

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

der Vorstand der Fachgesellschaft „Löten“ hat getagt und beschlossen: Aus Frau Dr. B. Schambachs Vorschlag, unser Mitteilungsblatt „Der Lötbote“ zu nennen, wurde per Abstimmung der „**Info-Service**“ der Fachgesellschaft Löten im DVS, angewandte Demokratie im Deutschen Verband für Schweißen und verwandte Verfahren mit über 100-jähriger Tradition.

Nun sind die „Löter“ die Verwandten und auch mein langjähriger Disput mit Herrn Dr. K. Möhwald /LWT Dortmund über meinen Lieblingsspruch, daß „Löten eine Sonderform des Schweißens sei“, ist durch den Zusatz zum Verbandsnamen beigelegt.

Die erste ordentliche Mitgliederversammlung steht ins Haus, und wir sind stolz darauf, daß unsere Fachgesellschaft bereits 23 Mitglieder zählt, die ihre löttechnischen Interessen in der Normarbeit, in Forschung und Ausbildung durchsetzen und der Öffentlichkeit präsentieren wollen.

Der „**Info-Service**“ dient als unser Mitteilungsblatt und erscheint mehrmals jährlich. Die Informationsbroschüre lebt von der Mitarbeit der Mitglieder der Fachgesellschaft, die u. a. die Möglichkeit haben, ihre Firma oder ihr Institut vorzustellen und über Entwicklungen oder Produkte berichten. Es wird weiterhin über die neuesten nationalen und internationalen Normen und Patente, über Fachliteratur und -bücher, über Sitzungen der Ausschusses für Bildung und der Arbeitsgruppe „Schulung und Prüfung“ sowie über Löttechnische Tagungen und Veranstaltungen referiert. Wir werden die Löttechnik bei ihrem Gang ins nächste Jahrtausend begleiten und versuchen, die Geschehnisse mitzubestimmen. So wird sicherlich die Substitution von Blei in Weichloten ein Thema sein, das uns an dieser Stelle in den nächsten Jahren noch öfter begegnen wird.

Ich danke allen Autoren für Ihre Beiträge zu dieser Ausgabe und wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre der ersten Ausgabe des „**Info-Service**“.

Ihr

Roland Boecking

## **Blei - Ende einer langen Karriere in Sicht?**

„Es ist alles im Lot auf dem Riverboot“, sang vor 20 Jahren Udo Lindenberg. Ginge es nach dem Brüsseler Alleingang in Sachen Blei-Verbot, wird künftig alles mögliche im Lot sein, nur kein Blei mehr. Weltweit stehen die Brüsseler ziemlich allein da: Der Zeitraum bis zum 01. Januar 2004 sei für den Ausstieg aus der konventionellen Löttechnik mit Blei zu kurz, protestiert die Deutsche Industrie und wird dabei vom Japanischen Business Council in Europa unterstützt. Der amerikanische Vorstoß, Blei und seine Legierungen zu substituieren, nimmt die Elektronikbranche aus.

Mehr noch: Die Amerikanische Electronic Association sieht im Verbot von Bleilot ein Handelshemmnis und fordert gravierende Korrekturen in der geplanten Elektronik-Schrott Richtlinie der EU-Kommission.

Nach wirtschaftlichen Alternativen wird derzeit an Forschungsinstituten und in den Entwicklungsabteilungen der LötHersteller mit Hochdruck gesucht, doch ein Ersatz des Generalisten „Zinn-Bleilot“ ist noch nicht in Sicht, dessen günstiger Schmelzpunkt und preiswerte Bestandteile es zur weltweit bewährten Verbindungstechnologie in der Elektronikbranche gemacht haben.

Silber, Kupfer, Zink, Wismut, Indium oder Antimon werden derzeit als Alternative zum Blei, Garant für fehlerfreie Weichlötverbindungen, gehandelt, wobei - darin besteht Einigkeit in der Fachwelt - die Basis neuer Lotsysteme weiterhin Zinn sein wird. So bringen Zinn-Silber-Legierungen Vorteile hinsichtlich einer höheren Temperaturbelastung als herkömmliche Zinn-Blei-Lote. Allerdings ist das Zinn-Silber-System für allgemeine Anwendungen wesentlich teurer als Zinn-Blei-Legierungen. Dem Einsatz von Legierungen auf der Basis von Zinn-Zink stehen Probleme bezüglich Oxidation und Korrosion entgegen. Allen neuen Systemen gemeinsam ist die Tatsache, daß die Diffusionsprozesse und die Alterung an den Verbindungsstellen Gegenstand genauester Untersuchungen sein müssen.

Die hierfür erforderlichen Simulationen und Testreihen müssen beispielsweise das weltweite Klimaspektrum abdecken, um Aussagen zur Korrosionsbeständigkeit zu erlauben, denkt man in diesem Zusammenhang an sicherheitsrelevante Teile im Automobil-, Flugzeug- und Schiffbau.

Doch haben erste Produkte im außereuropäischen Ausland ihre Entwicklungsphase bereits hinter sich und hoffen auf eine breite Marktakzeptanz, wie die kanadische Northern Telekom, deren neue Telefontelefonie mit Zinn-Kupfer gelöteten Leiterplatten bestückt wurden.

Im Hause Matsushita setzt man neuerdings in der Serienfertigung von PC-Leiterplatten auf Lote der Basis Zinn-Silber, eine Technologie, der sich auch Toshiba anschließen wird.

## **Topaktuelles aus der löttechnischen Normung**

### ***E DIN EN ISO 12224-1 : 1998-02 Lotdrähte , massiv und flußmittelgefüllt - Festlegung und Prüfverfahren - Teil 1: Einteilung und Durchführung (ISO 12224-1 : 1997); Deutsche Fassung prEN ISO 12224-1 : 1997***

Der vorliegende Norm-Entwurf ist die Übersetzung der Internationalen Norm ISO 12224-1 : 1997, die im Unterkomitee SC 12 "Hart- und Weichlöten" des ISO/TC 44 "Schweißen und verwandte Verfahren" erarbeitet wurde.

Diese Internationale Norm soll im einstimmigen Annahmeverfahren (UAP) als Europäische Norm identisch übernommen werden. ISO 12224-1 legt ein Kodierungssystem zur Einteilung und Bestimmung massiver und flußmittelgefüllter Lotdrähte fest sowie die Eignungsanforderungen, die von flußmittelgefülltem Lotdraht und seinen Bestandteilen erfüllt werden müssen.

Im Anhang A wird ein Verfahren für die Lösemittelextraktion von Flußmitteln in flußmittelgefülltem Lotdraht und im Anhang B ein Verfahren zur Messung des mittleren Durchmessers von flußmittelgefülltem Lotdraht festgelegt.

Anhang C enthält eine Übersicht über Prüfverfahren für Flußmitteltypen, die in flußmittelgefüllten Lotdrähten enthalten sind.

### ***E DIN 8525-11 : 1998-02 Hartlöten - Teil 11: Hartlöterprüfung (Vorschlag für eine Europäische Norm)***

Diesem Norm-Entwurf liegt das Ergebnis der europäischen Normungsarbeit zugrunde. Er ist inhaltsgleich mit dem im CEN/TC 121/SC 8 "Hart- und Weichlöten" zur Veröffentlichung als Europäischer Norm-Entwurf verabschiedeten Dokument und legt wesentliche Anforderungen für den Hartlötprozeß, die Prüfbedingungen, die Bewertungsanforderungen und die Prüfungsbescheinigung für die Prüfung von Hartlötern fest. Dieser Norm-Entwurf gilt nur für die Prüfung von Hartlötern, deren handwerkliche Fähigkeiten einen direkten Einfluß auf das Ergebnis und auf die Wirksamkeit der Lötstellen haben. Aufgrund des großen Anwendungsbereiches des

Hartlötens gibt diese Norm keine detaillierten Bewertungskriterien wieder.

### ***E DIN 8525-12 : 1998-02 Hartlöten – Teil 12: Hartlötverfahrensprüfung (Vorschlag für eine Europäische Norm)***

Diesem Norm-Entwurf liegt das Ergebnis der europäischen Normungsarbeit zugrunde. Er ist inhaltsgleich mit dem im CEN/TC 121/SC 8 "Hart- und Weichlöten" zur Veröffentlichung als Europäischer Norm-Entwurf verabschiedeten Dokument. Hartlötverfahrensprüfungen werden häufig benötigt um eine definierte Basis für die Planung von Hartlötprozessen und zur Qualitätsüberwachung während des Hartlötens zu liefern. Die Erstellung einer Hartlötverfahrensanweisung liefert die notwendige Grundlage für die Festlegung der Anforderungen. Dieser Norm-Entwurf legt allgemeine Regeln (Prüfverfahren, Prüfstücke) für die Anforderung und Anerkennung von Hartlötverfahren für alle Werkstoffe (metallische und nichtmetallische) fest.

### ***DIN EN ISO 12224-1 : 1998-10 Massive Lotdrähte und flußmittelgefüllte Röhrenlote - Festlegung und Prüfverfahren - Teil 1: Einteilung und Anforderungen (ISO 12224-1 : 1997); Deutsche Fassung EN ISO 12224-1 : 1998***

Die vorliegende Norm ist die Übersetzung der Internationalen Norm ISO 12224-1 : 1997, die im Unterkomitee SC 12 "Hart- und Weichlöten" des ISO/TC 44 "Schweißen und verwandte Verfahren" erarbeitet wurde. Diese Internationale Norm wurde im einstimmigen Annahmeverfahren (UAP) als Europäische Norm von CEN/TC 121 "Schweißen" identisch übernommen. ISO 12224-1 legt ein Kodierungssystem zur Einteilung und Bestimmung massiver und flußmittelgefüllter Lotdrähte fest sowie die Eignungsanforderungen, die von flußmittelgefülltem Lotdraht und seinen Bestandteilen erfüllt werden müssen.

Im Anhang A wird ein Verfahren für die Lösemittelextraktion von Flußmitteln in flußmittelgefülltem Lotdraht und im Anhang B ein Verfahren zur Messung des mittleren Durchmessers von flußmittelgefülltem Lotdraht festgelegt.

Anhang C enthält eine Übersicht über Prüfverfahren für Flußmitteltypen, die in flußmittelgefüllten Lotdrähten enthalten sind.

#### **Herausgeber:**

Fachgesellschaft „Löten“ im DVS  
Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf  
Telefon: (+49) 0211/1591-0  
Telefax: (+49) 0211/1591-200  
Redaktion: Dr.-Ing. Roland Boecking ☎-173

**Ausgabe 1, April**

# Einsatz metallischer Überzüge für neue Lösungswege in der Löttechnologie

Prof. Dr.-Ing. Fr.-W. Bach, Dr.-Ing. K. Möhwald  
Lehrstuhl für Werkstofftechnologie – Universität Dortmund

Der Einsatz metallischer Überzüge erweitert das Spektrum der Möglichkeiten zur Realisation anforderungsangepaßter schmelzmetallurgisch hergestellter Fügezonen und eröffnet somit neue Lösungswege in der Löttechnologie. Dies gilt vor allem für das flußmittelfreie Löten schwer benetzbarer Fügeflächen sowie Werkstoffpaarungen, die im Grenzflächenübergang zum schmelzflüssigen Lötgut zu Sprödphasenreaktionen neigen. In diesen Fällen lassen sich durch Arc-PVD, dem Ionenplattieren mittels Vakuum-Lichtbogenverdampfern, mehrlagige Schichtsysteme mit hohen Haftfestigkeiten erzeugen, die sowohl Benetzungs- als auch Diffusionsbarrierefunktionen erfüllen. Derartige Ionenplattierungen bestehen aus Titan-, Zirkonium- bzw. Chromschichten, die in Form sehr schmaler,

ca. 0,3 bis 1 µm dicker Reaktionszonen haftfest an den Grundwerkstoff anbinden und in Kombination mit anschließend darauf applizierten Nickel- oder Kupferschichten Diffusionsbarrieren bilden und gleichzeitig Benetzungsoberflächen für konventionelle Lote darstellen. Als konsequente Weiterentwicklung können anschließend auch die Lote als Beschichtung aufgedampft werden. Auf diese Art und Weise lassen sich – auch in Kombination mit anderen Beschichtungsverfahren, wie z.B. dem Thermischen Spritzen – Mehrstofflotssysteme aus hoch und niedrig schmelzenden Phasen erzeugen, die sich als reaktive Lote über diffusionsgestützte, temporäre Flüssigphasen zum isothermen Löten (TLP-Bonding) eignen.

## Flußmittelfreies Löten mit reaktiven Lotsystemen artgleicher sowie nicht artgleicher Werkstoffe:

Das Benetzen der Fügeflächen durch das Lot wird dabei mittels metallischer PVD- oder thermisch gespritzter Schichtsysteme realisiert.

Mehrschichtlote

Mehrstofflote

heterogenes Gefüge reiner Phasen



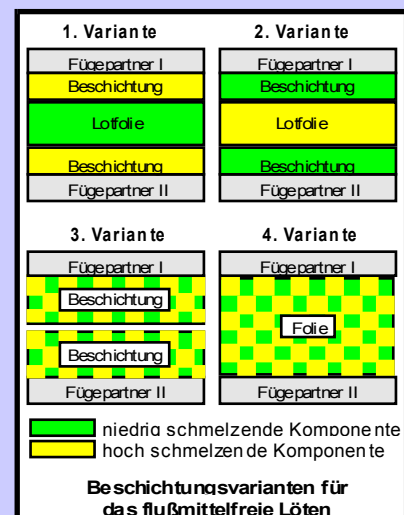
PVD:

- Benetzungsoberflächen
- Diffusionsbarrieren
- reaktive Lote als Folie oder als Beschichtung



Thermisches Spritzen:

- reaktive Lote als Lotformteil oder als Beschichtung



Für das Löten nicht artgleicher Fügepartner, wie z.B. Titan/Stahl-Verbindungen, lassen sich somit geeignete Lotsysteme gezielt entwickeln, die vergleichsweise mit konventioneller Löttechnik nicht zur Verfügung stehen. Für TiAl6V4/X5CrNi18 10-Lötverbindungen wurde dabei mit ionenplattierten (Arc-PVD) CrNiCu-Mehrschichtloten die Streck-

grenze des X5CrNi18 10 als Zugfestigkeit erzielt. Als isotherm erstarrendes Mehrschichtlot weist es zudem eine höhere Wiederaufschmelztemperatur als Löttemperatur auf und erzeugt daher ein Lötgut mit vergleichsweise hoher Warmfestigkeit (**Beispiel 1**).

### Beispiel 1:

TiAl6V4-CrNiCu<sub>PVD</sub> / Cu<sub>PVD</sub>-X5CrNi18 10  
(T = 980 °C, t = 10 min)

○ Lotapplikation durch Ionenplattieren mittels Vakuum-Lichtbogenverdampfer (Arc-PVD)

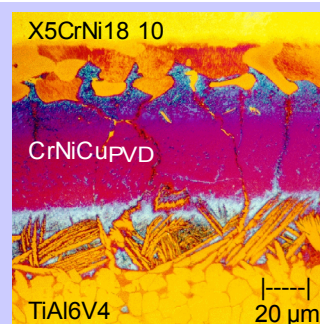
titanseitig: Cr, d = 8 µm

Ni, d = 10 µm

Cu, d = 13 µm

stahlseitig: Cu, d = 13 µm

Zugfestigkeit: R<sub>m</sub> = 220 MPa



Beim flußmittelfreien Löten von Aluminium/Stahl-Verbindungen können stahlseitig Vakuumplasma-spritzte (VPS) Nickelbeschichtungen dazu

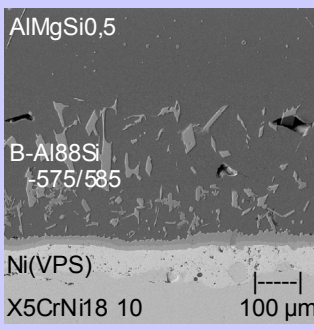
dienen, mit konventionellen AlSi-Löten hohe Festigkeiten vor allem großflächiger Lötverbindungen zu realisieren (**Beispiel 2**).

**Beispiel 2:**

**X5CrNi18 10-NiVPS / B-Al88Si-575/585 / AlMgSi0,5**  
(T = 610 °C, t = 20 min)

Das vor dem Löten mittels Vakuum-Plasma-spritzen als Benetzungsoberfläche aufgebrachte Nickel (20 µm) zeichnet sich nach dem Löten als helle Schicht mit sich anschließenden Reaktionszonen ab. Es liegt eine nahezu fehlerfreie Lötverbindung vor (Präparationseffekte).

Zugfestigkeit: R<sub>m</sub> = 44 MPa



Durch thermisch gespritzte reaktive Mehrstofflote lassen sich isotherme Hartlötprozesse flußmittelfrei bei T ≤ 500 °C in den Vergütungszyklus gehärteter Stähle integrieren. Bei atmosphärisch plasma-spritzten (APS), zweiphasigen Cu/Ni-Beschichtungen auf dem austenitformgehärteten Messerstahl X40CrMoV5 1 und eingelegten Zinkfo-

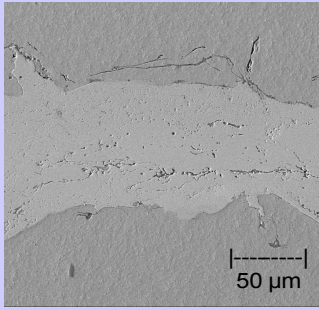
lien werden unter einer Druckbeaufschlagung beim Löten und Haltezeiten von t ≥ 30 Min. Wiederaufschmelztemperaturen von T ≥ 650 °C und somit vergleichsweise hohe Warmfestigkeiten erreicht (**Beispiel 3**).

**Beispiel 3:**

**X40CrMoV 5 1/CuNi APSZnFolie CuNi APS/X40CrMoV 5 1**  
(T = 500 °C, t = 30 min, p = 3 MPa)

Mehrstoff-Lotapplikationen mittels Thermischer Spritzverfahren eignen sich durch gezielt einstellbare diffusionsgestützte, temporäre Flüssigphasen zum Löten mit isothermer Erstarung (TLP-Bonding). Unter Druckbeaufschlagung und verlängerten Haltezeiten entstehen warmfeste Lötverbindungen.

Zugfestigkeit: R<sub>m</sub> = 120 MPa



### Aktueller Mitgliederstand der Fachgesellschaft „Löten“

- H. van't Hoen, Würges
- Westfalen AG, H. Schmalenstroth, Münster
- Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung IFW GmbH im DVS e.V., Jena
- Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften, Prof. Dr. tech. E. Lugscheider, RWTH Aachen
- Poro Bronze KG Dr. Rosenkammer GmbH + Co., Leichingen
- TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Prof. Dr.-Ing. U. Füssel, Dresden
- Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik, TU Chemnitz, Prof. Dr.-Ing. habil. K.-J. Matthes
- Mahler Industrieofenbau, Bodycote Mahler Wärmebehandlung + Anlagenbau GmbH, Esslingen
- Dr.-Ing. M. Türpe, Deutsches Kupfer Institut, Düsseldorf
- Prof. Dr.-Ing. B. Wielage, Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe, TU Chemnitz

- Prof. Dr.-Ing. U. Dilthey, Institut für Schweiß-technische Fertigungsverfahren RWTH Aachen
- FhG-IZM, Prof. Dr.-Ing. habil. W. Scheel, Berlin
- Institut für Werkstoffkunde, Universität Hannover Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult H. Haferkamp,
- Dr.-Ing. M. Blank-Bewersdorf, Sulzer Metco AG (Switzerland), Winterthur
- Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG, Balve
- Castolin GmbH, Dipl.-Ing. M. Jarocki, Krefeld
- Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik, Prof. Dr.-Ing. habil. E. Meusel, TU Dresden
- PVA Vakuum-Anlagenbau, Dr. U. Broich, Aßlar
- Dr. rer. nat. W. Danzer, Linde AG, Technische Gase, Höllriegelskreuth
- Dipl.-Ing. B.-U. Löffler, Siemens AG, Nürnberg
- IPSEN International GmbH, Dr. B. Edenhofer, Kleve
- Witmetaal GmbH, Dipl.-Ing. St. Spemer, Nürnberg
- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Prof. Dr.-Ing. Fr.-W. Bach, Dortmund