

**Ausgabe 2, Oktober 1999**

**Mitgliederversammlung Termine Normung Fachbeiträge Mitgliederstand**

## **Editorial**

### **Mitgliederversammlung/Sprung ins nächste Jahrtausend**

Alea iacta est - der Würfel ist gefallen, die erste Mitgliederversammlung der FG "Löten" hat im alten Jahrhundert stattgefunden, die nächste wird im neuen Jahrtausend sein und wir haben uns viel vorgenommen. Manifestierung der deutschen Interessen in und Förderung der nationalen und internationalen Normung, „Löttechnisches Forum“ und Unterstützung von Forschungsaktivitäten sind nur einige Schwerpunkte, die wir mit einer mitgliederstarken Fachgesellschaft voran treiben wollen.

Die noch junge Fachgesellschaft „Löten“ zählt z. Z. 34 Mitglieder aus Industrieunternehmen, Instituten und Körperschaften, die namentlich in dieser zweiten Ausgabe unseres Mitteilungsblattes, dem INFO-SERVICE der Fachgesellschaft „Löten“, aufgeführt sind.

Die erste Mitgliederversammlung fand am 08.06.1999 in der SLV Duisburg GmbH statt, zu der wir unter dem Vorsitz von Herrn Hans van't Hoen 37 Mitglieder und Interessierte begrüßen durften. Die stimmberechtigten Mitglieder wählten Herrn Dr. Schmoor, ehemaliger Doktorand von Prof. Dr.-Ing. E. Lugscheider / RWTH Aachen, von der Degussa-Hüls AG und ausgewiesener Experte auf den Gebieten der modernen Löttechnologien zum stellvertretenden Vorsitzenden.

Die nächste Mitgliederversammlung ist für den 06. Juni 2000 bei der Degussa-Hüls AG in Hanau geplant, die zusammen mit dem dann erstmals ausgerichteten „Löttechnischen Forum“ stattfinden soll. Das „Löttechnische Forum“ soll hierbei als Diskussionsbühne löttechnischer Fragestellungen und Anwendungen dienen, das sich zur Aufgabe gestellt hat, Ansprechpartner für konkrete Probleme zu vermitteln und Lösungswege aufzuzeigen.

Neben dem Bericht des Vorstandes zur aktuellen Mitgliedersituation, zur finanziellen Lage und zu den geplanten Aktivitäten fanden die drei Referate von Frau Dr. Schambach/DIN Berlin, Herrn Dipl.-Ing. Gamalski/Siemens AG und Herrn Dr. Klose/TU Chemnitz auch in der an

schließenden Diskussion ein derart starkes Interesse, daß sich die Anwesenden dafür aussprachen, die Kurzfassungen der Beiträge mit den inhaltlichen Höhepunkten in der zweiten Ausgabe des Info-Service zu veröffentlichen. Zuvor hatte der Vorstand auf seiner dritten Sitzung beschlossen, daß die beiden aktuellen Ausgaben des „Info-Service“ unter der Homepage der Fachgesellschaft zu finden sein werden. So können wir den Bekanntheitsgrad der Gesellschaft erhöhen und auf uns aufmerksam machen.

Allen Autoren der vorliegenden Ausgabe sei an dieser Stelle für ihr Engagement gedankt.

Ihr

Roland Boecking

## **Termine**

Sitzung der Arbeitsgruppe V 6 „Löten“ am 5. Oktober 1999 bei der Degussa-Hüls AG in Hanau

IKK 99 Essen

Internationale Fachmesse Kälte-Klimatechnik 07.-09. Oktober 1999 in Essen

Zweites Chemnitzer Werkstofftechnisches Kolloquium mit Schwerpunktthema „Löttechnik“ vom 14.-15. Oktober 1999, Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe, Prof. Dr.-Ing. B. Wielage

Technische Akademie Esslingen

Lehrgang: Hartlöten und Hochtemperaturlöten  
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. L. Dorn  
21. u. 22. Oktober 1999, Ostfildern, in den Anlagen 5

Sitzung des FA 7 der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS am 25. Oktober 1999 in Berlin beim FhG-IZM

Hartlötseminar der Degussa-Hüls AG vom 24.-26. November 1999 in Hanau

EuPac 2000 „4<sup>th</sup> European Conference on Electronic Packaging Technology & 10<sup>th</sup> International Conference on Interconnection Technology in Electronics“ vom 27.-29. März 2000 in der SLV Fellbach

Hartlötseminar der Degussa-Hüls AG vom 30.-31. März 2000 in Hanau

International Brazing & Soldering Conference,  
2. - 5. April 2000, Hyatt Regency Hotel, Albuquerque, New Mexico, Veranstalter: ASM International und AWS; Sponsoren: DVS und BABS

#### Impressum

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  
Redaktionsschluß Ausgabe Nr. 3: 15.02.2000

#### **DVS-Richtlinien und Merkblätter**

Zu bestellen beim DVS-Verlag, Düsseldorf

R 1183 (Ausgabe 5/1999)  
DVS-Lehrgang Löten metallischer Werkstoffe  
21,00 DM Best-Nr. 711053

R 1183 Beiblatt 1 (Ausgabe 3/1999)  
DVS-Lehrgang; Löten metallischer Werkstoffe;  
DVS-Löterprüfung  
in Vorbereitung Best-Nr.  
711041

R 2717 (Ausgabe 7/1997)

Qualitätsanforderungen an Zulieferbetriebe des Luft- und Raumfahrzeugbaus  
Anforderungen an die Schweiß- und Lötbetriebe  
28,- DM Best-Nr. 727017

M 2610 (Ausgabe 7/1993)  
Visuelle Beurteilung von Weichlötstellen;  
SMD auf Leiterplatte  
-Technische Unterlagen - eine Übersicht  
36,- DM Best-Nr. 726010

M 2611 (Ausgabe 5/1993)  
Visuelle Beurteilung von Weichlötstellen;  
SMD auf Leiterplatte-Kriterien im synoptischen Vergleich  
Erschienen im Band 117 der Fachbuchreihe Schweißtechnik  
48,- DM Best-Nr. 100117

M 1903-1 (Ausgabe 1/1992)  
Löten in der Hausinstallation – Kupfer  
Anforderungen an Betrieb und Personal  
12,- DM Best-Nr. 719004

M 1903-2 (Ausgabe 1/1992)  
Löten in der Hausinstallation – Kupfer  
Rohre und Fittings – Lötverfahren – Befund von Lötnähten  
12,- DM Best-Nr. 719006

**Stand der löstechnischen Normung – weltweit, europäisch, national**  
Dr. Bärbel Schambach, DIN/NAS

#### **1 Überblick**

DIN Normen im allgemeinen sorgen dafür, das Wirtschaft und Technik in Deutschland funktionieren, daß die Glühlampe, die Sie kaufen, auch in ihre Fassung paßt, daß das Benzin auch bleifrei ist und nicht ihren Katalysator und die Umwelt schädigt. Gleiches trifft auch für die löstechnische Normung zu.

#### Was können wir von Normen erwarten ?

1. Normen sind anerkannte und bewährte Regeln der Technik.
2. Normen sind wichtige Strukturelemente für technisch richtiges Verhalten und stehen untereinander und zu technischen

Regelwerken, z.B. EU Richtlinien, UVV, Gerätesicherheitsgesetz in Bezug.

3. Normen schaffen die Voraussetzung für die gegenseitige Anerkennung vergleichbarer Leistungen, z.B. Löterprüfung, Lötverfahrensprüfungen.
4. Normen schaffen Vertrauen.

#### Normen werden auf drei Ebenen erstellt:

- National
- Europäisch
- International (weltweit)

#### Folgende Normungsergebnisse werden vom DIN veröffentlicht und für jedermann zugänglich gemacht:

- E Entwurf, Vorstufe zur Norm
- DIN Nationale Norm, z.B. DIN 32513 über Weichlotpasten
- DIN EN ISO Europäische Norm, in die eine Internationale Norm der ISO unverändert übernommen wurde und deren deutsche Fassung den Status einer Deutschen Norm erhält, z.B. DIN EN ISO 9455-9 über Prüfverfahren – Bestimmung des Ammoniumgehaltes
- DIN ISO Deutsche Norm, in die eine Internationale Norm der ISO unverändert übernommen wurde, z.B. DIN ISO 857-2 über Lötverfahren - Begriff
- DIN V Vornorm, Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt noch nicht als Norm herausgegeben wird
- PAS Öffentlich verfügbare Spezifikation

## 2 Löttechnische Normung

Zur vielfältigen Anwendung und zur Sicherung der Qualität der löttechnischen Fertigung ist eine Reihe von Voraussetzungen, Kenntnissen und Hilfen erforderlich, die in Normen und Merkblättern zusammengefaßt sind und die jedermann zum eigenen Nutzen zur Verfügung stehen. Sie erfassen die Bereiche

- ? Begriffe
- ? Lotzusätze und Flußmittel ? Einteilung, Prüfung, Anforderungen
- ? Ausführung der Lötnähte
- ? Prüfung der Lote, Flußmittel und Lötverbindungen
- ? Prüfung der Lötter
- ? Prüfung des Lötverfahrens

Die Lötverbindung wird als Verbindungselement angesehen. Die an sie gestellten Anforderungen müssen für die gleiche Qualität unabhängig vom Einsatzgebiet erfüllt werden.

#### Den löttechnischen Fachgrundnormen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

##### **Weichlöten**

Durch Einteilung der Flußmittel, der Lote, der Röhrenlote und der Lotpasten nach den sie kennzeichnenden Eigenschaften wird eine Marktübersicht gegeben im Sinne von Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit. Hersteller können ihre Produkte nach den Normen einteilen, kennzeichnen und bezeichnen. Anwender können die Verbrauchsstoffe bezeichnen und ohne zusätzliche Spezifikationen bestellen.

Zwecks Einschätzung der erwarteten Eigenschaften wurden und werden Prüfnormen erarbeitet, die vergleichbare und reproduzierbare Ergebnisse erwarten lassen.

Auf der Basis ausreichender Prüfergebnisse können und werden Eigenschaftsanforderungen mit abgestuften Anforderungsprofi-

len festgelegt, die für die unterschiedlichen Anforderungen die adäquate Qualität der Lötung erwarten lassen.

### **Hartlöten**

Ergänzend zu den Normen über die Einteilung der Lote und der Flußmittel sowie zur zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfung der Lötverbindung werden fertigungs- und qualitätsbegleitende Normen entwickeln, z. B. über löttechnisches Personal, Verfahrensnachweise, Empfehlungen für das Hartlöten, Bewertung von Unregelmäßigkeiten. Vor allem die geplanten Normen lassen den Wandel der Normungsbestrebungen erkennen, deren Ziel bisher die Einteilung der Produkte und die Beschreibung der Prüfverfahren war und die sich nunmehr zur Erarbeitung von Normen für die Leistungsdarstellung und die Qualitätssicherung entwickeln.

Folgende Normungsgremien für die löttechnische Normung sind aktiv:

#### **national**

AA 8/AG V 6 "Löten"

Bündelt die nationalen Interessen.

#### **europäisch**

CEN/TC 121/SC 8 "Weich- und Hartlöten" -

Sekretariat: UK

Bündelt die Interessen im Bereich Hartlöten. -

Grundnormen

#### **international**

ISO/TC 44/SC 12 "Weich- und Hartlöten" -

Sekretariat: UK

Bündelt die Interessen im Bereich Weichlöten. -

Grundnormen

IEC/TC 91 "Electronics assembly technology"

- Sekretariat: Japan

Bündelt die Interessen der elektronischen

Industrie. - Anwendungsnormen

**Folgende neue Normungsergebnisse wurden in der letzten Zeit veröffentlicht bzw. für die Veröffentlichung vorbereitet:**

**?National - zuständig:  
Gemeinschaftsausschuß DIN/DVS AA 8/AG  
V 6 "Löten"**

DIN EN ISO 12224-1 : 1998-10

Massive Lötdrähte und flußmittelgefüllte Röhrenlote -? Festlegung und Prüfverfahren -? Teil 1: Einteilung und Anforderungen

DIN EN ISO 12224-2 : 1999-06

Flußmittelgefüllte Röhrenlote -? Festlegung und Prüfverfahren -? Teil 2: Bestimmung des Flußmittelgehaltes

DIN EN ISO 9455-13 : 1999-06

Flußmittel zum Weichlöten -? Prüfverfahren -? Teil 13: Bestimmung von Flußmittelspritzern

DIN EN ISO 9455-15 : 1999-06

Flußmittel zum Weichlöten -? Prüfverfahren -? Teil 15: Kupferkorrosionsprüfung

DIN EN 1044 : 1999-07

Hartlöten - Lotzusatz

**?Europäisch - zuständig: CEN/TC 121/SC 8  
"Hart- und Weichlöten"**

prEN 12797 (Schluß-Entwurf)<sup>1)</sup>

Hartlöten -? Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen

prEN 12799 (Schluß-Entwurf)<sup>1)</sup>

Hartlöten -? Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen

prEN 13133 (Schluß-Entwurf)<sup>1)</sup>

Hartlöten -? Hartlöterprüfung

prEN 13134 (Schluß-Entwurf)<sup>1)</sup>

Hartlöten -? Hartlötverfahrensprüfung

1) technische Änderungen nicht mehr möglich

**International - zuständig: ISO/TC 44/SC 12  
"Hart- und Weichlöten"**

ISO 9454-2 : 1998-8

Flußmittel zum Weichlöten - Einteilung und Anforderungen -? Teil 2: Eignungsanforderungen

ISO 9455-10 : 1998-8

Flußmittel zum Weichlöten - Prüfverfahren -? Teil 10: Bestimmung der Wirksamkeit des Flußmittels, Ausbreitungsprüfung

ISO 9455-16 : 1998-12

Flußmittel zum Weichlöten -? Prüfverfahren -? Teil 16: Bestimmung der Wirksamkeit des Flußmittels, Verfahren zur Messung der Benetzungskraft

**?International - zuständig: IEC/TC 91 "Electronics assembly technology"**

IEC 91/151/CD : 1998-08

Leiterplattenbaugruppen -? Teil 1: Rahmenspezifikation -? Anforderungen an die Ausführungsqualität und Leitfaden für gelötete elektronische Baugruppen (erschieden als E DIN IEC 91/151/CD : 1999-03)

IEC 91/158/CD : 1998-09

Leiterplattenbaugruppen -? Teil 2: Rahmenspezifikation -? Anforderungen an die Ausführungsqualität und Richtlinie für gelötete Oberflächenmontage-Elektronikbaugruppen (erschieden als E DIN IEC 91/158/CD : 1999-05)

IEC 91/159/CD : 1998-09

Leiterplattenbaugruppen -? Teil 3: Rahmenspezifikation -? Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen für die Durchsteckmontage (erschieden als E DIN IEC 91/159/CD : 1999-05)

Deutschland und Frankreich, eine Notwendigkeit für eine Europäische Norm sahen.

Wie soll es nun mit der Normung auf diesem Gebiet weiter gehen ?

1. Mit der bestehenden DIN 32513:1990-01 weiter arbeiten?
2. Diese nationale Norm überarbeiten und auf den aktuellen Stand bringen?  
(Kosten pro Jahr 10.000 DM.)

IEC 91/160/CD : 1998-09

Leiterplattenbaugruppen -? Teil 4: Rahmenspezifikation -? Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötstützpunkten (erschieden als E DIN IEC 91/160/CD : 1999-05)

Wenn wir mit der derzeitigen Entwicklung nicht schritt halten, wird die löttechnische Normung nicht mehr die hiesigen Erfahrungen und Erkenntnisse berücksichtigen. Wir werden zu Beobachtern und Ausführenden, aber nicht mehr zu Schrittmachern.

Was können wir tun ?

1. Aktiv an der Normung mitarbeiten.
2. Delegierte zu Normungssitzungen entsenden.
3. Strategisch wichtige CEN- und ISO-Sekretariate übernehmen.
4. NAS finanzieren, um Koordinierungsarbeiten aufrechtzuerhalten.

**3 Situation der löttechnischen Normung anhand von 2 Fallbeispielen**

#### **1. Fall**

Im ISO/TC 44/SC 12 bestand das Normungsvorhaben ISO/CD 12226-1 und -2 über Weichlotpasten.

Dieses Normungsvorhaben wurde von der ISO vor zwei Monaten gestrichen.

Grund: Seit sieben Jahren ist kein Fortschritt bei der Bearbeitung dieser Projekte zu verzeichnen.

Auf der letzten CEN/TC 121 – Sitzung (1./2. Juni 1999) wurde dieses Normungsvorhaben ebenfalls gestrichen, da kein Land, außer

3. Oder, die bestehende nationale Norm zurückziehen und kein Regelwerk mehr besitzen, daß die Weichlotpasten eindeutig beschreibt und Anforderungen formuliert. Dadurch ist der Markt dann regelfrei und jeder kann tun und lassen was er will. Das dadurch Mehraufwand sowie erhebliche Kosten für die Betroffenen entstehen, liegt auf der Hand.

## 2. Fall

Mit Schreiben vom 6. Januar 1999 wurden die Mitarbeiter des AA 8/AG V 6 informiert, daß ISO/DIS 9455-17 "Flußmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 17: Bestimmung des Widerstandes der Oberflächenisolierung und elektrochemische Migrationsprüfung von Flußmitteln" als Entwurf veröffentlicht werden soll.

Technische Einsprüche sollten bis zum 15. April 1999 an die NAS-Geschäftsstelle eingereicht werden. - Es kam keine Antwort.

Diese beiden Beispiele zeigen, daß sich auf den Sektor der löstechnischen Normung in Deutschland einiges tun muß.

DIN EN 1044 : 1999-07



DIN 8513-1 : 1979-10

DIN 8513-2 : 1979-10

DIN 8513-3 : 1986-07

DIN 8513-4 : 1981-02

DIN 8513-5 : 1983-02

### **Hartlöten Lotzusätze Deutsche Fassung EN 1044 : 1999**

ICS 25.160.50

Brazing – Filler metals: German version EN 1044 : 1999  
Brasage fort – Métaux d#apport; Version allemande EN 1044 : 1999

### **Die Europäische Norm EN 1044 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm**

#### **Nationales Vorwort**

Die Europäische Norm EN 1044 : 1999 wurde im Technischen Komitee CEN/TC 121 "Schweißen" vom Unterkomitee SC 8 "Hart- und Weichlöten" erarbeitet. Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Gemeinschaftsausschuß DIN /DVS AA 8/AG V 6 "Löten" im Normenausschuß Schweißtechnik (NAS).

Lotzusätze (Hartlote) waren bisher erfaßt in DIN 8513-1 bis -5 mit insgesamt 59 Legierungen. Hiervon wurden fünf Legierungen in DIN EN 1044 nicht mehr aufgenommen.

Ein Vergleich der Hartlote nach DIN EN 1044 mit den Hartloten entsprechend der ersetzten DIN 8513-1 bis DIN 8513-5 enthält die nachfolgende Übersicht. In DIN EN 1044 wurde zusätzlich zur Kennzeichnung der Hartlote ein Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677 mit alphanumerischer Ordnung aufgenommen, deren vorangestellte zwei Buchstaben die Legierungsgruppe der Hartlote angeben.

Die neue DIN Norm ist erhältlich den:

Beuth Verlag GmbH; Burggrafenstraße 6; D-10787 Berlin  
Tel.: 030-2601-2121; Fax 030-2601-1260  
DM 98,40

---

---

**J.Gamalski**

---

---

**Siemens AG**

---

## **Substitution von Blei in Weichloten – Stand der Aktivitäten**

Der technische Umgang mit Blei ist in Deutschland seit Jahren durch eine Vielzahl von Vorschriften geregelt. Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV, Deutscher Bundesverlag, 1986) enthält auch Angaben über Vorsorgemaßnahmen beim Einsatz von Blei und Pb-Verbindungen.

Bereits 1987 wurde im Rahmen eines öffentlichen Fördervorhabens nachgewiesen, daß die sachkundige Verwendung von Pb-haltigen Weichloten keine nachweisbaren Gesundheitsbelastungen hervorrufen (DVS-Berichte Band 15: "Arbeitsplatzbelastung beim Weich- und Hartlöten in der Elektroindustrie").

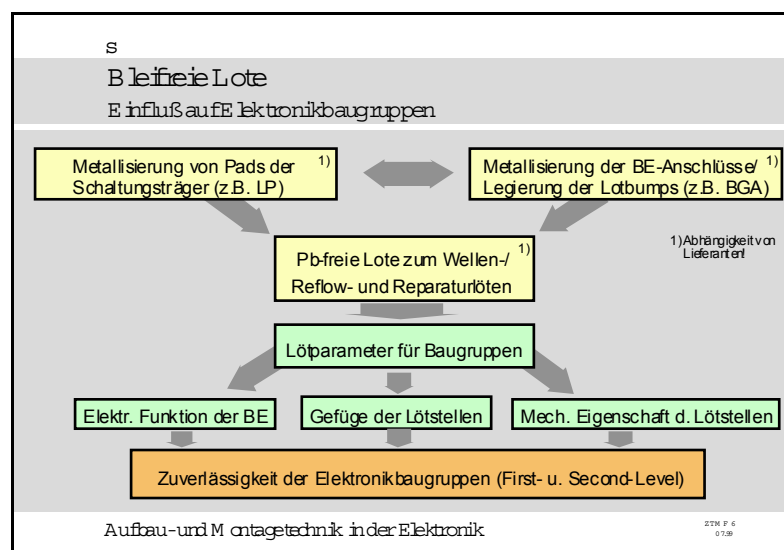
Die Problematik der Schwermetalle, wie z.B. Blei oder Kadmium, beim Ende der Produkt-

lebensdauer führte 1991 in den USA zu einer Initiative im amerikanischen Senat, bei der u.a. eine Begrenzung des Bleigehaltes in Loten von max. 0,1% diskutiert wurde. Nachdem eine umfangreiche Studie jedoch ergab, daß nur ca. **0,6%** des gesamten Pb-Verbrauchs in Elektronik-Loten zu finden sind, wurde dieses Vorhaben in den USA eingestellt (Surface Mount Council White Paper: "An Assessment of the Use of Lead in Electronic Assemblies, August 1992).

Diskussionen innerhalb der EU-Gremien in Brüssel zum Thema Elektro- und Elektronikschrott und dessen Weiterverarbeitung bzw. Entsorgung führten inzwischen zum 2. Entwurf der Vorschrift: "Proposal for a Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment".

Danach ist geplant, bis auf wenige Ausnahmen, den Einsatz von Blei in Elektro- und Elektronikgeräten ab Januar 2004 innerhalb der EU, d.h. auch in Weichloten, zu verbieten. Darüber hinaus soll ebenfalls der Einsatz von halogenhaltigen flammhemmenden Zusatzstoffen in Leiterplatten-Basismaterialien z.B. wie im FR4-Material ab diesem Zeitpunkt nicht mehr zugelassen werden.

Umfangreiche Forschungsaktivitäten in Europa, USA und Japan haben gezeigt, daß es keine sogenannte "Drop-In"-Lösung für Pb-freie Lote gibt. Viele der untersuchten Lotlegierungen haben einen ca. 40grd C höheren Schmelzpunkt, was zu höheren Löttemperaturen führt. **Bild 1** zeigt die zusätzlichen Notwendigkeiten von Pb-freien Metallisierungen der Schaltungsträgern und der Bauelementanschlüsse.



Der Einsatz von Pb-freien Lotlegierungen allein erfüllt diese geplanten EU-Anforderungen nicht. Höhere Löttemperaturen können neben der elektrischen Funktion der eingesetzten Bauelemente auch die mechanischen Eigenschaften und somit die Zuverlässigkeit der Lötstellen und die der gesamten Elektronikbaugruppe bzw. die des Gerätes beeinflussen.

Aufgrund dieser Situation sprach sich die deutsche und die amerikanische Industrie gegen die EU-Pläne aus, speziell gegen den geplanten Termin (**siehe Bild 2**; VDI-Nachrichten vom 16.4.1999).



## Geplantes Verbot von Blei in Lötten (EU : 2nd Draft)

## Brüssel im Alleingang

## Industrie protestiert gegen Blei-Verbot

Mit dem Verbot von Bleilegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie unternimmt die EU-Kommission einen Alleingang. „Bei der internationalen Verflechtung der Branche, wo fast 80 % der Bauelemente aus dem nichteuropäischen Ausland kommen, kann ein solches Verbot nur weltweit umgesetzt werden“, betont Dr. Bernhard Diegner, zuständig für die Forschung im ZVEI. Die deutsche Industrie protestiert: Der Zeitraum bis zum 1. Januar 2004 sei für den Ausstieg aus der Löttechnik mit Blei zu kurz. Darin wird

sie vom Japanischen Business Council in Europa (JBCE) unterstützt, auch wenn japanische Firmen mit Hochdruck nach Alternativen suchen. Pläne in den USA, bleihaltige Legierungen zu verbieten oder ihre Verwendung künftig mit Abgaben zu belegen, nehmen die Elektronikbranche von den Restriktionen bisher aus. Die Amerikanische Electronic Association hat die EU-Kommission aufgefordert, die geplante Elektronikschrott-Richtlinie zu überarbeiten, und kritisiert ein Verbot von Bleilot als ein Handelshemmnis. ust

Quelle: VDI Nachrichten v. 16. April 99 - Nr. 15

Die japanische Industrie versucht z.Z. diese Gesetzgebungspläne der EU durch Einführung Pb-freier Elektronikprodukte zu einem bereits früheren Zeitpunkt, genannt wurde April 2001, auch als Marketingargument einzusetzen. So wurde dieser Zeitplan und ein patentiertes Pb-freies Lot (Sn mit Zusätzen von 0,2%Ag und 4,0%Bi sowie 0,5% Cu und 0,1% Ge) im Mai 1999 in den USA vorgestellt. Auch dieses Lot liegt jedoch mit einem Schmelzbereich von 210....217grd C deutlich über den z.Z. eingesetzten eutektischen SnPb-Löten mit 183grd C.

Aufgrund dieser Entwicklung wurde ebenfalls im Mai 1999 in den USA eine "Lead Free Readiness-Task Force" von namhaften amerikanischen Firmen gegründet. **Bild 3** zeigt die Aktivitäten in den USA und in Japan auf diesem Gebiet.

## Bleifreie Lote - Internationale Aktivitäten

## Japan:

- JIEP Projekt; Abschluß 1996 (Universitäten und ca. 25 Firmen)
- JPCA Roadmap 1998: Ersatz für Pb-haltige Lote bis 2000 > 50 %, bis 2002 > 90 % geplant
- ⚡ Mai 1999: Ankündigung: „Implementation of Lead-free interconnect systems by April 1, 2001“
- ⚡ Mai 1999, Vorstellung von Pb-freiem Lot (Sn/0,2Ag/4,0Bi mit 0,5 % Cu und 0,1 % Ge) durch Fa. Sony in den USA

## USA:

- NCMS-Projekt Lead-Free Solder, Abschluß 1997
- Einsatz von eutekt. Sn-Cu-Lot bei Fa. Nortel (SMI 1998)
- ⚡ Massiver Einspruch der Electronic Industries Association (EIA) bei der EU
- Industrie-Forum bei der IPC Printed Circuit Expo 1999
- ⚡ NEMI „Lead Free Readiness“-Task Force gegründet, Mai 1999 (u.a. mit den Fa. HP, Motorola, Nortel, Solectron und Visteon)

Es bleiben  
reichen  
Europa  
Erfolg für  
Schmelz-  
zu senken  
bei den  
zu bleiben  
peraturen  
le Spezif-  
nach IEK  
Anderer  
Veränder

chen  
reten 3.  
.  
vom  
h dann  
erhö-  
e  
htlich  
ften  
setzung

Zum Thema halogenhaltige, flammhemmende Zusätze in Leiterplatten-Basismaterialien muß festgestellt werden, daß im Jahr 1996 in Europa ca. 63% des Laminats aus diesen dann nicht mehr zulässigen FR4 – Werkstoffen bestanden. Auch auf diesem Gebiet laufen derzeit weltweit Aktivitäten für die Entwicklung neuer, halogenfreier Basismaterialien. Erste Produkte werden bereits am Markt angeboten.

Diese neuen Werkstoffe müssen wie bei den Loten aber noch auf ihre Verarbeitbarkeit und Zuverlässigkeit dann produktspezifisch untersucht werden.

## Aspekte des Lötens keramischer Werkstoffe

Dr.-Ing. H. Klose

Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe, Technische Universität Chemnitz

Bauteile aus Keramik gewinnen auf Grund ihrer herausragenden technischen Eigenschaften zunehmend an Bedeutung und finden stetig wachsende Anwendungsbereiche. Die Vorteile keramischer Werkstoffe gegenüber Metallen sind ihre ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, die hohe Temperaturbeständigkeit, die sehr hohe elektrische und thermische Isolationsfähigkeit, die sehr gute Beständigkeit gegen Korrosion und Oxidation und das geringe spezifische Gewicht. Die Nachteile dieser Werkstoffe bestehen im wesentlichen in der hohen Sprödigkeit, der starken Zugspannungsempfindlichkeit, der geringen Thermoschockbeständigkeit und einer zumeist starken Streuung der mechanischen Kennwerte.

Das Fügen keramischer Materialien kann durch form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen realisiert werden. Als stoffschlüssige Verfahren stehen das Lötens, das Kleben und das Schweißen zur Verfügung. Keramik kann miteinander oder mit Metallen mit Hilfe von Glasloten, durch das Metallisieren der Keramik und anschließendem Lötens oder durch sogenannte Aktivlote gelötet werden. Auf diese Weise können vakuumdichte und hochtemperaturbeständige Verbindungen, die eine gleichmäßige Kraftübertragung gewährleisten, hergestellt werden. Weiterhin

zeichnet sich dieses Verfahren durch seine gute Eignung für die Großserienfertigung und beim Einsatz an Bauteilen mit vielen, schwer zugänglichen Fügestellen aus.

Beim Lötens metallisierter Keramik wird die Fügefläche des keramischen Bauteils mit einem Metall beschichtet, das während des Lötprozesses die Benetzung der Keramik durch konventionelle Lote ermöglicht. Dazu stehen Metallisierungstechnologien wie z.B. die Dickschichttechnologie (Molybdän-Mangan-Verfahren) und das Ionenplattieren (Arc-PVD) zur Verfügung.

Das Aktivlöten ist ein Direktlötvorgang, bei dem Aktivelemente wie Titan dem Lot zulegiert werden. Der Vorteil gegenüber dem Lötens metallisierter Keramik besteht darin, dass die aufwendige Metallisierung der Keramik nicht erforderlich ist. Das Aktivmetall reagiert mit Bestandteilen der Keramik unter Ausbildung einer Reaktionszone, die vom Lot benetzt werden kann. Das Aktivlöten erfolgt im Vakuum bei einem Druck  $<10^{-3}$  Pa oder unter inertem Schutzgas.

Lötverbindungen mit metallisierter Keramik finden vor allem in elektronischen Bauteilen auf Grund ihrer guten Wärmeübergänge, geringen elektrischen Widerstände und Vakuumdichtheit Anwendung. Aktivgelötete Metall-Keramik-Verbindungen werden im Fahrzeug- und Turbinenbau, in der Kernenergie- und Kernfusionstechnik und in der Luftfahrt eingesetzt. Typisches Beispiel ist der aktivgelötete keramische Turbolader für Kraftfahrzeuge. Dieser besteht aus einem keramischen Rotor, der auf eine Rotorwelle aus Stahl aufgelötet wird. Er zeichnet sich durch ein geringeres Gewicht und geringere Trägheit im Vergleich zu metallischen Rotoren aus.

Die hohe Verschleißfestigkeit von Keramik ermöglicht ihren Einsatz als Verschleißschutzkomponente und Schneidmaterial im Werkzeugmaschinenbau. Keramische Schneiden kommen vor allem bei der Holz- und Kunststoffbearbeitung zum Einsatz. Da Metall-Keramik-Lötverbindungen vakuumdicht sind, eignen sie sich auch für Bauteile der Vakuumtechnik wie Diffusionspumpen und elektrische Durchführungen. Vielfältige Anwendungen ergeben sich auch in der Medizintechnik. Die Gelenkflächen von Hüft- und Kniegelenkprothesen werden z. B. durch eine aufgelötete Keramiksicht vor Verschleiß geschützt.

Im Vergleich zu Metallen streuen die Materialeigenschaften von Keramiken sehr stark. Die Ursache ist die hohe Sprödigkeit keramischer Werkstoffe. Dadurch können die Spannungen an kleinen Materialfehlern nicht durch plastische Verformungen abgebaut werden, wie bei Metallen. Je größer ein beanspruchtes Bauteilvolumen ist, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass darin Fehlstellen enthalten sind. Deshalb ist die Festigkeit eines Keramikbauteils vom beanspruchten Bauteilvolumen abhängig. So werden z.B. bei gleicher Geometrie im Vierpunktbiegeversuch geringere Festigkeiten gemessen als im Dreipunktbiegeversuch.

Die Festigkeit gelöteter Metall-Keramik-Verbunde wird insgesamt von zahlreichen Parametern wie der Festigkeit der Keramik, dem Unterschied der Wärmeausdehnungskoeffizienten der beteiligten Materialien, der Geometrie des Verbundes, den Loteigenschaften, der Prozessführung und der Lötatmosphäre bestimmt. Diese Einflussgrößen beeinflussen sich zum Teil gegenseitig und werden für den jeweiligen Werkstoffverbund und Lötprozess zumeist durch Versuche optimiert. So ist die Temperaturführung hinsichtlich der Festigkeit gelöteter Metall-Keramik-Verbunde so zu wählen, dass eine hinreichende Benetzung bzw. Haftung erreicht wird und gleichzeitig die Bildung spröder Phasen minimiert wird. Eine verbreiterte Lötnaht mit duktilem Gefüge ist ebenfalls in der Lage, die Festigkeit durch Entkopplung der thermischen Dehnungen der Fügepartner zu erhöhen. Dabei erhöht sich jedoch wiederum der Anteil des Aktivelements und damit die Wahrscheinlichkeit, dass sich Sprödphasen in der Lötnaht bilden. Die Auswirkungen der Spaltbreite auf die Verbindungsfestigkeit sind also für jeden Anwendungsfall zu prüfen.

Wesentlichen Anteil am Festigkeitsverlust haben die thermischen Eigenspannungen, die während des Abkühlprozesses von der Löt- auf Raumtemperatur beim Löten von Metall mit Keramik infolge der Differenz der thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Fügepartner und des Lotes entstehen. Diese Spannungen führen zu einer verringerten Festigkeit der Verbindung und können bereits während des Abkühlens Bauteilversagen verursachen. Deshalb ist die Beherrschung der Spannungsverteilung in Metall-Keramik-Verbunden von entscheidender Bedeutung. Bei der Gestal-

tung von Bauteilen mit keramischen Komponenten ist darauf zu achten, dass die Keramik möglichst durch Druck belastet und Zugbeanspruchung vermieden wird.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Festigkeitssteigerung von Metall-Keramik-Verbindungen durch die Reduzierung der thermischen Eigenspannungen:

- Gestaltänderungen,
- Fügen bei möglichst niedriger Löttemperatur,
- Einbringen von Zwischenschichten oder elastischen Zwischenelementen,
- Verwenden von Fügepartnern mit einander angepasster Wärmeausdehnung oder
- Verstärkung des Lotes mit Partikeln bzw. Kurzfasern.

Durch Zwischenschichten werden die thermischen Dehnungen der Keramik vom metallischen Fügepartner entkoppelt. Zum Einsatz kommen duktile Zwischenschichten (z.B. Cu, Ni oder Al) oder Materialien, deren thermische Ausdehnung an die Keramik angepasst ist (z.B. Mo, W, Nb).

Die resultierende Verbundfestigkeit hängt von der Dicke der Zwischenschicht ab. Eine zu geringe Schichtdicke kann die Eigenspannungsspitzen sogar verringern. Mit zunehmender Schichtdicke steigt die Festigkeit der Verbindung, jedoch nur bis zu einer bestimmten Dicke. Eine weitere Steigerung erreicht wird. Häufig werden auch Lötverbindungen verwendet, um die Duktilität von Metallen zu erhöhen. Die thermische Dehnung von Metallen wie Mo und W zu Kovarschichten aus Cu-Kovar und Cu-W höhere Festigkeiten zu erzielen.

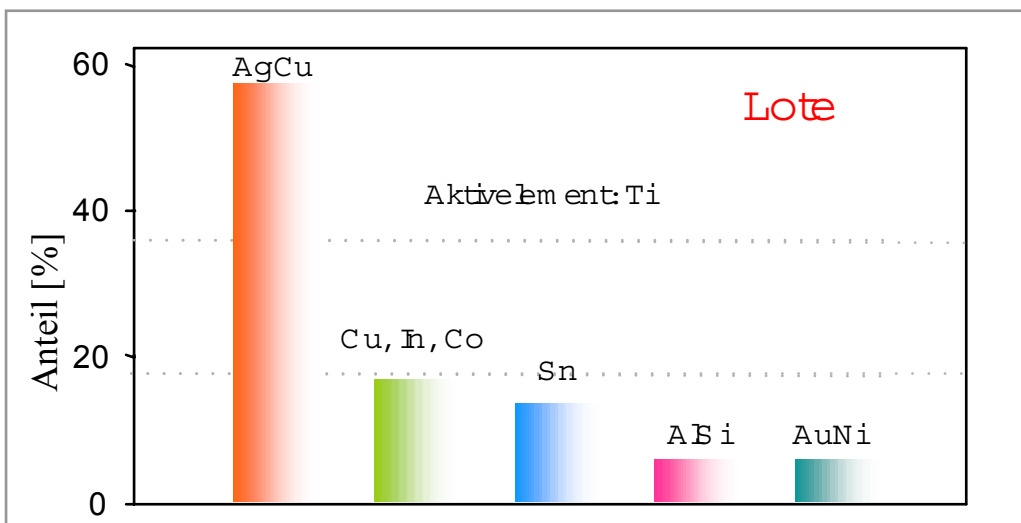
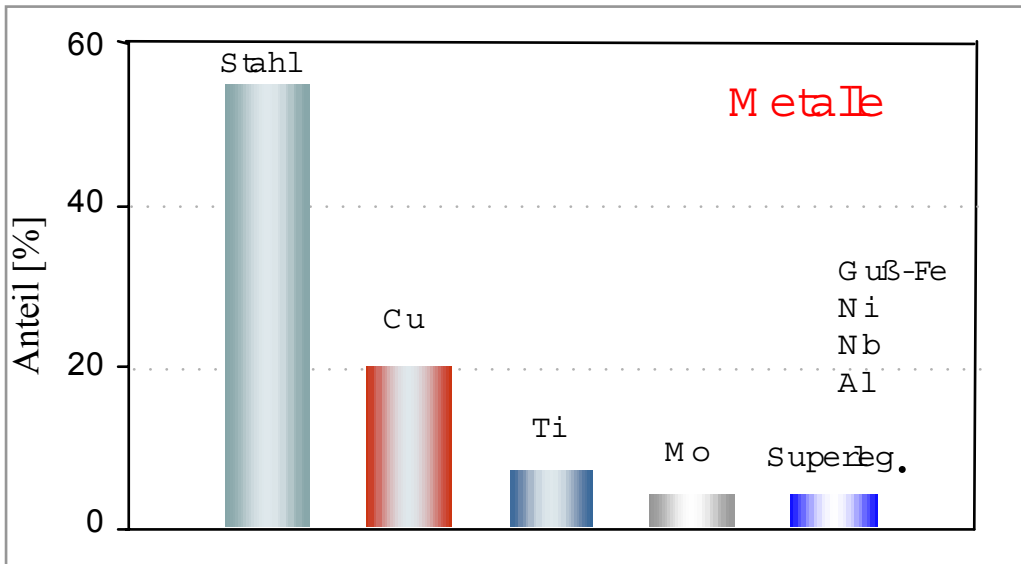
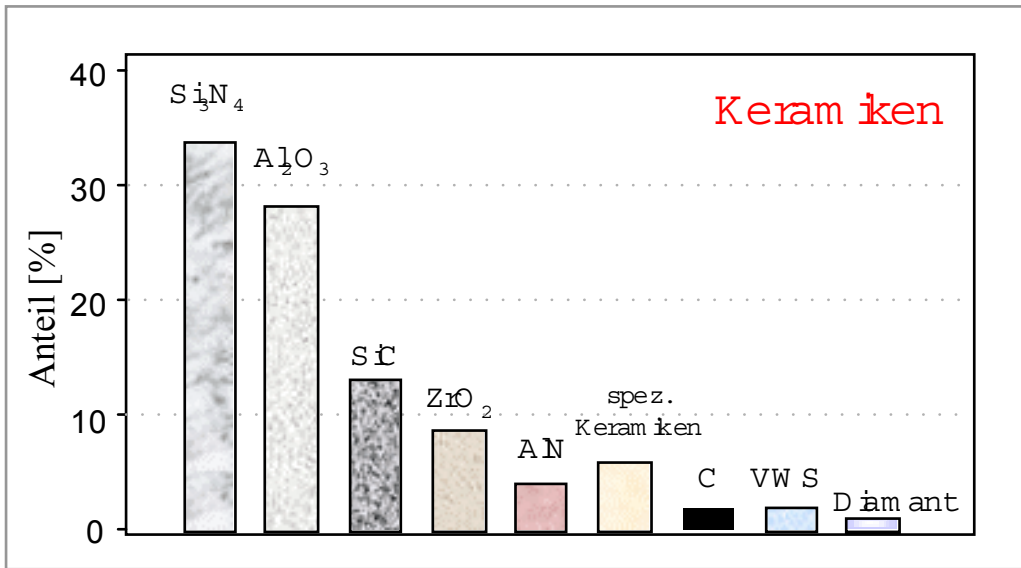
Aktuelle Tendenzen, die den Veröffentlichungen der letzten 4 Jahre entnommen wurden, belegen die intensive Entwicklung neuer Lötverfahren für Keramiken und der notwendigen Lote. Als Energieträger werden zunehmend Elektronen- und Laserstrahlverfahren sowie mikrowelleninduzierte Plasmen eingesetzt. Neben der Entwicklung niedrig- und hochschmelzender Aktivlote werden neue Möglichkeiten des Lotauftrags durch Sputter- oder Spritzverfahren untersucht.

Bei der Gestaltung des Lötprozesses stehen nach wie vor der Spannungsabbau durch den Einsatz von Zwischenschichten und Maßnahmen der Geometrieoptimierung im Vordergrund. Weiterhin werden die Mechanismen der Benetzung, der Bildung von Reaktionsphasen und der Interfaceigenschaften der verschiedenen Materialien untersucht. Aktuelle Forschungsthemen sind weiterhin das Festigkeits- und Bruchverhalten und das Kor-

rosionsverhalten von Metall-Keramik-Verbunden.

Besondere Betonung verdient die Tatsache, dass zunehmend Modellbetrachtungen und Simulationen, wie die Analyse mit Hilfe von Finite-Element-Methoden oder die Berechnungen thermodynamischer Zusammenhänge, wissenschaftliche Versuche unterstützen bzw. deren Effektivität erhöhen.

Abschließend sei auf die aktuellen in der Forschung verwendeten Materialien für die Grundwerkstoffe und Lotmaterialien verwiesen. In der Abbildung sind die in der internationalen Forschungsliteratur beschriebenen Materialien zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Zitierhäufigkeit prozentual dargestellt.



## **Aktueller Mitgliederstand**

### ***Persönliche Mitglieder***

- Dipl.-Ing. J. Bendler, SL Magdeburg
- Dr.-Ing. M. Blank-Bewersdorf, Sulzer Metco AG, (Switzerland), Winterthur
- Dr. rer. nat. W. Danzer, Linde AG, Technische Gase, Höllriegelskreuth
- Prof. Dr.-Ing. U. Dilthey, Institut für Schweiß-technische Fertigungsverfahren, RWTH Aachen
- Dr. Ch. Jakschik, Umwelt-Lufttechnik, Löbau
- Kemer, R. A., Circuit Chemical Products, Schrobenhausen
- Dipl.-Ing. H.-J. Köhler, Firint GmbH, Langenhagen
- Dipl.-Ing. B.-U. Löffler, Siemens AG, Nürnberg
- Dr.-Ing. M. Türpe, Deutsches Kupfer Institut, Düsseldorf
- H. van't Hoen, Wirges
- Prof. Dr.-Ing. B. Wielage, Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe, TU Chemnitz

### **Korporative Mitglieder**

- Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG, Balve
- Castolin GmbH, Kriftel
- DaimlerChrysler Aerospace AG, Bremen
- Degussa-Hüls AG, Hanau
- Everwand und Fell GmbH, Solingen
- FhG-IZM, Prof. Dr.-Ing. habil. W. Scheel, Berlin
- IPSEN International GmbH, Kleve
- Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik, TU Chemnitz, Prof. Dr.-Ing. habil. K.-J. Matthes
- Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung IFW GmbH im DVS e.V., Jena
- Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik, Prof. Dr.-Ing. habil. E. Meusel, TU Dresden
- Institut für Werkstoffkunde, Universität Hannover, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. H. Haferkamp
- Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, Prof. Dr.-Ing. U. Draugelates, Clausthal
- Jürgen Armack GmbH, Norderstedt

- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Prof. Dr.-Ing. Fr.-W. Bach, Universität Dortmund,
- Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften, Prof. Dr. tech. E. Lugscheider, RWTH, Aachen
- Mahler Industrieofenbau, Bodycote Mahler Wärmebehandlung + Anlagenbau GmbH, Esslingen
- Poro Bronze KG Dr. Rosenkaimer GmbH + Co., Leichlingen
- PVA Vakuum-Anlagenbau, Aßlar
- Ralf Strinz Verbindungstechnik, Pforzheim
- SLV Duisburg GmbH
- TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Prof. Dr.-Ing. U. Füssel, Dresden
- Westfalen AG, Münster
- Witmetaal GmbH, Nürnberg

