpackung, Lagerung, Verarbeitungsdauer und Vorbehandlung feuchteempfindlicher Bauteile vor dem Reflowlöten (siehe Tabelle 1).

Der MSL wird bei der Klassifizierungstemperatur bestimmt. Die tatsächliche Löttemperatur (höchste Oberflächentemperatur) muss unterhalb der Klassifizierungstemperatur liegen.

4.3 Beziehung zu weiteren Umweltprüfungen (Feuchteprüfungen)

In Feuchteprüfungen, wie z. B. nach IEC 60068-2-78, werden Bauteile im ursprünglichen Zustand (unverbaut) oder im montierten Zustand (z. B. auf eine Prüfleiterplatte gelötet) beansprucht. Diese Prüfungen bestimmen den Einfluss adsorbierter oder absorbierter Feuchte auf das Verhalten des Bauteiles (z. B. elektrische Eigenschaften, Korrosion), aber sie können nicht den Einfluss adsorbierter oder absorbierter Feuchte auf die Empfindlichkeit gegenüber der Wärmebelastung bei Lötprozessen ermitteln.

Ziel des in dieser Norm beschriebenen Prüfverfahrens ist es, die Beständigkeit von Bauteilen gegenüber der Lötwärmebelastung in Verbindung mit Feuchtebelastung während der Vorbehandlung zu prüfen.

ANMERKUNG Weitere Feuchteeffekte (Beispiel: elektrische Eigenschaften, Isolierung) werden durch diese Norm nicht abgedeckt und müssen getrennt geprüft werden.

5 Bestätigung der Feuchteempfindlichkeit

5.1 Allgemeines

5.1.1 Bestimmung von nicht feuchteempfindlichen Bauteilen

Zur Bestimmung nicht feuchteempfindlicher Bauteile müssen Konstruktion und der Materialien der Bauteile analysiert werden, ob sie Feuchte absorbieren können, oder ob Feuchte in Hohlräume eindringen kann. Jedoch kann auch der Hersteller ein Bauteil als nicht feuchteempfindlich erklären, falls die Materialien offensichtlich keine Feuchte absorbieren können.

Solche nicht feuchteempfindlichen Bauteile müssen als Klasse „N“ bezeichnet werden. Es bestehen keine Anforderungen an nicht feuchteempfindliche Bauteile.

5.2 Klassifizierung

Abschnitt 6 beschreibt das Verfahren zur Einstufung in Feuchteempfindlichkeitsklassen (MSL). Die Bauteile werden bei der aus Tabellen 3-1 und 3-2 entnommenen anzuwendenden Klassifizierungstemperatur eingestuft.

Es wird empfohlen, die Prüfung bei der niedrigsten Feuchteempfindlichkeitsklasse zu beginnen, die das zu bewertende Gehäuse erwartungsgemäß besteht (auf den Erkenntnissen bei anderen ähnlichen Gehäusen basierend).

ANMERKUNG 1 Falls zwischen Lieferant und Anwender vereinbart, können Bauelemente auch bei anderen als in den Tabellen angegebenen Temperaturen klassifiziert werden

ANMERKUNG 2 Falls die Bedingungen in Tabelle 1 und/oder Tabelle 2 auf spezifische Produkte nicht geeignet sind, können andere Bedingungen angewandt werden, wie zwischen Anwender und Lieferant vereinbart.

Tabelle 1 – Feuchteempfindlichkeitsklassen

Klasse	Verarbeitbarkeitsdauer	Verarbeitungsklima (Bezugsbedingung)	Lagerdauer	Schutzverpackung	Trockenmittel	Feuchte-Indikator
1	a	≤ 30 °C/85 % r.F.	12 Monate, oder wie durch den Lieferanten festgelegt	Keine Anforderungen		
2	1 Jahr ^a	≤ 30 °C/60 % r.F.		MBB Typ 1 ^b , < 60 % r.F. in MBB kein Vortrocknen	Nein	Optional ^c
C2a	4 Wochen	≤ 30 °C/60 % r.F.		MBB Typ 1 ^b , < 30 % r.F. in MBB kein Vortrocknen	Ja	Ja ^c
2a				MBB Typ 2 ^b , < 10 % r.F. in MBB Vortrocknen		
C3	168 Stunden	≤ 30 °C/60 % r.F.		MBB Typ 1 ^b , < 30 % r.F. in MBB kein Vortrocknen	Ja	Ja ^c
3				MBB Typ 2 ^b , < 10 % r.F. in MBB Vortrocknen		
4	72 Stunden	≤ 30 °C/60 % r.F.		MBB Typ 2 ^b < 10 % r.F. in MBB Vortrocknen	Ja	Ja ^c
5	48 Stunden	≤ 30 °C/60 % r.F.		MBB Typ 2 ^b < 10 % r.F. in MBB Vortrocknen	Ja	Ja ^c

ANMERKUNG Die Lagerdauer kann länger sein, sind die Umweltbedingungen weniger scharf als die Bezugsbedingung, oder kürzer, falls schärfer.

^a Die Summe der Verweildauer während Verarbeitung und Lagerung darf die durch den Lieferanten festgelegte maximale Lagerdauer nicht überschreiten. Das Verarbeitungsklima stellt das höchste jährliche Mittel dar.

^b Die geforderte Lagerdauer und Feuchtegehalt in der Verpackung muss durch die Menge an Trockenmittel sichergestellt werden, die sich aus der WVTR (Wasserdurchlässigkeitsrate) des eingesetzten MBB errechnet.

^c angezeigt durch HIC oder Trockenmittel mit Feuchte-Indikator.

ANMERKUNG Eine längere Lagerdauer kann vereinbart werden, erfordert dann aber eine Neuberechnung der Menge an Trockenmittel.

6 Prüfverfahren

6.1 Allgemeines

6.1.1 Strukturell ähnliche Bauelemente

Die Klassifizierung kann für eine Gruppe strukturell ähnlicher Bauelemente durchgeführt werden, die zutreffende Spezifikation muss Angaben über die strukturelle Ähnlichkeit enthalten.

6.1.2 Verifikations- und Validierungsprüfungen

Die zutreffende Spezifikation muss die Mindestanzahl von Prüflingen vorschreiben.

Anhang F enthält Empfehlungen.

6.1.3 Auswahl anzuwendender Bedingungen zur Vorbehandlung und Temperaturprofil

Die dem jeweiligen MSL zugeordneten Bedingungen zur Vorbehandlung sind aus Tabelle 2, das anzuwendende Temperaturprofil zur Klassifizierung aus Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 zu wählen.

6.2 Trocknung

Falls in der zutreffenden Spezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Prüflinge bei $125\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ für wenigstens 24 h getrocknet werden.

Falls in der zutreffenden Spezifikation nicht anders festgelegt, können abweichende Bedingungen angewandt werden, sind diese durch eine Analyse von Gewichtszunahme/-abnahme bestätigt worden (siehe Anhang C).

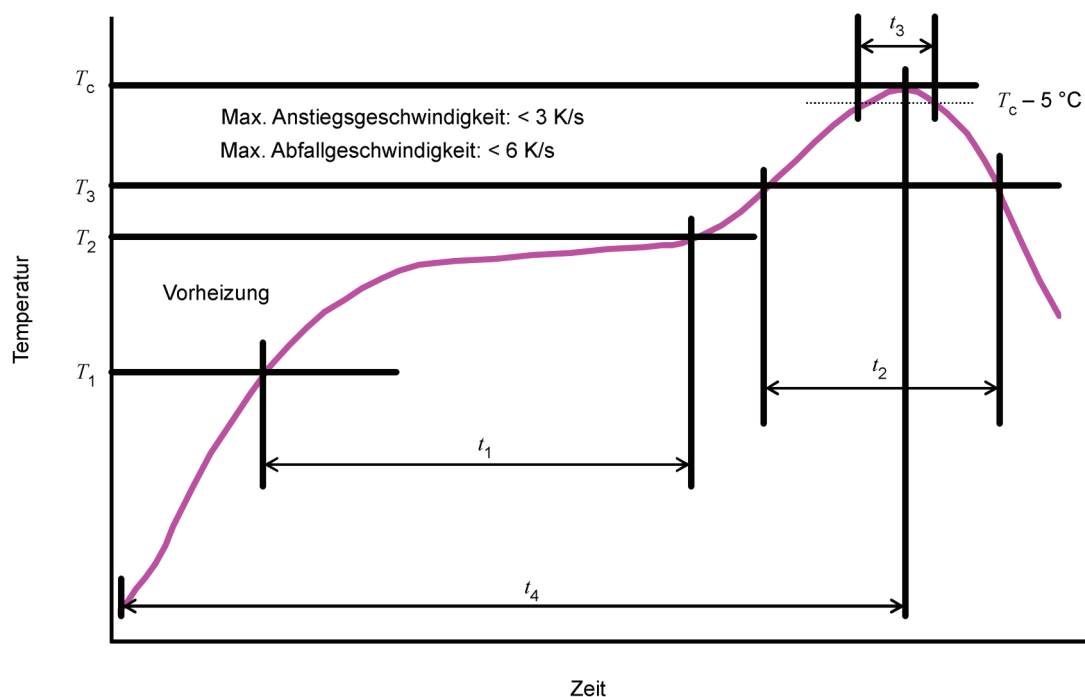
6.3 Feuchtelagerung

Tabelle 2 –Feuchtelagerungsbedingungen

Klasse	Haltezeit (h)	Haltebedingung ^a	Alternativ
1	(168 +5/–0)	(85 ± 2) °C, (85 ± 5) % r.F.	(336 +5/–0) h; (85 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.
2	(168 +5/–0)	(85 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	–
C2a	(168 +5/–0) und (672 +5/–0)	(85 ± 2) °C, (30 ± 5) % r.F. und (30 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	–
2a	(696 +5/–0)	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	
C3	(168 +5/–0) und (168 +5/–0)	(85 ± 2) °C, (30 ± 5) % r.F. und (30 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	
3	(192 +5/–0)	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	
4	(96 +2/–0)	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % r.F.	
5	(72 +2/–0)		
^a Hat der Hersteller die Aktivierungsenergie bestätigt, können alternativ auch die entsprechenden beschleunigten Haltebedingungen nach J-STD-020D.1 Tabelle 5-1 angewandt werden.			

6.4 Temperaturbeanspruchung

6.4.1 Temperaturprofil zur Klassifizierung



- T_1 Niedrigste Vorheiztemperatur
- T_2 höchste Vorheiztemperatur
- T_3 Liquidustemperatur
- T_c Klassifizierungstemperatur
- t_1 Vorheizdauer
- t_2 Dauer bei Liquidus
- t_3 Dauer innerhalb ($T_c - 5\text{ °C}$)
- t_4 Dauer bis T_c

Bild 1 – Temperaturprofil zur Klassifizierung

<müssen mit den Prüfschärfen in der Revision der 60068-2-58 abgeglichen werden>

Tabelle 3-1 – Parameter des Temperaturprofils zur Klassifizierung

Lötprozess	Sn-Pb (oder entsprechend)	SnAgCu (oder entsprechend)
T_1	100 °C	150 °C
T_2	150 °C	200 °C
t_1	60 – 120 s	60 – 120 s
T_3	183 °C	217 °C
t_2	(60 – 150) s	(60 – 150)s
t_3	20 s	30s
T_c	siehe Tabelle 3-2	
t_4	6 min max.	8 min max.

Tabelle 3-2 – Klassifizierungstemperaturen (T_C)

< müssen mit den Prüfschärfen in der Revision der 60068-2-58 abgeglichen werden >

Lötprozess	Gehäusedicke	Volumen (mm ³) < 350	Volumen (mm ³) 350 – 2 000	Volumen (mm ³) > 2 000
SnPb oder entsprechend	< 2,5 mm	235 °C	220 °C	220 °C
	≥ 2,5 mm	220 °C	220 °C	220 °C
SnAgCu or entsprechend	< 1,6 mm	260 °C	260 °C	260 °C
	1,6 mm – 2,5 mm	260 °C	250 °C	245 °C
	> 2,5 mm	250 °C	245 °C	245 °C
	> 2,5 mm plus hohe termische Masse ^a	Nicht anwendbar	230 °C ^b	230 °C ^b
^a Diese Bedingung kann für Bauteile mit hoher thermischer Masse angewandt werden, erreicht die Spitzentemperatur des Gehäuses 245 °C nicht, wird das Bauteil mit einem für SnAgCu Legierungen typischen Lötprofil gelötet, oder im Falle von sehr temperaturempfindlichen Bauteilen. Die Spitzentemperatur des Gehäuses wird an der Bauteiloberfläche oder einem anderen in der zutreffenden Spezifikation festgelegten Punkt gemessen ^b T_C muss am Bauteilanschluss (Lötstelle) gemessen die zur Ausbildung einer Lötstelle erforderliche minimale Temperatur und Zeit erreichen.				

6.4.2 Klassifizierungsprofil für spezielle Bauteile

Die zutreffende Spezifikation kann entsprechend der Vereinbarung zwischen Anwender und Lieferant andere Profile vorgeben, sind die Klassifizierungsprofile in Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 für ein Bauteil nicht anwendbar.

6.5 Nachbehandlung

Der Prüfling muss für die in der zutreffenden Spezifikation enthaltenen Dauer unter Normalbedingungen (...) gelagert werden.

6.6 Endmessungen

6.6.1 Anforderungen

Erfüllen die Bauelemente die Anforderungen nach 6.6.2 und 6.6.3, und werden durch ein akustisches Mikroskop oder ähnliche Mittel (6.6.4, optional) keine Anzeichen von Delamination oder Rissbildung festgestellt, hat das Bauelement diese Feuchteempfindlichkeitsklasse bestanden.

6.6.2 Sichtprüfung

Nach der Beanspruchung muss eine Sichtprüfung erfolgen. Besondere Aufmerksamkeit muss auf äußerlich erkennbare Risse und Verformungen gerichtet werden, wobei eine 40fache Vergrößerung angewandt wird.

Ein Bauteil ist fehlerhaft, wenn es eine der folgenden Eigenschaften aufweist:

- Unter 40facher optischer Vergrößerung sichtbarer äußerlicher Riss.
- Innerer Riss oder Delamination, welche innere Verbindungen schneidet.
- Innerer Riss oder Delamination von einem Anschluss zu einem für die Funktion des Bauteiles relevanten inneren Bestandteil.

- d) Innerer Riss oder Delamination länger als 2/3 des Abstandes von einem für die Funktion des Bauteiles relevanten inneren Bestandteil zur Bauteiloberfläche.
- e) Mit bloßem Auge nicht sichtbare Veränderung der Ebenheit des Gehäuses durch Verbiegung, Quellen oder Aufblähen
- f) Abmessungen außerhalb der Spezifikation.

Bei Bauteilen mit vielen Anschlüssen kann die Verbiegung bei hoher Temperatur gefordert sein. Teile haben die Prüfung bestanden, erfüllen sie die bei Raumtemperatur spezifizierten Abmessungen für Koplanarität und Standoff auch bei der hohen Temperatur.

ANMERKUNG 1 Werden durch eine nicht zerstörende Prüfung (siehe 6.6.4) Risse im Inneren festgestellt, gelten diese als Fehler, oder müssen durch einen Querschliff durch das entsprechende Gebiet als nicht fehlerhaft verifiziert werden.

ANMERKUNG 2 Sind Gehäuse bekanntermaßen für vertikale Risse anfällig, wird empfohlen, dass mittels eines Querschliffes das Nichtvorhandensein nahezu vertikaler Risse innerhalb der Press- oder Vergussmasse bestätigt wird.

<Experten sollten einen konkreten Vorschlag zur Anleitung unterbreiten, wie andere als kunststoffumpresste Bauteile geprüft werden sollen – siehe Anhang ...>

6.6.3 Elektrische Messungen

Elektrische Messungen sind wie in der zutreffenden Spezifikation (z. B. Datenblatt, Bauartspezifikation, etc.) gefordert an allen Bauteilen durchzuführen.

6.6.4 Nicht zerstörende Prüfung (falls gefordert)

Falls in der zutreffenden Spezifikation gefordert, muss eine nicht zerstörende Prüfung durchgeführt werden (z. B. Röntgen-Computertomographie, akustisches Rastermikroskop, etc.)

6.7 Klassifizierung

Fallen bei der Endmessung 1 oder mehr Bauteile der Stichprobe aus, hat die Gehäuseform die geprüfte Klasse nicht bestanden.

Besteht ein Bauteil die Klasse 5 nicht, ist es als besonders feuchteempfindlich klassifiziert und eine Feuchteschutzverpackung wird keinen ausreichenden Schutz gewährleisten. Wird solch ein Produkt ausgeliefert, muss der Kunde über die Klassifizierung informiert werden. Der Lieferant muss dem Bauteil einen Warnhinweis beifügen, dass es entweder auf einen Stecksockel montiert, oder innerhalb der auf dem Etikett angegebenen Zeit vor dem Reflowlöten getrocknet werden.

6.8 Angaben in der zutreffenden Spezifikation

Die zutreffende Spezifikation muss die folgenden Angaben enthalten:

- a) MSL und Temperaturprofil zur Klassifizierung.
- b) Zusätzliche Rückweiskriterien zu den in 6.6.2 – 6.6.4 gegebenen (einschließlich nicht zerstörende Prüfung).
- c) Von in 6.2 und 6.3 abweichende Anforderungen zur Vorbehandlung.

7 Anforderungen an die Verpackung und Kennzeichnung

7.1 Verpackungsprozess

7.1.1 Trocknung von MSDs und Transportträger-Werkstoffe vor dem Verschließen in MBBs

7.1.1.1 Anforderungen – Klassen C2a und C3

Die Verpackung der MSDs in MBBs muss innerhalb einer Woche nach dem Umpressen, Burn-in, Trocknung oder anderen Wärmeprozessen unter klimatischen Bedingungen niedriger als 30 °C/60 % r.F. erfolgen.

Eine MET ist nicht festgelegt.

MBBs können für eine kurze Zeitdauer (weniger als 1 h) geöffnet und wieder verschlossen werden, vorausgesetzt, dass die HIC eine Feuchte von weniger als 30 % r.F. anzeigt und das Trockenmittel durch ein frisches ausgetauscht wird. Wird der MBB erneut geöffnet, braucht die Dauer der vorherigen Öffnung nicht berücksichtigt werden, zeigt die HIC eine Feuchte von weniger als 30 % r.F. an. Somit wird die Verarbeitungsdauer nicht von der Öffnungsdauer des MBB beeinflusst, so lange die HIC eine Feuchte von weniger als 30 % r.F. anzeigt.

7.1.1.2 Trocknungsanforderungen – Klassen 2a, und 3 bis 5

In Klassen 2a bis 5 klassifizierte MSDs müssen vor dem Versiegeln in MBBs getrocknet werden (siehe Abschnitt 9). Die Zeitdauer zwischen Trocknung und Versiegeln darf die MET abzüglich der dem Handel erlaubten Zeit zur Öffnung und Neuverpackung der Teile nicht überschreiten. Ist beim Lieferanten die tatsächliche MET länger als 24 h, muss diese tatsächliche Zeit genommen werden. Erfolgt das Neuverpacken beim Händler mit aktiven Trockenmittel, ist es nicht erforderlich, diese Zeit von der MET abzuziehen.

Wärmeprozesse wie Umpressen, Burn-in oder Wärmetrocknung können als Vortrocknung angesehen werden. Werden die MSDs bis zur Verpackung in MBBs unter kontrolliert niedriger Feuchte gelagert, kann die MET verlängert werden.

7.1.1.3 Trocknungsanforderungen – Transportträger-Werkstoffe

Die Werkstoffe, aus denen Transportträger (wie Trays, Stangen, Rollen, etc.) bestehen, können die Kapazität des Trockenmittels beeinflussen, wenn sie in den MBB eingebracht werden. Folglich muss die Auswirkung dieser Werkstoffe entweder durch Wärmetrocknung oder, wenn gefordert, durch die Beigabe zusätzlichen Trockenmittels in den MBB kompensiert werden, um die Lagerfähigkeit der Bauteile sicherzustellen (siehe 8.2.1).

7.1.1.4 Trocknungsanforderungen – sonstiges

Hersteller dürfen die Wirkung des Trocknens im üblichen Fertigungsablauf verwenden, wie beispielsweise Aushärten des Kunststoffes, Trocknen der Kennzeichnung und Burn-in, um die Dauer des Wärmetrocknens zu reduzieren. Eine äquivalente Beurteilung wird empfohlen, um sicherzustellen, dass Hochtemperatur-Prozesse das Ansteigen des Feuchtegehalts auf einem annehmbaren Niveau halten. Die totale Zunahme der Masse des gesamten SMD zum Zeitpunkt des dichten Verschließens im MBB darf die der Feuchtezunahme vom SMD nicht überschreiten, als begonnen wurde, es zu trocknen und dann mit 30 °C/60 % relativer Feuchte über die Dauer der MET (minus der Dauer beim Lieferanten) zu beanspruchen.

7.1.1.5 Überschreiten der Dauer zwischen Wärmetrocknen und Verpacken im Beutel

Falls die erlaubte Dauer zwischen dem Wärmetrocknen und dem Verpacken im Beutel überschritten wird, müssen die SMD entsprechend 9.1 wiederholt getrocknet werden.

Für eine Verkürzung der Wärmetrocknung siehe Anhang D.

7.1.2 Evakuieren und Verschließen

Typ 1 Verpackungen für MSL Klassen 2, C2a und C3 müssen nicht evakuiert werden.

Nur für MBB: Die unmittelbar anliegende Verpackung (z. B. Rolle, Tray, Stange) kann evakuiert werden, um anliegende Verpackung, Trockenmittel und HIC zu fixieren.

ANMERKUNG 1 Eine geeignete Bedingung ist ein Restdruck von 0,07 Mpa. Nur leichte oder teilweise Evakuierung um das Volumen zu reduzieren; der Beutel sollte nicht vollständig evakuiert werden, da dies die Wirksamkeit des Trockenmittels verringert.

ANMERKUNG 2 Um eine Sichtprüfung zu erleichtern kann ein stärkerer Unterdruck bevorzugt werden, solange dadurch die Bauteile nicht geschädigt werden. Dabei ist das Produkt zu beobachten, ob Leckagen auftreten, oder die Verpackung zu fest oder zu lose anliegt.

7.1.2.1 Füllung mit Trockengas (optional)

Bis auf 0,05 Mpa evakuieren und den Beutel mit trockenem reinen Stickstoff oder trockener Luft füllen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren sollte fünf mal wiederholt werden, um im MBB eine 99 % reine Atmosphäre zu erzeugen.

7.2 Werkstoffe für Feuchteschutzverpackungen

7.2.1 Feuchtedichter Beutel (MBB)

Der feuchtedichte Beutel muss den relevanten nationalen Normfestlegungen hinsichtlich Biegsamkeit, ESD-Schutz, mechanischer Belastbarkeit und Durchstoßfestigkeit entsprechen. Die Beutel müssen heißsiegelfähig sein. Gemessen wird die WVTR unter Verwendung der zutreffenden nationalen Normen zum Bestimmen der Wasserdampf-Durchlassrate in Kunststoff-Folien und Kunststoffplatten mit Hilfe eines modulierten Infrarotsensors.

Die empfohlene Wasserdampf-Durchlassrate beträgt $\leq 0,1 \text{ g/m}^2$ in 24 h bei 40 °C für Typ 1 und $\leq 0,03 \text{ g/m}^2$ in 24 h bei 40 °C für Typ 2, und zwar nach der Biegsamkeitsprüfung in Übereinstimmung mit den zutreffenden nationalen Normen zum Bestimmen der Biegefestigkeit von biegsamen Sperrschicht-Werkstoffen.

Tabelle 4 – Eigenschaften der Werkstoffe für MBB

Typ	Werkstoffeigenschaften	Empfohlene Werte
1	Mechanisch	Auf mindestens 2 Seiten verschlossener Beutel. Typische Wasserdampf-Durchlassrate (WVTR) $\leq 0,1 \text{ g/m}^2$ in 24 h bei 40 °C, 90 % r.F
	Chemisch	Kein Ausgasen für das Bauteil schädlicher Substanzen
2	Mechanisch	Auf mindestens 2 Seiten verschlossener Beutel. Typische Wasserdampf-Durchlassrate (WVTR) $\leq 0,03 \text{ g/m}^2$ in 24 h bei 40 °C, 90 % r.F
	Chemisch	Kein Ausgasen für das Bauteil schädlicher Substanzen

7.2.2 Trockenmittel

Die Trockenmittel-Substanz muss den zutreffenden nationalen Normen zum Bestimmen wirksamer Trockenmittel, welche zur statischen Entfeuchtung von Verpackungsbeuteln verwendet werden, entsprechen. Das Trockenmittel muss staubfrei, nicht korrosiv und in dem Umfang absorbierend sein, wie es in der entsprechenden Norm festgelegt ist. Das Trockenmittel muss in feuchtedurchlässige Beutel eingepackt werden. Die Masse des je durchfeuchtungsdichten Beutels verwendeten Trockenmittels muss auf Basis der Fläche des Beutels und der WVTR bestimmt werden, um eine entsprechende relative Feuchte im MBB aufrechtzuerhalten und zwar kleiner 30 % bei 25 °C für Bauteile in den Feuchteklassen C2a und C3, und kleiner 10 % bei 25 °C für MSDs in den Feuchteklassen 2a bis 5.

ANMERKUNG Für den Vergleich zwischen verschiedenen Trockenmittelarten wurde in bestimmten Spezifikationen die „UNIT“ als Basiseinheit für die Messung der Masse für Trockenmittel-Substanzen festgelegt. Eine Trockenmittel-UNIT ist festgelegt als der Wert, bei welchem mindestens 2,85 g Wasserdampf bei 25 °C und 20 % relativer Feuchte absorbiert werden.

Für Klasse 2a und höher:

Wenn die Trockenmittel-Kapazität bei 25 °C und 10 % relativer Luftfeuchte bekannt ist, sollte die folgende Gleichung verwendet werden.

Formel (1)

$$W = (30,4 \times M \times WVTR \times A)/D \quad (1)$$

Dabei ist

- W = Masse des Trockenmittels in Gramm;
 M = vorgesehene Lagerungsdauer in Monaten;
 $WVTR$ = Wasserdampf-Durchlassrate über 24 h in g/m²;
 A = Gesamte Oberfläche des MBB in m²;
 D = Masse des Wassers in g, welche 1 g Trockenmittel bei 10 % r.F. und 25 °C absorbiert.

ANMERKUNG 1 „30,4“ ist eine Konstante (Tage/Monat)

ANMERKUNG 2 Falls Trays, Magazine, Gurte, Schaumstoffkappen usw. in den Beutel ohne Wärmetrocknen mit eingepackt werden, sind zusätzliche Trockenmittel erforderlich, um die in diesen Teilen enthaltene Feuchte zu absorbieren.

Übliche Trockenmittel sind aktive Bleicherde (Bentonite), Silika Gel oder Molekularsieb.

Sind mehr Details der Werkstoffkonstanten vorhanden, kann folgende Formel für alle Klassen verwendet werden.

Formel (2-1)

$$W = \frac{30,4 \times M \times WVTR \times A \times (h_1 - h_2) \times K_1}{(C_2 - C_1) \times 10^{-2}} + K_2 \times D$$

Kann die Auswirkung von Verpackungsmaterial innerhalb des MBB ($K_2 \times D$) vernachlässigt werden:

Formel (2-2)

$$W = \frac{30,4 \times M \times WVTR \times A \times (h_1 - h_2) \times K_1}{(C_2 - C_1) \times 10^{-2}}$$

Dabei ist

- W : Masse an Trockemittel (g);
 $WVTR$: Wasserdampf-Durchlassrate über 24 h in g/m² bei 40 °C;
 A : Gesamte Oberfläche des MBB in m²;
 M : vorgesehene Lagerungsdauer in Monaten;
 h_1 : durchschnittliche Lagerungsfeuchte außerhalb des MBB (r.F. %);
 h_2 : durchschnittliche Lagerungsfeuchte innerhalb des MBB (r.F. %) ^a;
 K_1 : Koeffizient aus Verpackungswerkstoff und durchschnittlicher Lagerungstemperatur^b;
 C_1 : Feuchteabsorptionsrate des Trockenmittels (initial) (%);
 C_2 : Feuchteabsorptionsrate des Trockenmittels bei höchster zulässiger relativer Feuchte innerhalb des MBB (%);
 K_2 : Koeffizient aus der Feuchteabsorptionsrate des Verpackungsmaterials innerhalb des MBB^c;
 D : Gewicht des Verpackungsmaterials im MBB.

^a Empfohlen ist der Mittelwert aus anfänglicher relativer Feuchte und höchster zulässiger relativer Feuchte innerhalb der Verpackung.

$$K_1 = \frac{P_\theta}{P_{40}} \times \frac{p_\theta}{p_{40}} \times \frac{1}{90}$$

Dabei ist

P_θ : Feuchtedurchlässigkeitskoeffizient bei mittlerer Lagerungstemperatur θ °C ($\text{g} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa}$);

P_{40} : Feuchtedurchlässigkeitskoeffizient bei 40 °C ($\text{g} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa}$);

p_θ : Sättigungsdampfdruck bei θ °C (kPa);

p_{40} : Sättigungsdampfdruck 40 °C (kPa).

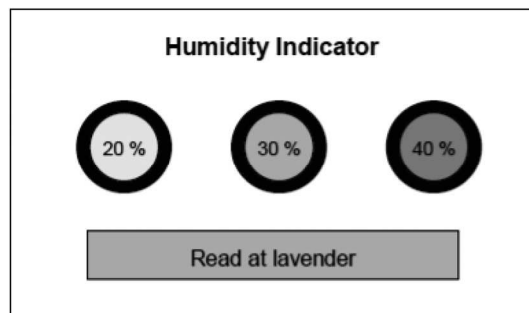
7.2.3 Feuchte-Indikator

7.2.3.1 Feuchte-Indikator-Karte (HIC) (falls gefordert)

Der HIC muss den zutreffenden nationalen Normen zum Bestimmen chemisch imprägnierter Feuchte-Indikatoren entsprechen.

Für die Feuchtekategorie C2a und C3 muss der Feuchte-Indikator einen Empfindlichkeits-Schwellenwert von 30 % relativer Feuchte haben, der durch Farbpunkte mit den Empfindlichkeitsschwellen einer relativen Feuchte von 20 %, 30 % und 40 % angezeigt werden darf.

Für die Feuchtekategorien 2a bis 5 muss der Feuchte-Indikator mindestens drei Farbpunkte mit den Empfindlichkeitsschwellen einer relativen Feuchte von 5 %, 10 % und 60 % haben. HIC-Beispiele werden in den Bildern 2a und 2b gezeigt.



Weniger als 30 % relative Feuchte können durch den Vergleich mit einer Farbe (lila) bestätigt werden

Bild 2a – Beispiel einer Feuchte-Indikator-Karte für Klassen C2a und C3

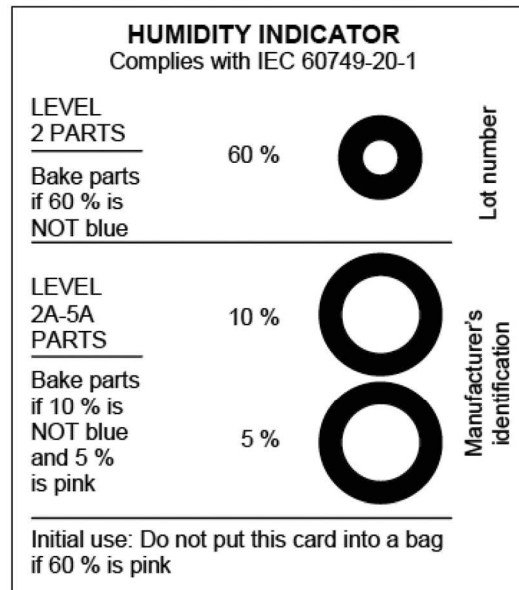


Bild 2b – Beispiel einer Feuchte-Indikator-Karte für Klassen 2 bis 5

7.2.3.2 Trockenmittel mit Feuchte-Indikator (falls gefordert)

Wenn zwischen Lieferant und Anwender vereinbart kann alternativ ein Trockenmittel mit Feuchte-Indikator verwendet werden.

Es muss ein Trockenmittel verwendet werden, welches die Farbe (Farbton) erkennbar (signifikant) ändert, wenn die festgelegte relative Feuchte überschritten wird, und zwar üblicherweise von blau (trocken) zu rosa/pink (feucht). Die Bauartspezifikation muss Einzelheiten zur Beurteilung festlegen. Siehe 8.4.2.

7.3 Kennzeichnung

7.3.1 Angaben auf Etiketten

Für nicht feuchteempfindliche Bauteile bestehen keine Anforderungen.

a) Feuchteempfindlichkeitsklasse (MSL)

ANMERKUNG 1 Falls gefordert, ist der MSL auch für MSL1 anzugeben.

ANMERKUNG 2 Falls zwischen Anwender und Lieferant vereinbart, kann der erste Kennbuchstabe C auf dem Etikett entfallen.

Optional:

- a) Bildzeichen für Feuchteempfindlichkeit;
- b) Etikett zur Kennzeichnung der Feuchteempfindlichkeit (MSID);
- c) Warnetikett bei Feuchteempfindlichkeit (MSCL);

Beispiele siehe in Anhang H.

8 Handhabung feuchteempfindlicher Bauteile

8.1 Lagerung

8.1.1 Empfohlene Lagerungsbedingungen

Siehe IEC 61760-2, mit folgenden Einzelheiten: