

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse

**Herausgeber:** Electrosuisse

**Band:** 95 (2004)

**Heft:** 17

**Artikel:** Bleifreies Wellenlöten in der Praxis

**Autor:** Walter, Markus

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857969>

### **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:** 17.02.2026

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

# Bleifreies Wellenlöten in der Praxis

## Schwierigkeiten bei der Umstellung auf bleifreies Wellenlöten

Bis am 1. Juli 2006 müssen Elektronikfertigungen auf bleifreie Lote umstellen. Nur wenige Produktebereiche werden im Gesetz ausgenommen. Wer zögert, wird neben dem Gesetz auch vom Markt bestraft, denn schon bald verkaufen sich nur noch bleifreie Produkte. Die Prozesse in der Elektronikfertigung können nicht ohne weiteres auf bleifreie Lote umgestellt werden. Nur wer sich gut vorbereitet, findet über den holprigen Weg.

Während viele Produktionen noch abwarten, gibt es einige wenige Vorreiter, die zumindest einen Teil ihrer Fertigung auf bleifreie Prozesse umgestellt haben.

**Markus Walter**

Dabei sammeln sie wichtige Erfahrungen. Insbesondere das bleifreie Wellenlöten bereitet Schwierigkeiten, während das Reflowlöten weniger problematisch ist.

Einer der Vorreiter ist Fujitsu Siemens Computers in Augsburg. Das Unternehmen stellt ein «grünes» Motherboard für einen Pentium-4-Computer her, das ohne giftige Flammhemmer auskommt und bei dem der Bleianteil um 75% reduziert wurde. Das Rest-Blei ist in vorverzinnten Bauelementen enthalten, mit denen das Board bestückt wird. Das bleifreie Lot ist eine Legierung aus Zinn, Silber und Kupfer. Die Halogene konnten weit gehend ersetzt werden, der Anteil an Chlor- und Bromverbindungen wurde erheblich gesenkt.

Gefertigt wird in Augsburg auf Wellenlötanlagen unterschiedlichen technischen Niveaus, die aber alle mit Stickstoff ausgerüstet sind. Bei Fujitsu Siemens war man sich im Klaren, dass eine Umstellung nicht ohne Vorarbeit über die Bühne gehen würde. «Es war ein langwieriger Verbesserungsprozess», so Jürgen Felgner von Fujitsu Siemens. «Speziell das Leiterplattenmaterial und die Bauelemente mussten Schritt für Schritt optimiert werden». Die Lötwelle wurde sukzessive verbessert, optimale Ergebnisse erzielt die so genannte F-Düse, die eine definierte, turbulente Oberfläche der Welle erzeugt und damit für eine paral-

lele Benetzung sorgt. So bilden sich weniger Lotperlen, wie sie beim Löten unter Stickstoff häufig entstehen. Die höheren Prozesstemperaturen werden durch eine Konvektionsheizung erreicht. Herkömmliche Vorheizungen wie Infrarotmodule reichen nicht mehr aus, um die Leiterplatten in nützlicher Frist aufzuheizen. Ein Konvektions-Kühlmodul reduziert die Temperatur der Leiterplatte nach der Lötwelle rasch auf ein unkritisches Niveau. Dies wirkt sich sowohl auf die metallurgische Ausbildung der Lötstellen positiv aus als auch auf das weitere Handling der Baugruppen.

### Umwelt und Mitarbeiter schützen

Bei Siemens Automation&Drives in Amberg wollte man nicht nur früh mit bleifreien Produkten auf den Markt kommen, sondern auch bewusst die Umwelt und die Mitarbeiter vor den giftigen Substanzen schützen. Die bleihaltigen Oxide (Kräfte), die beim Wellenlöten entstehen, und der Bleistaub gefährden die Mitarbeiter.

In Testserien wollte Siemens Amberg möglichst schnell erkennen, wie sich die Prozessqualität und die Kosten entwickeln. Seit einem Jahr produzieren sie nun in der Serie bleifrei. «Die Umstellung war nicht einfach, da die Wellenlötanlage 10 Jahre alt war und zuerst für den bleifreien Betrieb fit gemacht werden musste», bemerkt Thomas Gubisch, der für die Technologieplanung in Amberg verantwortlich ist. «Generell ist eine 3-Stofflegierung aus Zinn, Silber und Kupfer schwieriger zu beherrschen als die herkömmliche 2-Stofflegierung». Am schwierigsten war laut Gubisch, den optimalen Temperaturverlauf zu ermitteln. «Das Problem bestand nicht etwa darin,

dass die Wellenlötanlage die geforderten Temperaturen nicht hätte erzeugen können. Es sind vielmehr die Bauteile, die für maximal 260 °C qualifiziert sind.» Mit zeitintensiven Messungen wurde die maximale Vorheiztemperatur ermittelt. «Wir tasteten uns Schritt für Schritt an das optimale Profil heran», erläutert Gubisch, «dabei haben wir gelernt, dass die Vorheiztemperatur einen entscheidenden Einfluss auf den Lotdurchstieg und die Gefügeausbildung hat.»

Siemens Amberg arbeitet mit komplexen Lötmasken, deren Durchbrüche für die selektiv gelöteten Bauelemente zum Teil nicht grösser als 2,5 mm sind. Bleifreies Lot in einer SnAgCu-Legierung weist – bedingt durch das geringere spezifische Gewicht – ein anderes Fließverhalten auf als das herkömmliche SnPb-Lot. Die Lötdüse muss einen hohen Wellendruck erzeugen und gleichzeitig für eine ausreichende Benetzungszeit sorgen. Die Wellenlötanlage arbeitet mit Stickstoff, wodurch das kleine Prozessfenster bei den bleifreien Loten etwas grösser wird. «Kleinste Toleranzen, wie zum Beispiel der Abstand der Leiterplatte zur Lötwelle, wirken sich sofort auf die Lötqualität aus. Durch die Stickstoffatmosphäre wird zumindest ein Teil der Probleme ausgeglichen», erklärt Gubisch. Auch die Wartung reduziert sich, da sich weniger Oxid bildet als bei der offenen Anlage. Lediglich zwischen den Lötdüsen bildet sich etwas «schwarzes Pulver» (Zinnoxid). Das Lötbad wird im 2-



**Bild 1** Turbulente Lötwelle

Gut geeignet für bleifreie Lote: F-Düse mit turbulenten Wellenoberfläche und langer Kontaktzeit

## Elektronikfertigung



Quelle: Seho

**Bild 2 Aggressive bleifreie Lote**

Unbeschichtete Pumpenräder nach dem Einsatz mit bleifreiem Lot

Schicht-Betrieb alle 5 bis 7 Tage gereinigt. Etwa 0,5 kg Kräze fällt in der Volltunnelanlage an. Die Reinigung der Lötdüsen erfolgt monatlich. Bei den offenen Anlagen mit Teilbegasung wird im 2-Tages-Rhythmus eine weitaus grössere Menge an Oxiden entfernt.

Nach einem Jahr bleifreier Serienfertigung zieht Gubisch eine positive Bilanz: «Der Umstieg war nicht problemlos und die Entscheidung, bereits früh umzustellen, hat sich als richtig erwiesen. Die Kosten konnten wir optimieren. Insgesamt sind die Herstellkosten der Bleifrei-Produkte nur um 0,8 % höher.»

### Hohe Temperaturen im Auto

Der Automobilzulieferer Hella in Hamm lötet bedrahtete Bauelemente mit Wellenlötanlagen unter Stickstoff. Sie stellten weniger aus Umweltschutzgründen auf bleifreie Lote um, sondern um höhere Gebrauchstemperaturen zu erreichen, wie sie von der Automobilindustrie gefordert werden. Man spricht hier von Temperaturen bis zu 130 °C, zum Teil sogar bis 160 °C.

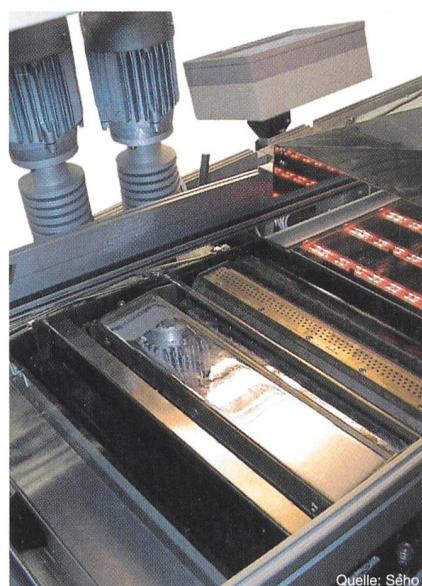
Bei Vorversuchen hat sich gezeigt, dass die bleifreien Lote wesentlich aggressiver sind als die herkömmliche

SnPb-Legierung. Lotschäfte und Lötwellenpumpen aus hochwertigem Edelstahl werden regelrecht zerfressen. Diese Ablegerungen beschädigen nicht nur die Maschinenteile, es kommt darüber hinaus zu einer Eisenanreicherung im Lötbad, speziell in den strömungsberuhigten Zonen der Lötdüse. Nach mehreren Testreihen werden nun eine Komposit-Beschichtung sowie spezielle Titanlegierungen für das Lötbad, die Lötpumpen und die Lötkanäle eingesetzt. Diese erwiesen sich als resistent gegenüber den bleifreien Lotlegierungen.

Die Stickstoffatmosphäre unterstützt die Benetzung, wodurch das eingeschränkte Prozessfenster wieder etwas geöffnet wird. Die Temperaturen dürfen etwas niedriger sein. Daneben braucht es unter Stickstoff weniger Flussmittel, was das Migrationsrisiko unter Feuchte-/Bettauungsbelastung reduziert. Im Lötbad bildet sich weniger Oxid (Kräze), allgemein reduziert Stickstoff den Wartungsaufwand und erhöht die Zuverlässigkeit der Baugruppen.

### Stickstoff ja – aber wieviel?

Es ist umstritten, dass eine Schutzgasatmosphäre das bleifreie Löten unterstützt. Muss es aber ein Vollstickstoffsystem sein? Nicht immer ist der Stickstoff im Vorheizbereich unbedingt nötig, und kleinere Hersteller können sich Tunnelanlagen nicht leisten. Für einige Anwendungen reicht ein offenes Wellenlötssystem mit einer lokalen Stickstoffabdeckung. JVC in Berlin stellt mit solch einer Anlage Videorekorder und Camcorder her. Bei diesen Produkten ist der Preisdruck gross, die Qualität muss aber trotzdem stimmen, damit es wenig Reklamationen gibt. Der Umstieg auf eine bleifreie Produktion wurde bei JVC durch den Wettbewerbsdruck aus Asien forciert. «Die Umstellung verlief nahezu problemlos», erläutert Dieter Müssig, Leiter der Fertigungsplanung bei JVC. «Die lokale



**Bild 4 Lokale Stickstoffabdeckung**

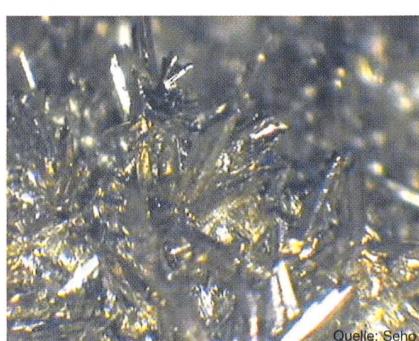
Die lokale Stickstoffabdeckung reicht für einige Anwendungen aus und ist günstiger als eine Tunnelanlage

Stickstoffbegasung reicht für unsere Zwecke aus und die Wartungszeit des Lötbades blieb im Rahmen». Allerdings sei das Reparatlöten mit bleifreien Legierungen teuer, da die Lötspitzen, die vorher monatlich ersetzt wurden, jetzt viel häufiger getauscht werden müssen. «Die Lötspitzen sind nicht resistent gegen die aggressiven bleifreien Lote», erklärt Müssig.

### Angaben zum Autor

Dipl. Ing (FH) **Markus Walter** ist seit 10 Jahren bei Seho im Bereich Konstruktion und Entwicklung, Produktsegment Wellenlötanlagen, tätig. Seit 2001 ist er Produktmanager und Entwicklungsleiter dieses Bereiches. In den letzten Jahren war er massgeblich in der Erforschung und Implementierung bleifreier Lötprozesse und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Maschinentechnik involviert.

SEHO Seitz & Hohnerlein GmbH, Frankenstrasse 7, D-97892 Kreuzwertheim, markus.walter@seho.de.



**Bild 3 Durch FeSn2-Intermetalle geformte Nadeln im Lötbad**

Das aggressive Zinn löst Eisen in grossen Mengen

## La soudure à la vague sans plomb dans la pratique

### Problèmes de transition vers la soudure à la vague sans plomb

D'ici au 1<sup>er</sup> juillet 2006, les entreprises de fabrication électronique doivent passer aux soudures sans plomb. La loi ne fait exception que pour un petit nombre de produits. Et les retardataires seront punis non seulement par la loi mais aussi par le marché car bientôt, seuls les produits sans plomb se vendront. Les processus de la fabrication en électronique ne peuvent être convertis sans autre aux soudures sans plomb. Seuls ceux qui se seront bien préparés réussiront cette transition délicate.