

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 95 (2004)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Komponenten mit bleifreien Anschlüssen  
**Autor:** Wulfert, Friedrich-Wilhelm  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857968>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Komponenten mit bleifreien Anschlüssen

## Bleifreie Bauteile müssen beim Löten höhere Temperaturen überstehen

Europa verlangt von der Halbleiterindustrie einen Beitrag zum Umweltschutz und verbietet giftige Elemente wie Blei in der Elektronik. Das europäische Parlament verabschiedete im Januar 2003 die Weisung WEEE [1] über elektronischen Abfall. Mit einer zugehörigen Verordnung RoHS [2] über giftige Substanzen sind Stoffverbote ausgesprochen. In einer weiteren Direktive ELV [3] ist beschrieben, wie mit Altfahrzeugen umzugehen ist. Insbesondere darf im Konsumerbereich nach dem 1. Juli 2006 keine bleihaltige Elektronik mehr verkauft werden. Die Halbleiterindustrie entwickelt nun Bauteile, die der RoHS entsprechen und nicht wesentlich teurer sein sollen. Da die bleifreien Lötprozesse bei höheren Temperaturen ablaufen, müssen die Bauteile in erster Linie temperaturfester gemacht werden (RaSH = Resistance against Soldering Heat), und ihre Feuchteempfindlichkeit muss beim Löten beachtet werden.

Das europäische Gesetz verbietet in neuen Produkten per ersten Juli 2006 giftige Stoffe wie Blei, Cadmium, Quecksilber, sechswertiges Chrom, polybromierte Biphenyle (PBB) und Diphenyl-Ether (PBDE). Für die Halbleiterindustrie bedeutet das, Blei (Pb) aus dem Lot sowie Brom (Br) und vorsorglich Antimon (Sb) aus Vergussmassen und Leiterplatten mit

*Friedrich-Wilhelm Wulfert*

ungiftigen Stoffen zu ersetzen. Auch Glykoläther im Lötstopplack sollte nicht mehr eingesetzt werden. Die Bauteile mit den Ersatzstoffen werden beim bleifreien Lötprozess bei höheren Temperaturen verarbeitet, was einerseits eine Umstellung der Prozesse in der Leiterplattenproduktion bedeutet, andererseits aber auch zukünftige Hochtemperaturanwendungen von diesen neuen Plastikkomponenten ermöglicht. Umweltfreundliche, «grüne» Bauteile müssen folgende Punkte erfüllen:

- Eignung für höheren Gehäusetemperaturen (245...260°C gegenüber früher 225...240°C)
- Bleifreie Lötflächen bei bedrahteten Bauelementen

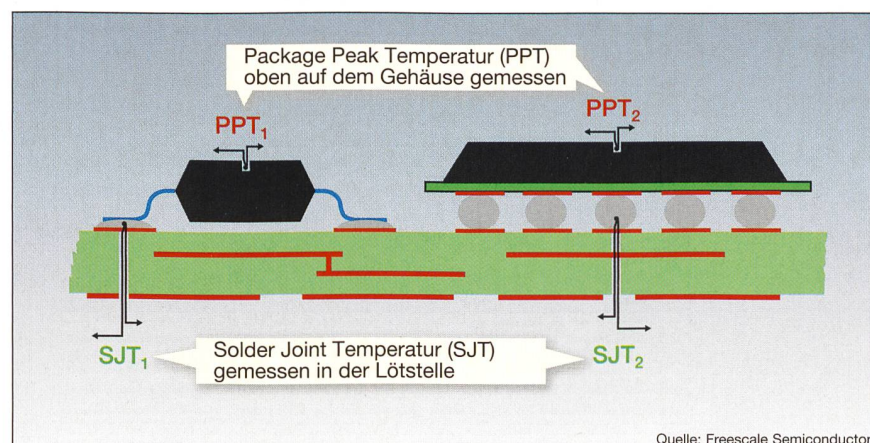
- Bleifreie Lotkugeln bei Ball Grid Array und Flip-Chip Bauelementen
- Halogenfreie Vergussmassen
- Halogenfreie organische Substrate.

### Bauelemente saugen Wasser auf

Die Plastikgehäuse der Bauelemente saugen wie Schwämme Wasser auf. Das Wasser verändert die Haftung der Materialgrenzflächen in den Komponenten. Die Löthitze führt zu Spannungen zwischen

den Materialien mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten, das Wasser wird zu Dampf und baut Druck auf. Diese Kräfte können die Materialien delaminieren und zu Rissen im Gehäuse führen. Wenn sich dabei ein Bonddraht löst, stellt man dies umgehend beim Testen fest, schlimmer sind latente Langzeitschäden, wenn zum Beispiel der schlechte Kontakt vom Chip zum Gehäuse die Wärmeleitung verschlechtert oder Risse im Gehäuse Feuchtigkeit und chemische Stoffe eindringen lassen, womit es zu späten Ausfällen kommen kann.

Das im Moment am häufigsten heruntergeladene Dokument vom JEDEC Server ([www.jedec.org](http://www.jedec.org)) ist der JEDEC/IPC Joint Standard J-STD-020C [4] über feuchteempfindliche Bauelemente und wie sie verarbeitet werden können, ohne dass sie beschädigt werden. Die beim Löten für das Bauteil relevante Temperatur wird an seiner Oberseite gemessen und ist früher als Peak Reflow Temperature (PRT) oder neuerdings auch richtungsweisend als Package Peak Temperature (PPT) festgeschrieben worden. Sie ist die wichtige Grösse bei der Bestimmung der Feuchteempfindlichkeit (MSL = Moisture Sensitivity Level), womit ausgesagt wird, wie lange die Bauelemente nach dem Öffnen der Trockenverpackung gelagert werden dürfen, bevor sie gelötet werden. Die Richtlinien in Tabelle I gelten auch für teilbestückte Leiterplatten und für das Reparaturlöten.



**Bild 1** Temperatur der Lötstelle und des Bauteils

Für zuverlässige Lötverbindungen muss die minimale Lötstellentemperatur (SJT) erreicht werden, die maximale Bauteiltemperatur (PPT) darf aber nicht überschritten werden.

Feuchteklasse	Feuchtesimulation	Trockenverpackung	Verarbeiten nach Öffnen der Verpackung bzw. Lagerung bei 30°C/<60%RH
MSL 1	168 Std. bei 85 °C/85%RH	Nein	unbegrenzt
MSL 2	168 Std. bei 85 °C/60%RH	Ja	innerhalb eines Jahres
MSL 3	192 Std. bei 30 °C/60%RH	Ja	innerhalb einer Woche
MSL 4	96 Std. bei 30 °C/60%RH	Ja	innerhalb von 72 Stunden
MSL 5	72 Std. bei 30 °C/60%RH	Ja	innerhalb von 48 Stunden

Tabelle I Klassifizierung von Bauteilen nach Feuchteempfindlichkeit (J-STD-020C)

Maximale Bauteiltemperatur beim SnPb-Prozess			
Gehäusedicke	Volumen <350 mm <sup>3</sup>	Volumen >350 mm <sup>3</sup>	
< 2,5 mm	240 +0/-5 °C	225 +0/-5 °C	
≥ 2,5 mm	225 +0/-5 °C	225 +0/-5 °C	

Maximale Bauteiltemperatur beim bleifreien Prozess			
Gehäuse-dicke	Volumen <350 mm <sup>3</sup>	Volumen 350...2000 mm <sup>3</sup>	Volumen >350 mm <sup>3</sup>
<1,6 mm	260 +0 °C	260 +0 °C	260 +0 °C
1,6 mm – 2,5 mm	260 +0 °C	250 +0 °C	245 +0 °C
≥ 2,5 mm	250 +0 °C	245 +0 °C	245 +0 °C

Tabelle II Maximale Gehäusetemperaturen (PPT) beim Lötprozess (J-STD-020C)

Die maximalen Bauteiltemperaturen werden durch den Standard J-STD-020C lediglich vorgeschlagen und gelten als Richtwerte. Sie können je nach Produkt anders ausfallen.

Wird die Lagerzeit überschritten, müssen die Bauelemente neu getrocknet werden, bevor Lötwärme je nach Gehäusebauart gemäss Tabelle II wieder angewendet werden darf. Der J-STD-020C wird laufend überarbeitet. 1996 bestimmte der Standard die MSL für Gehäusetemperaturen von maximal 225 °C. Im April 1999 wurde J-STD-020A mit Temperaturen bis 240 °C ergänzt. Heute ist J-STD-020 Revision C von Juli 2004 gültig.

Die Schwierigkeit bei der Leiterplattenbestückung liegt darin, dass das Löten möglichst heiss und schnell erfolgen soll, die Komponenten dabei aber möglichst

kühl bleiben müssen und nur langsam, schonend erhitzt werden dürfen. Die minimale Lötstellentemperatur von bleifreien SnAgCu-Löten liegt mit 225...235 °C wesentlich höher als die der Bleilöte mit 205...220 °C. Dazu darf man nicht vergessen: Kleine Bauteile werden heisser als grosse, was nicht nur auf das Löten einen Einfluss hat, sondern auch auf die Zuverlässigkeit des Bauteils. Auf einer Leiterplatte sind Gehäuse mit den unterschiedlichsten Bauformen, Materialien und Dimensionen, die die Wärme verschieden speichern und leiten und damit zu einer ungleichen Tempera-

turverteilung führen. Dieses Delta-T auf den Leiterplatten sowie Prozess- oder Ofentoleranzen resultieren in Gehäusetemperaturen von 225...240 °C beim bleihaltigen und zu 245...260 °C beim bleifreien Löten. Die neuen Prozesse in der Fertigung und das engere Temperaturfenster beim bleifreien Löten ist in [5] dargestellt.

**Warpage: Bauteile werden verformt**

Grossflächige Bauteile auf Leiterplatten verbiegen sich beim Löten. Jeder kennt die Funktion des Bi-Metalls: Die Materialien dehnen sich verschieden aus, es bilden sich Spannungen, wodurch sich das Ensemble verformt. Diese Kräfte verwenden auch Leiterplatten während des Lötens. Unter ungünstiger Konstellation bewegen sich Bauteil und Leiterplatte voneinander weg. Bei BGA-Gehäusen können sich so die Lotkugeln vom Lotpastendepot entfernen und die Lötstelle wird schlecht oder ganz verhindert (Bild 3). Die Verformung der Gehäuse ist dynamisch und verändert sich mit dem Temperaturverlauf des Lötprofils. Eine geeignete Wahl der Materialien und ein geschicktes Design der Substrate minimiert die Verformung auf unter 200 µm bei 27×27mm PBGAs.

**Anschlüsse bleifrei beschichten**

Die Anschlüsse elektronischer Bauteile müssen lötbare Oberflächen haben, damit sie das Lot bei der Bestückung auf der Leiterplatte annehmen. Bedrahtete Bauelemente können statt mit Zinn-Blei (SnPb) mit Nickel-Palladium(-Gold) (NiPd(Au)) beschichtet werden, mit Zinn-Wismut (SnBi) oder mit Mattzinn, also 100-prozentigem Zinn. Die Benetzungseigenschaften [8] der bleifreien Oberflächen sind SnPb unterlegen, genügen jedoch den Ansprüchen beim Löten von Leiterplatten. Zinn-Silber (SnAg) und Zinn-Kupfer (Sn-Cu) sind aus ökonomischen bzw. fertigungstechnischen Gründen als SnPb-Ersatz ausgeschieden. Auf Alloy42 aufgebaute Bauteile mit SnPb-Oberflächen werden von Freescale bei Bedarf in geeignete Gehäuse mit Trägerstreifen aus Kupfer mit Mattzinn-Lotoberfläche überführt [6]. Dabei kann es notwendig sein, dass Anwender ihr Leiterplattenlayout den neuen Gehäuseabmessungen anpassen.

Bleifreie Ball Grid Arrays von Freescale haben externe Lotkugeln aus Zinn-Silber-Kupfer (Sn4.0Ag0.5Cu) [7]. Bei Flip-Chip BGAs ist es derzeit nicht möglich, auf interne hoch-bleihaltige Lotkugeln zu verzichten. Dies trifft genauso auf

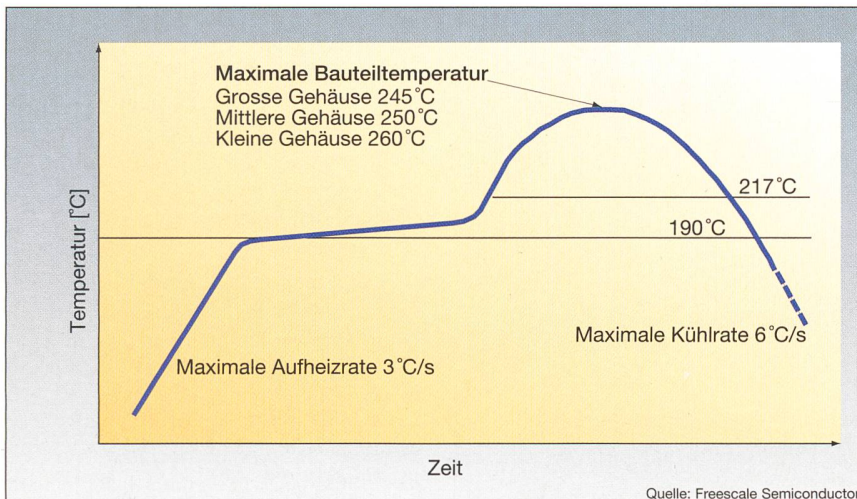


Bild 2 Temperaturprofil beim bleifreien Löten

Das Bauteil muss beim bleifreien Löten 90 Sekunden über 217 °C sein. Die maximale Aufheizrate liegt bei 3 °C/s, Ziel der Hersteller ist 2 °C/s. Das Aufheizen bis zur maximalen Bauteiltemperatur sollte mindestens 300 Sekunden dauern, die flache Vorheizung bei 190 °C 110 Sekunden.

die interne Chipplötung bei Bauelementen in HSOP, QFN oder auf andere Gehäuse mit nach aussen ragenden Kühlkörpern zu, wo hoch-bleihaltige Lote zum Einsatz kommen. Dies ist RoHS konform, Lote mit >85% Pb sind technisch bedingt vom Verbot ausgenommen. Die hoch-bleihaltigen Lote gewährleisten eine Lotherarchie mit innen höheren Schmelztemperaturen als die der aussen verwendeten bleifreien Lote.

Moderne Vergussmassen beinhalten keine Brom-(Br) oder Antimon-(Sb)-Verbindungen als Flammschutzmittel. Sie werden zukünftig halogenfrei mit aromatischen Hilfsmitteln oder Hydroxiden hergestellt, um die Umwelts- und Sicherheitsbestimmungen einzuhalten. Die chemische Stabilität muss nachgewiesen werden, da beim bleifreien Löten höhere Temperaturen entstehen, damit die «grünen» Bauteile so zuverlässig arbeiten wie die konventionellen. In der Fertigung

werden zusätzliche Reinigungsschritte mit Plasma oder UV-Ozon vor dem Drahtbonden und vor dem Plastikvergessen evaluiert. Hiermit soll die Materialhaftung gestärkt werden, um den thermischen Kräften Paroli zu bieten. Damit wäre MSL1/260 °C möglich, womit die Trockenverpackung für Standardbauelemente eingespart werden kann. Aufwand und Nutzen müssen aber abgewogen werden. Alle bleifreien Bauteile werden bei Freescale mit der Vorgabe von mindestens MSL3/245 °C und dem Ziel auf MSL1/260 °C gefertigt.

### Mischbestückung mit und ohne Blei

Im Übergang auf bleifreie Bauteile wird es auf den Leiterplatten zu Mischbestückungen mit bleifreien und bleihaltigen Bauteilen kommen. Beim bleifreien Löten konventioneller SnPb-Bauteile ist

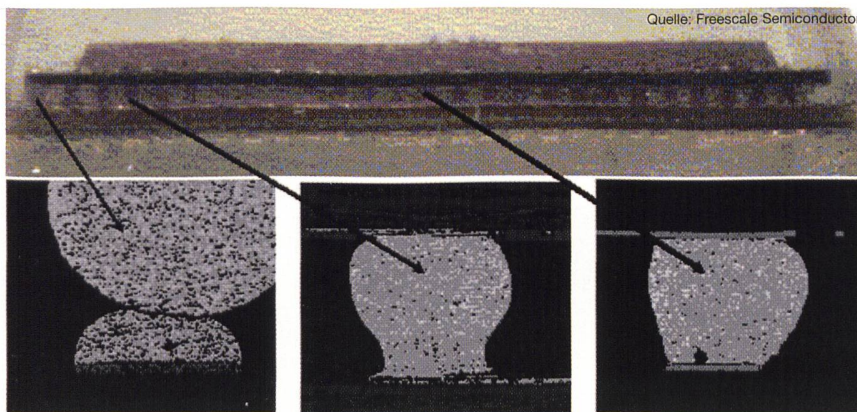


Bild 3 Warpage: Bauteil verzieht sich

Grosse Bauteile verformen sich durch die Wärme beim Löten. Dies führt zu schlechten Lötstellen, auch der Wärmetransport vom Gehäuse zur Leiterplatte ist vermindert.

darauf zu achten, dass die MSL/PRT-Vorgaben eingehalten werden. Die konventionellen Bauteile mit bleihaltigen Lötflächen müssen geprüft werden, ob sie die erhöhte Prozesstemperatur überstehen. Bleihaltige Lote schmelzen in bleifreien Lötssystemen problemlos auf und bilden zuverlässige Lötstellen.

Bleifreie bedrahtete Bauteile können problemlos in bleihaltigen Lötssystemen verarbeitet werden. Das bleihaltige Lot auf der Leiterplatte oder der Welle beherrscht das Lötssystem mengenmässig und wird durch den geringen Eintrag bleifreien Lots von den Bauteilbeinchen unbeeindruckt bleiben. Es bilden sich gute Lötstellen aus.

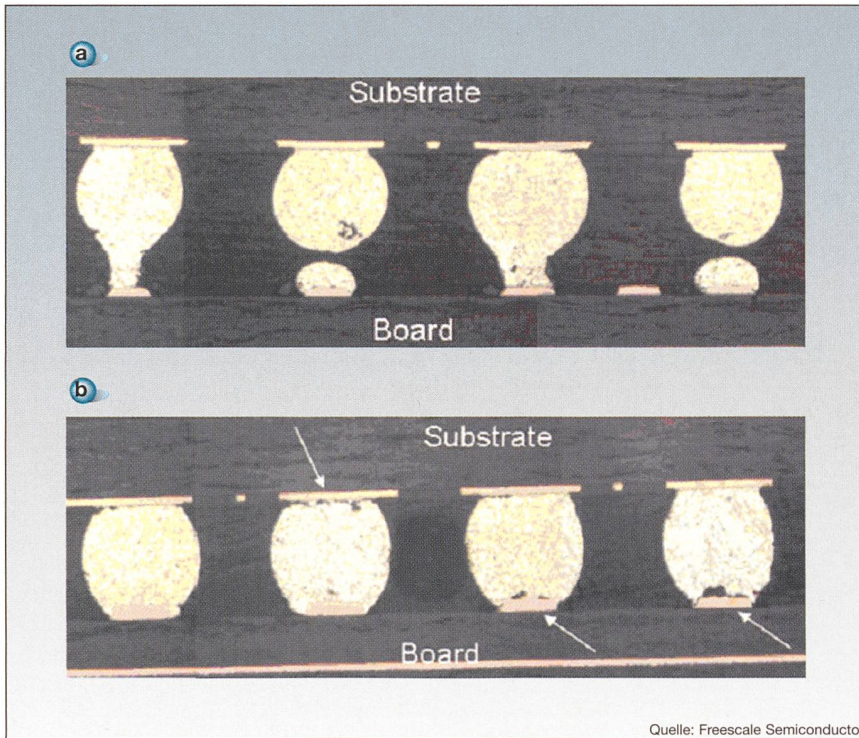
Etwas anders sieht es dagegen aus, wenn PBGAs mit bleifreien Kugeln auf das vom Volumen her eher kleine, jedoch bleihaltige Depot der Zinn-Blei-Paste auf der Leiterplatte treffen. Hier muss sichergestellt werden, dass es zum vollständigen Aufschmelzen und zur Durchmischung der beiden Lote kommt, dass der «zweifache Kollaps» des BGAs zur Leiterplatte hin geschieht und Zeit zum Durchmengen der flüssigen Lote bleibt. Dies ist bei einer Lötstellentemperatur von mindestens 225 °C gegeben und liegt oberhalb der sonst üblichen Temperatur von 205... 220 °C von SnPb.

### Bleifreie Lötverbindungen sind zuverlässig

Mit Temperaturzyklen testet man die Haltbarkeit und Beständigkeit von Lötverbindungen. Dazu werden verschiedene Bauteile auf die Leiterplatten gelötet und in einer Klimakammer thermisch gestresst. Dabei wird der ohmsche Widerstand der verketteten Lötstellen überwacht. Aus den Messungen der 64-poligen LQFP und des 132-poligen PQFP kann man folgern, dass die Lebensdauer von Lötstellen mit Matt-Zinn mindestens so gut ist wie die von Zinn-Blei-Oberflächen. Dies gilt sowohl mit konventionellem SnPb als auch in SnAgCu-Loten auf den Leiterplatten. Auch Ball Grid Arrays (Bild 5) erreichen die geforderten 2000 Zyklen bei allen Kombinationen der Lote problemlos.

### Whisker schliessen Pins kurz

Das spontane Wachsen von Whiskern [10, 11, 13] aus plattierten Zinn-Oberflächen (Bild 6) wird insbesondere in der Raum- und Luftfahrt als Risiko betrachtet [14, 15]. Diese kristallinen Zinn-Auswüchse werden vermutlich durch mechanische Spannungen herausgetrieben. Die Spannungen entstehen an den Korngrenzen intermetallischer CuSn-Phasen



**Bild 4** Durchmischung des Lotes je nach Temperatur

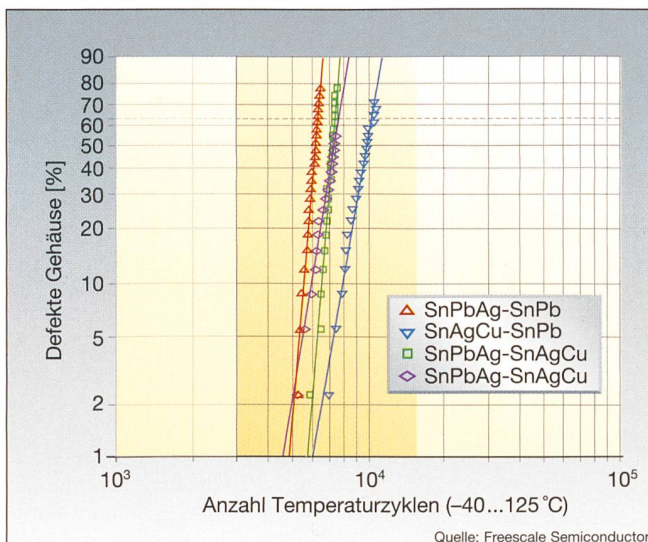
Bild a: Bei einer Lötstellentemperatur von 203 °C durchmischen sich die Lote nicht vollständig oder die Verbindung bleibt offen. Bild b: Bei 225 °C sind die Lote (SnPb von Leiterplatte und SnAgCu von PBGA) ganz aufgeschmolzen und durchmischt. Die Risse im Bild erfolgten erst nach einem Stresstest mit Temperaturzyklen.

[9, 11] oder durch Fehlanpassung von Basismaterial und Plating, wie es beim Alloy42 mit Sn beobachtet wird [12].

Die Whisker sind bislang noch nicht vollends erklärt oder verstanden. Umwelt, Materialien, Methoden und Anlagen zeigen sich als wesentliche Einflüsse. Bei Untersuchungen wurden bei allen zinnbasierten Lotoberflächen, bei Sn, SnBi, SnCu und auch bei SnPb, früher oder später mehr oder weniger Whisker gefunden [10]. Bei 60 °C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit traten nach etwa 3 Wochen

Whisker bei SnCu auf, nach 7 Wochen bei SnPb und nach 13 Wochen bei Sn und SnBi. Die kürzesten Whisker bilden sich bei SnPb, gefolgt von Sn, SnBi und dann von SnCu mit den längsten. Bei der Anzahl der Whisker sind die wenigsten für SnPb, mehr für SnBi, SnCu und am meisten für Sn zu vermerken.<sup>1)</sup>

Internationale Teams arbeiten an der Klärung des Zinn-Whisker-Phänomens und seine Bedeutung für die Elektronikfertigung. Mit den European 3, abgekürzt E3 aus Infineon, Philips Semiconductor



**Bild 5** Zuverlässigkeit von bleifreien Lötstellen (PBGA388)

Beide Kombinationen, sowohl SnAgCu-Lotkugeln mit SnPb-Lotpaste als auch SnAgCu-Lotkugeln und -Lotpaste, sind gleich zuverlässig oder gar besser als SnPb-Lotkugeln und -Lotpaste.

und STMicroelectronics formt Freescale nunmehr E4, die Environmetal 4. Das gemeinsame Ziel ist, Mattzinn als zuverlässige Lotoberfläche auch beim bleifreien Löten von bedrahteten Bauelementen durchzusetzen.

### Auf bleifrei umstellen

Von allen gängigen Bauteilgehäusen sind Muster mit bleifreien Lotanschlüssen oder als insgesamt «grüne» Versionen erhältlich, wenn hierzu bereits eine Umstellung auf halogenfreie Materialien erfolgte. Alle als bleifrei gekennzeichneten Bauteile von Freescale sind für die notwendigen Prozesstemperaturen zum Leiterplattenlöten geeignet. Daisy-Chain PBGAs bieten sich für die Fertigungen an, um ihre bleifreien Prozesse zu testen. Existierende Produkte werden aber nur auf Anforderung der Kunden umgestellt. Bei neuen Projekten müssen sich Entwickler entscheiden, ob sie noch konventionell mit SnPb arbeiten wollen oder ob sie nicht schon von Anfang an auf bleifreie Komponenten umstellen. Elektronikfertiger sind aufgefordert, Bedarf und Präferenz für bleifreie Produkte anzugeben.

Die Umstellung auf blei- und halogenfreie Fertigungen ist eine Herausforderung für Produzenten und Anwender von Halbleiterbauelementen. Technisch sind Lösungen erarbeitet worden, wobei sich bei den Bauteilen neben bereits eingeführtem NiPd(Au) reines Zinn für Lotoberflächen bedrahteter Komponenten und SnAgCu-Lotkugeln für Ball Grid Arrays behaupten.

Vielfach müssen neue Vergussmassen eingeführt werden, da die Bauteile beim bleifreien Löten höheren Temperaturen ausgesetzt sind. Es werden halogen- und antimonfreie Biphenyl-Epoxid-Harze mit Metallhydraten und -oxiden oder Multi-Aromaten als Flammhemmer zum Einsatz kommen, womit bleifreie und halogenfreie Bauteile dann als «grüne Produkte» bezeichnet werden können.

### Referenzen

- [1] Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE).
- [2] Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS).
- [3] Commission Decision of 27 June 2002 amending Annex II of Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles (ELV).
- [4] IPC/JEDEC J-STD-020C: «Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices», July 2004, <http://www.jedec.org/download/search/jstd020c.pdf> and later versions or amendments.

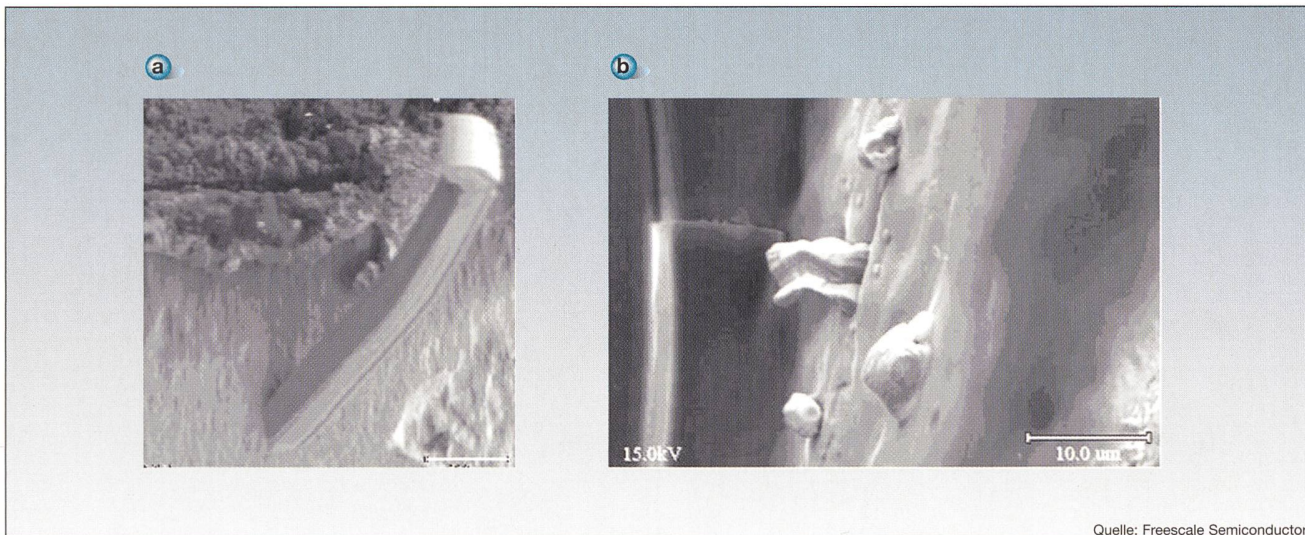


Bild 6 Whisker aus verschiedenen Oberflächen

Bild a: Whisker aus einer Zinn-Oberfläche; Bild b: Whisker aus einer Zinn-Blei-Oberfläche

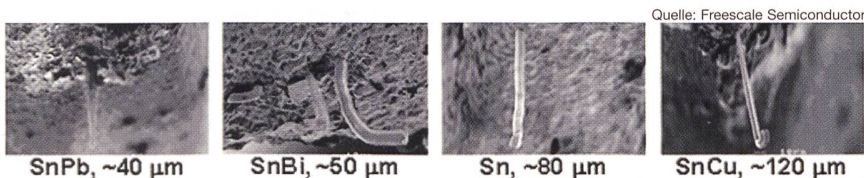


Bild 7 Maximale Längen der Whisker

Je nach Lotschicht auf den Bauteilbeinchen bilden sich längere oder kürzere Whisker. Bei Zinn-Kupfer wachsen die Sn-Whisker bis 120 µm (Versuchsbedingungen: 60°C/95%RH).

- [5] Klein, Ch. et al (2003): «Qualification Temperature Profile of Electronic Devices for Lead-free Reflow Soldering», ZVEI Workshop «Lead-free Production in Automotive Business», Frankfurt, Oct. 23, 2003.
- [6] Wulfert, F.W. et al (2002): «Assessment of Pb-free Finishes for Leadframe Packaging», Electronics Circuits World Convention, ECWC 9, Cologne Trade Fair, Germany, October 2002.
- [7] Wulfert, F.W. et al (2002): «Development of Pb (lead) and Halogen Free Plastic Ball Grid Array, PBGA, Components», Electronics Circuits World Convention, ECWC 9, Cologne Trade Fair, Germany, October 2002.
- [8] IEC 60068-2-58 Environmental testing – Part 2-58: «Test methods for solderability, resistance for dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)», 2nd. Edition 1999-2001.
- [9] Dittes, M. (2002): «Lead-free Post-Mold Plating for Semiconductor Devices», Electronics Circuits World Convention, ECWC 9, Cologne Trade Fair, Germany, October 2002.
- [10] Lee, B. et al (1998): «Spontaneous Growth Mechanism of Tin Whiskers», Acta Materialologica, Vol. 46, No. 10, 1998, pp. 3701-3714.
- [11] Zhang, Y. et al: «Understanding Whisker Phenomenon – Driving Force for the Whisker Formation», APEX 2002, San Diego, CA.
- [12] Dittes, M. et al (2003): «Tin Whisker Formation – Results, Test Methods and Countermeasures», ECTC 2003, New Orleans, May 29, 2003
- [13] [http://www.nemi.org/projects/ese/tin\\_whisker.html](http://www.nemi.org/projects/ese/tin_whisker.html)
- [14] <http://nepp.nasa.gov/whisker>
- [15] [http://www.space.com/business/technology/mexican\\_satellite\\_000830.html](http://www.space.com/business/technology/mexican_satellite_000830.html)

### Angaben zum Autor

Dr. **Friedrich-Wilhelm Wulfert** studierte Physik an der Technischen Universität Clausthal in Deutschland. Er promovierte 1982 an der Universität Hannover, wo er sich mit atomaren Defekten an der Si-SiO<sub>2</sub>-Grenzfläche beschäftigte und danach bei National Semiconductor seine Industrietätigkeit aufnahm. Seit

1995 ist er bei Motorola SPS (ab April 2004 Freescale Halbleiter Deutschland GmbH) in München und unterstützt weltweit Entwicklungs- und Fertigungsteams in Sachen Qualität und Zuverlässigkeit. Er wirkt als Bindeglied zwischen Freescale und seinen Kunden bei technologischen Fragen und ist aktiv in Standardisierungsgremien zu Themen der Herstellung von Bauelementen in Wafer-Fab und Assembly sowie auch deren Verarbeitung und den Anwendungsprofilen im Feld.

*Freescale Halbleiter Deutschland GmbH,  
EMEA Quality Technologies & Standards,  
Schatzbogen 7, D-81829 München,  
friedrich.w.wulfert@freescale.com*

<sup>1</sup> Zur weiteren Klärung der Natur und Entstehung von Whiskern sowie deren Bedeutung für die Elektro- und Elektronikindustrie arbeiten NEMI (National Electronics Manufacturing Institute Inc, USA), Soldertec (Tin Technology Ltd., Europa) und Jeita (Japan Electronics and Information Technology Association, Japan) an einem gemeinsamen Programm ([ftp://nemi.org/web-download/newsroom/Presentations/JEITA\\_paper.pdf](ftp://nemi.org/web-download/newsroom/Presentations/JEITA_paper.pdf)).

## Des composants à raccords sans plomb

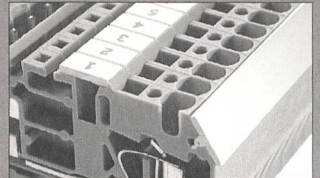
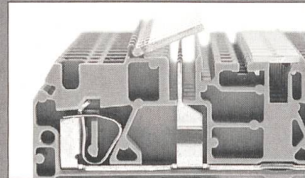
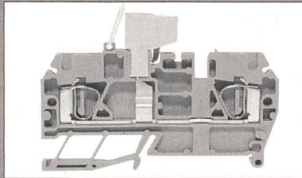
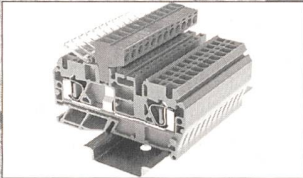
### Les composants sans plomb doivent supporter des températures de soudure plus élevées

L'Europe exige de l'industrie des semi-conducteurs une contribution à la protection de l'environnement et interdit l'emploi d'éléments toxiques comme le plomb en électronique. Le Parlement Européen a adopté en janvier 2003 la directive WEEE [1] sur les déchets électroniques. Une ordonnance correspondante RoHS [2] sur les substances toxiques interdit certaines substances. Une autre directive ELV [3] décrit la manière d'éliminer les voitures usagées. En particulier, il ne doit plus être vendu à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2006, dans le domaine consommateur, d'électronique contenant du plomb. L'industrie des semi-conducteurs est en train de développer des composants conformes à la RoHS et qui ne devraient pas être beaucoup plus coûteux. Etant donné que la soudure sans plomb se fait à des températures plus élevées, les composants doivent avant tout être plus résistants à la chaleur (RaSH = Resistance against Soldering Heat) et la sensibilité à l'humidité doit également être prise en considération à la fabrication.



# Qualität

bedeutet sich neuen Herausforderungen zu stellen.



Nehmen Sie die Herausforderung an und setzen Sie auf rationale Verdrahtungstechnik.  
 Federdruckanschluss und Steckverbinder –  
 zum Beispiel für die Verbindung von Steuerleitungen zwischen Schaltschränken.

**woertz**



Hofackerstrasse 47, Postfach 948, CH-4132 Muttenz 1  
 Tel. 061 466 33 33, Fax 061 461 96 06, www.woertz.ch

KONZEPTE  
 FÜR  
 INNOVATIVE  
 VERBINDUNGS-  
 TECHNIK

Kertész Kabel AG  
 Wibachstrasse 8 - CH-8153 Rümlang  
 Telefon 01/818 08 80  
 Telefax 01/818 08 32  
 E-mail: verkauf@kerteszkabel.ch

**KERTÉSZ**  
 www.kerteszkabel.ch

Das wichtigste ist,  
 immer flexibel sein ...

... wie alles unter  
 www.kerteszkabel.ch

**Elektrokabel**  
**Kabelkonfektion**  
**Netzwerke**

A. Heiniger & Cie. AG  
 Sägestrasse 65, CH-3098 Köniz

Bereich Kabel | Bereich Netzwerke  
 Tel. 031 970 55 70 | Tel. 031 970 55 50  
 Fax 031 970 55 79 | Fax 031 970 55 59

Bereich Konfektionen  
 Tel. 031 970 55 30 | Fax 031 970 55 39

A. Heiniger & Cie. AG  
 Sumpfstrasse 22, CH-6312 Steinhausen

Bereich Konfektionen  
 Tel. 041 749 16 66 | Fax 041 741 29 01



**Qualität verbindet.**

Internet: www.heiniger-ag.ch  
 e-mail: heiniger@heiniger-ag.ch

**HEINIGER**  
 Ein Unternehmen der Gruppe  
 Une entreprise du groupe

**KROMBERG & SCHÜBERT**