

-
- **Europäische Hartlote und Flussmittel: Es hat sich was geändert!**
 - **Die zweite Mitgliederversammlung** • **Löttechnisches Forum** • **Unterfinanzierung der löttechnischen Normungsarbeit im NAS** • **Aktuelle Löttechnische Forschungsvorhaben**
 - **Die Fachgesellschaft „Löten“ im Internet** • **Mitgliederstand** • **Termine**
 - **Literatur-Veröffentlichungen** • **Patent-Informationen** • **Aktuelle Normung**
-

Liebe Leserinnen und Leser,

nach einer hoffentlich erholsamen Urlaubszeit freuen wir uns, Ihnen die vierte Ausgabe des INFO-SERVICE der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS präsentieren zu können. Bei allen an dieser Ausgabe beteiligten Autoren möchten wir uns an dieser Stelle schon einmal bedanken.

Die zweite Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft „Löten“ fand am 06. Juni 2000 bei der dmc² Degussa Metals Catalysts Cerdec AG in Hanau statt. An der Veranstaltung konnten neben den Mitgliedern auch an der Fachgesellschaft interessierte Personen teilnehmen. Das im Anschluss an die Mitgliederversammlung erstmals ausgerichtete Löttechnische Forum kann mit fast 50 Teilnehmern als sehr erfolgreich bewertet werden. Maßgeblichen Anteil am Erfolg der Veranstaltung hatten neben der kompetent durchgeführten Mitgliederversammlung auch die für das Löttechnische Forum vorgesehenen Referenten, die mit praxisnahen, innovativen und technisch aktuellen Beiträgen das Interesse der Teilnehmer fanden. Auch ihnen gilt an dieser Stelle noch einmal unser herzlicher Dank. Die an die jeweiligen Vorträge angeschlossen regnen Diskussionen zeigen die große Aktualität der angesprochenen Themengebiete.

Als eine Neuerung wurde den Firmenmitgliedern der Fachgesellschaft die Möglichkeit vorgestellt, sich durch ihr Firmenlogo auf der Homepage der Fachgesellschaft zu präsentieren und einen Link zur eigenen Homepage zu schalten. Eine Innovation, die bereits von 14 Mitgliedern in Anspruch genommen wird.

Dem Erfolg der Veranstaltung und der kompetenten Vertretung der löttechnischen Interessen durch die Fachgesellschaft ist es zu verdanken, dass die Mitgliederzahl bis heute auf 47 angewachsen konnte. Diese positive Entwicklung sollte auch weitere Interessenten davon überzeugen, der Fachgesellschaft beizutreten. Nur so ist in Zukunft eine noch größere Einflussnahme auf dem Gebiet der Löttechnik national wie international durchzusetzen.

Über den bisherigen Erfolg der Fachgesellschaft darf man aber nicht die aktuellen „Sorgenkinder“, wie die Umsetzung des Bleiverbotes in Lotwerkstoffen bis zum Jahre 2008 oder die zukünftige finanzielle Realisierung der Löttechnischen Normung, aus den Augen verlieren.

In Zusammenarbeit mit dem Gemeinschaftsausschuss AA 8 / AG V 6 „Löten“ des DIN und des DVS V 6 und der Arbeitsgruppe AG V 6.1 „Hartlöten“ des Ausschusses für Technik im DVS ist es gelungen, die drohende Einstellung der löttechnischen Normungsarbeiten im NAS in diesem Jahr noch einmal abzuwenden.

Sie sehen, verehrte Leserinnen und Leser, die Fachgesellschaft „Löten“ ist auch zukünftig auf den verschiedensten Gebieten der Löttechnik tätig, wobei die Umsetzung neuer Ansätze und Strategien durch eine immer weiter wachsende Mitgliederzahl zunehmend engagierter und effektiver gestaltet werden kann.

Europäische Hartlote und Flussmittel: Es hat sich was geändert!

Dr.-Ing. H. Schmoor, dmc² Degussa Metals Catalysts Cerdec AG, Hanau

Nun sind sie schon seit einiger Zeit da, aber der Inhalt, bzw. die Änderungen im Vergleich zu vorherigen Normen sind kaum bekannt. Die Rede ist von den europäischen Normen DIN EN 1044 „Hartlöten – Lötzusätze“ und DIN EN 1045 „Hartlöten – Flussmittel zum Hartlöten“. Daher soll im Folgenden der Inhalt dieser beiden Normen vorgestellt sowie auf einige Änderungen gegenüber den bisherigen deutschen Normen DIN 8513 und DIN 8511 eingegangen werden.

DIN EN 1044 „Hartlöten – Lötzusätze“

DIN EN 1044 erschien im Juli 1999 und legt die Zusammensetzungen von Lotzusätzen fest, die zum Hartlöten verwendet werden. Sie ersetzt

somit die DIN 8513 Teil 1 bis Teil 5. Hinweise zur Verwendung der Lote findet man in der DIN EN 1044 im Gegensatz zur DIN 8513 jedoch nicht.

DIN 8513 Teil 1-5 enthielten 59 verschiedene Lotlegierungen, deren Einteilung nach Kupferbasisloten, silberhaltigen Hartloten mit weniger bzw. mehr als 20 Gew.-% Silber, Aluminiumbasisloten und Nickelbasisloten erfolgte. In dieser Norm wiesen die Kurzzeichen schon auf die Lotzusammensetzung hin (z.B.: L-Ag44: Silberhartlot mit 44 Gew.-% Silber; L-CuP6: Kupfer-Phosphorhartlot mit 6 Gew.-% Kupfer).

In der DIN EN 1044 sind nun 93 Hartlote aufgeführt, die nach Aluminiumhartloten, Silberhartloten, Kupfer-Phosphorhartloten, Kupferhartloten, Nickel- und Kobalhartloten, Palladiumhaltigen Hartloten und Goldhartloten eingeteilt sind. Die Kurzzeichen geben einen Hinweis auf Legierungselemente, jedoch nicht auf den prozentualen Anteil (z.B.: AG 203: Silberhartlot mit 44 Gew.-% Silber (vgl. L-Ag44); CP 203: Kupfer-Phosphorhartlot mit 6 Gew.-% Kupfer (vgl. L-CuP6)).

Bei den Aluminiumhartloten (AL) sind in der neuen Norm vier zusätzliche Lote aufgeführt.

DIN 8513 enthielt nur drei reine AlSi-Lotlegierungen. DIN EN 1044 hat eine weitere reine AlSi-Legierung sowie eine Cu-haltige und zwei Mg-haltige AlSi-Legierungen genormt. Beachtung verdienen auch die Beimengungen der neuen Norm, deren Grenzwerte prozentual teilweise erheblich angehoben wurden.

Die Gruppe der Silberhartlote (AG) ist rein zahlenmäßig in der DIN EN 1044 nochmals erweitert worden. Beachtung verdient vor allem die Aufteilung des in der DIN 8513 von der Zusammensetzung her weit gefassten Lotes L-Ag55Sn in die beiden Lote AG 102 und AG 103 (vgl. Tabelle 1).

Die zulässigen Verunreinigungen waren in der DIN 8513 bei den Silberhartloten auf Angaben zu Al 0,005 % und Pb 0,02 % sowie „Sonstige zusammen“ 0,1 % beschränkt. DIN EN 1044 beschränkt nun Al auf 0,001 %, Bi auf 0,030 %, Cd auf 0,030 %, P auf 0,008 % Pb auf 0,025 % und Si auf 0,05 %. Die Gesamtverunreinigungen werden auf 0,15 % bzw. bei einigen Sonderloten auf 0,30 % limitiert. Cd und Si bilden Ausnahmen für den Fall, dass diese Elemente Bestandteile der Lotlegierung sind.

Bei den Kupfer-Phosphorhartloten (CP) haben sich teilweise die Prozentanteile der einzelnen Elemente verschoben. Für die CuP und AgCuP gelten nun die Zusammensetzungen laut nachfolgender Tabelle 2.

Auch bei den Verunreinigungen hat sich einiges getan. So waren nach DIN 8513: Al 0,01 %; Pb 0,02 %; Zn + Cd 0,01 % sowie Sonstige: zus. 0,1 % erlaubt, während DIN EN 1044 die Verunreinigungen auf Al 0,01 %; Bi 0,030 %; Cd 0,025 %; Pb 0,025 %; Zn 0,05 %; Zn + Cd 0,05 % und

die Gesamtverunreinigungen auf 0,25 % beschränkt.

Bei den Kupferhartloten (CU) sind in der DIN EN 1044 einige Kupfersorten sowie bei Messing einige 60/40-Varianten hinzugekommen. Die Verunreinigungen sind ebenfalls enger gefasst worden.

Die Nickelhartlote (NI) haben eine Erweiterung von 9 auf nunmehr 12 Legierungen erfahren; zusätzlich wurde ein Kobalhartlot (CO) genormt. Kleinere Veränderungen hat es auch hier wieder bei den zulässigen Verunreinigungen gegeben. Ganz neu im Vergleich zur DIN 8513 wurden in der DIN EN 1044 Palladiumhaltige Hartlote (PD) und Goldhaltige Hartlote (AU) aufgenommen. Dabei handelt es sich im wesentlichen um Vakuumbhartlote, die bezüglich ihrer Verunreinigungsgrenzwerte in Klasse 1 und Klasse 2 eingeteilt wurden.

DIN EN 1045 „Hartlötten – Flussmittel zum Hartlötten“

Seit 1997 gibt es nun schon die europäische Norm für Hartlötflusmittel. Sie ersetzt die DIN 8511 Blatt 1 und 3, in der vier Flussmittel zum Hartlötten von Schwermetallen (F-SH) und zwei Flussmittel zum Hartlötten von Leichtmetallen (F-LH) enthalten waren. Die Einteilung der in der DIN 8511 enthaltenen Flussmittel erfolgte in erster Linie nach ihrem Wirktemperaturbereich. Die Inhaltsstoffe der Flussmittel waren ebenfalls angegeben.

Die DIN EN 1045 erfasst zwei Klassen von Flussmitteln, FH und FL. Die Klasse FH wird zum Hartlötten von Schwermetallen (Stähle, rostfreie Stähle, Kupfer und Kupferlegierungen, Nickel und Nickellegierungen, Edelmetalle, Molybdän und Wolfram) verwendet. Die Klasse FL wird zum Hartlötten von Aluminium und Aluminiumlegierungen verwendet. Dabei umfasst die Klasse FH sieben Typen von Flussmitteln und die Klasse FL zwei Typen von Flussmitteln. Die Tabellen 3 und 4 geben einen Überblick über die Flussmitteltypen beider Normen.

Auswirkungen der neuen Normen

Da nun die „alten“ Normen auch veraltet sind, sollten Lote und Flussmittel auch nach den neuen Normen verwendet werden. Dies bedarf in der Regel einer Änderung in vorhandenen technischen Zeichnungen, Einkaufsspezifikationen, Arbeitsanweisungen, etc.; und das wiederum bedingt natürlich einen gewissen Arbeitsaufwand.

Aus anwendungstechnischer Sicht sind jedoch so gut wie keine Änderungen beim Lötverhalten aufgrund der teilweise geringfügig geänderten Zusammensetzungen zu erwarten. Zu begrüßen sind die bei den Loten genauer und teilweise auch enger spezifizierten Grenzwerte für Verun-

reinigungen, wodurch dem Anwender höhere Qualitätsmaßstäbe ermöglicht werden. Aus Sicht eines Lot- und Flussmittelherstellers kann allerdings darauf hingewiesen werden, dass interne Qualitätsforderungen an Grenzwerte für Verunreinigungen auch schon vor der DIN EN 1044 diese neuen Grenzwerte erfüllt haben. Bei den Zusammensetzungen sind die Toleranzbereiche der Hersteller i.d.R. ebenfalls enger

gefasst, so dass bei ihnen auch kaum große Umstellungsanstrengungen unternommen werden müssen.

Abschließend bleibt dem Lötter also nur noch „Viel Spaß“ beim Löten mit den „neuen“ Loten zu wünschen, die ja doch fast die „Alten“ geblieben sind.

	Ag	Cu	Zn	Sn
L-Ag55Sn	54,0 – 57,0	20,0 – 23,0	Rest	2,0 – 5,0
AG 102	55,0 – 57,0	21,0 – 23,0	15,0 – 19,0	4,0 – 6,0
AG 103	54,0 – 56,0	20,0 – 22,0	20,0 – 24,0	1,5 – 2,5

Tabelle 1: Lotzusammensetzungen [Gew.-%]

DIN EN 1044	Zusammensetzung DIN EN 1044 [Gew.-%]			DIN 8513	Zusammensetzung DIN 8513 [Gew.-%]		
	Cu	P	Ag		Cu	P	Ag
CP 101	Rest	6,6-7,5	17-19				
CP 102	Rest	4,7-5,3	14,5-15,5	L-Ag 15P	Rest	4,7-5,3	14,0-16,0
CP 103	Rest	7,0-7,6	5,5-6,5				
CP 104	Rest	5,7-6,3	4,5-5,5	L-Ag5P	Rest	5,7-6,3	4,0-6,0
CP 105	Rest	5,9-6,7	1,5-2,5	L-Ag2P	Rest	5,9-6,5	1,5-2,5
CP 201	Rest	7,5-8,1		L-CuP8	Rest	7,6-8,4	
CP 202	Rest	6,6-7,4		L-CuP7	Rest	6,7-7,5	
CP 203	Rest	5,9-6,5		L-CuP6	Rest	5,9-6,5	

Tabelle 2: Zusammensetzungen der Kupfer-Phosphorhartlote

Flussmitteltyp	Wirktemperaturbereich	Inhaltsstoffe	Rückstände
F-SH 1	550 °C – 800 °C	Borverbindungen, einfache und komplexe Fluoride	Keine Angabe
F-SH 2	750 °C – 1100 °C	Borverbindungen	Keine Angabe
F-SH 3	ab 1000 °C	Borverbindungen, Phosphate, Silikate und ähnliche	Keine Angabe
F-SH 4	600 °C – 1000 °C	Chloride und Fluoride, borfrei	Keine Angabe
F-LH 1	Keine Angabe	Hygroskopische Chloride und Fluoride, vor allem Lithiumverbindungen	Abwaschen
F-LH 2	Keine Angabe	Nichthygroskopische Fluoride	Können verbleiben

Tabelle 3: Flussmitteltypen nach DIN 8511

Flussmitteltyp	Wirktemperaturbereich [°C]	Inhaltsstoffe	Anwendung	Rückstände im allgemeinen
FH10	550 – 800	Borverbindungen, einfache und komplexe Fluoride	Vielzweckflussmittel	Korrosiv
FH11	550 – 800	Borverbindungen, einfache und komplexe Fluoride, Chloride	Cu-Al-Legierungen	Korrosiv
FH12	550 – 850	Borverbindungen, elementares Bor, einfache und komplexe Fluoride	Rostfreie u. andere hochlegierte Stähle, Hartmetalle	Korrosiv
FH20	750 – 1000	Borverbindungen und Fluoride	Vielzweckflussmittel	Korrosiv
FH21	750 – 1100	Borverbindungen	Vielzweckflussmittel	Nicht korrosiv
FH30	> 1000	Borverbindungen, Phosphate, Silikate	Kupfer- und Nickellote	Nicht korrosiv
FH40	600 – 1000	Chloride und Fluoride, borfrei	Forderung nach borfrei	Korrosiv
FL10	> 550	Hygroskopische Chloride und Fluoride, vor allem Lithiumverbindungen	Al- und Al-Legierungen	Korrosiv
FL20	> 550	Nichthygroskopische Fluoride	Al- und Al-Legierungen	Nicht korrosiv

Tabelle 4: Flussmitteltypen nach DIN EN 1045

Zweite Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS

Dipl.-Ing. J. Jerzembeck, DVS, Düsseldorf

Am 06. Juni 2000 begrüßte die dmc² Degussa Metals Catalysts Cerdec AG Mitglieder wie auch Interessierte zur zweiten Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft „Löten“ im DVS in Hanau. Die Fachgesellschaft informiert über die Zusammenarbeit der Fachausschüsse (FA) 7 und 10 der Forschungsvereinigung – Schweißen und verwandte Verfahren e.V. – mit dem Gemeinschaftsausschuss AA 8 / AG V 6 bei der Themenfindung und Ausarbeitung von zwei Forschungsanträgen zum Thema „Bleifreies Löten“ im Rahmen eines Initiativprogrammes der AiF. Die Forschungsanträge mit den Titeln „Verarbeitung und Zuverlässigkeit der bleifreien Lote SnAg_{3,9}Cu_{0,9} und S-Sn₉₉Cu₁ beim Reflow- und Wellenlöten“ und „Entwicklung von Oberflächentechniken für die Verarbeitung von bleifreien Loten in Lötanlagen“, die im Rahmen eines Initiativprogrammes der AiF von der Forschungsvereinigung – Schweißen und verwandte Verfahren e.V. unter Industriebeteiligung erarbeitet wurden, werden kurz vorgestellt. Der Ablauf, von der Bestimmung des Forschungsbedarfes über die Themenfindung bis hin zur Einreichung der Forschungsanträge bei der AiF wird erläutert. Eine Entscheidung über die Realisierung beider Anträge wird im Herbst 2000 erwartet. Der Stand der Vorbereitungen zur LÖT'01 (6. Internationales Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen vom 8. bis 10. Mai 2001, Aachen) und zur Fellbacher Tagung (Verbindungstechnik in der Elektronik und Feinwerkmechanik vom 06. bis 08. Februar 2002, Fellbach) wurde erläutert. In Verbindung mit der Fellbacher Tagung konnten andere, bedeutende technisch-wissenschaftliche Verbände wie zum Beispiel der VDI/VDE als wichtige Mitträger gewonnen werden. Für die Ausbildung von löstechnischem Personal im Rahmen des DVS - Schulungs-, - Prüfungs- und - Zertifizierungsprogramms gibt es zur Zeit nur die Richtlinie DVS[®] 1183 „DVS –Lehrgang-Löten metallischer Werkstoffe“. Teil 1 der Richtlinie behandelt das Löten von Kupferwerkstoffen, Teil 2 das Fugenslöten von verzinkten Stahlwerkstoffen. Der Lehrgang umfasst eine praktische und fachkundliche Ausbildung. Auf besonderen Wunsch des Auftragnehmers kann im Rahmen der Ausbildung auch eine der Handfertigkeit des Teilnehmers entsprechende, auf die betriebliche Fertigung abgestimmte DVS-Löterprüfung gemäß EN 13133 abgelegt werden. Die im Ausschuss für Bildung für die Erarbeitung von Ausbildungsmaßnahmen zum Löten zuständige Fachgruppe ist derzeit damit befasst, auch entsprechende Lehrgänge für das Löten

von Edelstahl- und Aluminiumwerkstoffen zu entwickeln. Auf europäischer (EWF = European Federation for Welding, joining and cutting) oder weltweiter (IIW International Institute of Welding) Ebene harmonisierte Ausbildungsgänge gibt es noch nicht.

Die vorgesehene Umsetzung des Bleiverbotes in der EU im Jahre 2004 wurde auf das Jahr 2008 verschoben. Die Entwicklungstrends von bleifreien Elektronikprodukten in Japan wie auch den USA wurde skizziert.

Die Löttechnische Normung befindet sich weiterhin in einer finanziell kritischen Situation. Der Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) warnt davor, sich aus der Lötnormung zurückzuziehen, wenn die derzeitige Deckungslücke nicht geschlossen wird. Durch Anregung der Fachgesellschaft „Löten“ wurde in Zusammenarbeit des Gemeinschaftsausschusses AA 8 / AG V 6, des NAS im DIN und des Ausschusses für Technik im DVS und der Arbeitsgruppe AG V6.1 des Ausschusses für Technik im DVS ein ad-hoc Aufruf initiiert, der die finanzielle Situation der Löttechnischen Normung und den mit der Ein-

stellung der Normungsarbeit im NAS für die deutsche Wirtschaft resultierenden drastischen Folgen verdeutlicht. Das Schreiben ist mit der Bitte um finanzielle Unterstützung von DM 500,- für die Löttechnische Normung, vom Lothersteller bis Anwender, an all die Firmen und Betriebe gerichtet, die auf dem Gebiet des Lötens tätig sind. Nur so scheint es momentan noch möglich zu sein, die Löttechnische Normungsarbeit in diesem Jahr



Der Gastgeber Herr D. Becker, Leiter des Produktionsbereiches Löttechnik und der Vorsitzende Herr H. van 't Hoen am Rande der Mitgliederversammlung

fortführen zu können. Die Mittel der Fachgesellschaft „Löten“ reichen für dieses Vorhaben heute noch nicht aus.

Im Bereich Löten wurden im Zeitraum Mai 1999 bis Mai 2000 sechs DIN-Normen und zwei DIN-Normentwürfe erstellt. Dabei ist die aktive Mitarbeit von Mitarbeitern aus Unternehmen an der Normungsarbeit jedoch als gering einzustufen. Die Arbeit wird in der Regel von wenigen Fachleuten geleistet.

Die Fachgesellschaft „Löten“ im DVS stellt sich auf der Homepage des DVS mit einer eigenen Internetseite vor (www.dvs-loeten.de). Es besteht die Möglichkeit, den INFO-SERVICE bis einschließlich der dritten Ausgabe herunterzuladen. Um die Darstellung der Fachgesellschaft „Löten“ noch attraktiver zu gestalten, werden die Mitglieder um Verbesserungshinweise bzw. um ihre Mitarbeit gebeten. Für Firmenmitglieder ist es zukünftig möglich, sich durch ihr Firmenlogo auf der Webseite der Fachgesellschaft „Löten“ zu präsentieren. Ein Link zur eigenen Homepage wird selbstverständlich auch geschaltet. Die dritte Ausgabe des INFO-SERVICE wird vorgestellt. Nachfolgende Ausgaben sind nur noch exklusiv für Mitglieder der Fachgesellschaft „Löten“ erhältlich und können nicht mehr über das Internet bezogen werden. Zukünftig wird der INFO-SERVICE um die Rubrik „Forschungsaktivitäten“ erweitert. Neben der Bekanntgabe über den Stand von Forschungsvorhaben, wird in Kurzform auch über abgeschlossene Forschungsvorhaben informiert. Die Möglichkeit zur Firmendarstellung für Mitglieder im INFO-SERVICE wird noch einmal angesprochen. Für weitere Ausgaben des INFO-SERVICE werden die Mitglieder gebeten, für die anderen Mitglieder interessante Artikel und Beiträge beizusteuern.

Das „Call For Papers“ zur LÖT'01 ist bis zum 10. August 2000 verlängert worden. Die LÖT'01 beinhaltet erstmals eine „Table Top Exposition“. Interessierten Firmen wird die Möglichkeit gegeben, sich und ihre Produkte auf einem bereitgestellten Tisch mit Stromanschluss auszustellen und zu präsentieren. Diese Form der Präsentation wurde erstmals auf der IBSC 2000 in Albuquerque vorgestellt und von den Teilnehmern als sehr gelungen bezeichnet.

Der Haushalt der Fachgesellschaft „Löten“ zeigt für das Jahr 1999 ein Defizit von DM 2637,24, wobei die Zahlung von DM 6000,- des DVS an den NAS als Beitrag für die Löttechnische Normung dabei nicht berücksichtigt ist. Für das laufende Jahr kann davon ausgegangen werden, dass ein Überschuss erwirtschaftet werden kann, der ebenfalls für die Löttechnische Normung bereitgestellt wird. Eine Finanzierung der Löttechnischen Normung über die Fachgesellschaft „Löten“ lässt sich aber nur dann realisieren, wenn weitere Mitglieder gewonnen werden können. An dieser Stelle sind auch die Mitglieder aufgefordert, an neue mögliche Mitglieder heranzutreten und diese für die Fachgesellschaft zu gewinnen. Alternativ können auch die Ansprechpartner von interessierten Instituten oder Firmen der Geschäftsführung der Fachgesellschaft „Löten“ mitgeteilt werden, um einen Kontakt herzustellen. In diesem Zusammenhang wird auch darauf hingewiesen, dass die Öffentlichkeitsarbeit der Fachgesellschaft „Löten“ weiter intensiviert werden muss.

Die dritte Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft „Löten“ findet im Rahmen der LÖT '01 am 09. Mai 2001 um 11.40 Uhr in Aachen statt.

Löttechnisches Forum

Im Anschluss an die zweite Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft wurde erstmalig ein Löttechnisches Forum durchgeführt. Mit fast 50 Teilnehmern wurde die Veranstaltung gut besucht. Die Teilnahme war für Fachgesellschaftsmitglieder kostenfrei. Für Nicht-Mitglieder war eine Extragebühr von DM 180,- zu entrichten. Den Teilnehmern wurden in vier Fachvorträgen aktuelle wie praxisbezogene Themen geboten. Die anschließenden regen Diskussionen zeigten, dass die Auswahl der Vortragsthemen den Erwartungen der Teilnehmer voll entsprachen. Im Folgenden sind die Kurzfassungen aller vier Vorträge für Sie noch einmal zusammengestellt:

Vortrag 1:

Löten von Aluminiumwerkstoffen

Prof. Dr. techn. E. Lugscheider, Dipl.-Ing. K. Schlimbach, Dipl.-Ing. H. Janssen, Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften - RWTH Aachen

Als mögliche Verbindungsarten für Aluminiumwerkstoffe werden zur Zeit hauptsächlich das Nieten, verschiedene Schweißverfahren sowie das Weich- und Hartlöten eingesetzt. Die Vorteile der Lötverfahren gegenüber dem Nieten sind vor allem der bessere Wärmeübergang und die Gewichtsersparnis; gegenüber dem Schweißen bietet das Löten die Möglichkeit, geometrisch komplizierte Bauteile mit vielen Verbindungsstellen in einem Arbeitsgang zu fügen. Dies findet seine Verwendung z. B. bei der Herstellung von Wärmetauschern für den Automobilbau.

Löteignung von Aluminiumlegierungen

Die Löteignung von Aluminiumlegierungen hängt im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

1. der Dicke bzw. Entfernbarkeit der Oxidhäute an der Verbindungsstelle
2. der Anfälligkeit für interkristalline Diffusion des verwendeten Lotes in den Grundwerkstoff
3. dem Verhältnis der Arbeitstemperatur zur Solidustemperatur des Grundwerkstoffes (speziell beim Hartlöten)

Hartlöten von Aluminiumlegierungen

Als Hartlote für Aluminiumwerkstoffe stehen kommerziell Lote aus dem System Al-Si zur

Elemente [Gew.-%]				Standards			Temperaturen [°C]	
Al	Si	Mg	Andere	DIN EN 1044	B.S.	AWS	Sol-Liq	AT
R	4,5-6,0	0,2	-	-	4043A	-	575-630	
R	6,8-8,2	-	-	Al 102	4343	B-AlSi2	575-615	600-620
R	6,8-8,2	2-3	-	-	-	B-AlSi6	559-607	600-620
R	9,0-10,5	-	-	Al 103	-	B-AlSi5	575-595	590-605
R	9,0-11,0	0,05	-	-	4045	-	575-590	
R	9,0-11,0	1-2	-	-	4004	B-AlSi7	555-590	590-605
R	9,0-10,5	1-2	0,02-0,2Bi	-	4104	-	555-590	
R	9,3-10,7	-	33,-4,7Cu	-	-	B-AlSi3	521-585	570-605
R	9,0-11,0	0,1	3,0-5,0Cu	-	4145A	-	520-585	
R	11-13,0	-	-	Al 104		B-AlSi4	575-590	580-605
R	11-13,0	0,1	-	-	4047A	-	575-585	
R	11-13,0	1-2	-	-	-	B-AlSi8	559-579	580-605
R	10		4Cu 10Zn	-	-	-	515-560	

Tabelle 5

Verfügung. In Tabelle 5 ist die Zusammensetzung der einzelnen Legierungen in Abhängigkeit vom verwendeten Standard gegenüber gestellt. Die hohe Arbeitstemperatur der Lote schränkt die Anzahl der hartlötgeeigneten Grundwerkstoffe stark ein. Die Festlegung, dass die Solidustemperatur des Grundwerkstoffes 50K über der Arbeitstemperatur des Lots liegen sollte, wird im Falle der Aluminiumlegierungen verlassen. Hier gelten Werkstoffe, die eine Solidustemperatur über 600°C aufweisen, als gut hartlötgeeignet. Dazu zählen neben Reinaluminium die Knetlegierungen des Typs Al-Mg, Al-Mn und niedriglegierte Al-Mg-Si-Systeme. Eingeschränkt geeignet sind höherlegierte Knetlegierungen des Typs Al-Mg-Si. Hier liegt die Solidustemperatur der Grundwerkstoffe im Bereich der Arbeitstemperatur der Lote, daher müssen gewisse Anschmelzungen in Kauf genommen werden. Alle anderen Knetlegierungen und die gesamte Palette der Gusswerkstoffe weisen zu niedrige Solidustemperaturen auf. Eine Übersicht zeigt Tabelle 6.

Grundwerkstoff [Gew.-%]	T _{sol} [°C]	Eignung zum Hartlöten
Al 99,9	660	
Al 99,5	650	
AlMn1 (AA3003)	645	
AlMg1	630	
AlMg2	620	gut
AlMg3	610	
AlMgMn	630	
AlMgSi0,5	630	
AlZnMg1	615	
AlMgSi0,8	600	eingeschränkt
AlMgSi1	595	

Tabelle 6

Entfernung der Oxidschicht

Neben der Schmelzpunktproblematik weisen AL-Legierungen äußerst stabile Oxidschichten auf.

Für eine Benetzung des Grundwerkstoffes durch das schmelzflüssige Lot muss die auf dem Grundwerkstoff vorhandene Oxidschicht entfernt werden. Dazu stehen grundsätzlich drei Möglichkeiten zur Verfügung: Das mechanische oder chemische Entfernen, das Beizen mit Laugen oder Säuren. Beiden Methoden ist gemeinsam, dass die Grundwerkstoffe zur Vermeidung der erneuten Oxidation unter Luftabschluss zum Ofen transportiert werden sollten. Da dies in der Praxis zu Schwierigkeiten führt, muss die Oxidschicht während des Lötvorganges beseitigt werden. Dafür sind grundsätzlich der Einsatz von reduzierenden Atmosphären, Schutzgas oder Gettermaterialien denkbar.

Der Einsatz reduzierender Atmosphären kann im Falle der Aluminiumlegierungen nicht angewendet werden, da die Reduktion von Aluminiumoxid bei 600°C nur durch trockenen Wasserstoff mit einem Wasserdampfgehalt von maximal $3 \cdot 10^{-14}$ % möglich ist, dies ist jedoch technisch nicht realisierbar. Der Einsatz von Gettermaterialien wird hingegen erfolgreich eingesetzt. Als besonders wirksam gilt hierbei Magnesium, welches zum Lot zulegiert werden kann oder mit in die Atmosphäre eingebracht wird.

Die Dotierung der Lote mit Mg ist günstiger, da sonst die Sublimation des Magnesiums schon ab etwa 400°C einsetzt, dies erfordert hohe Mengen, um bei Löttemperatur noch genügend Magnesium zur Verfügung zu haben und damit die Getterwirkung zu erzielen. Darüber hinaus werden die Öfen stark verunreinigt.

Verarbeitung im Vakuum

Die Qualität der Verbindungen hängt entscheidend von der Vakuumgüte und der Temperaturführung ab, als geeignet gelten Einrichtungen, die eine Genauigkeit in der Temperaturführung von $\pm 5K$ und ein Vakuum von mindestens 10^{-4} mbar oder besser zulassen. Es sollte des weiteren darauf geachtet werden, dass eine

möglichst kleine Leckrate vorhanden ist, um die Einstellung einer dynamischen Sauerstoffatmosphäre zu verhindern. Bei der Verarbeitung im Vakuum muss immer beachtet werden, dass Aluminium und seine Legierungen sehr gute Reflektoren sind und bei 500-600°C der Strahlungsanteil sehr gering ist. Wenn nicht auf genaue Temperaturführung geachtet wird, kann es zu starken Temperaturschwankungen innerhalb des Bauteiles kommen, insbesondere wenn unterschiedliche Wandstärken verarbeitet werden. Weiterhin kann es zu Anschmelzungen kommen, während andere Stellen noch nicht auf Löttemperatur sind. Es müssen also Durchwärmzeiten eingehalten werden, die jedoch nicht zu einer Siliziumdiffusion in den Grundwerkstoff führen dürfen, d.h. die Durchwärmtemperatur darf 520°C nicht überschreiten. Andernfalls könnte es zur einer Erhöhung der Liquidustemperatur des Lotes und evtl. zur Bildung intermetallischer Phasen im Grundwerkstoff kommen.

Beim Hartlöten gehen die Festigkeitswerte des Grundwerkstoffes im Bereich der Temperatureinwirkung auf den Zustand „weich“ zurück. Bei nicht aushärtbaren Werkstoffen sind diese Vorgänge irreversibel, die aushärtbaren Legierungen vom Typ AlMgSi und AlZnMg1 können durch schnelle Abkühlraten wieder neu ausgehärtet werden (Ofenlötungen). Die Aushärtung kann direkt im Anschluss an den Lötprozess durchgeführt werden. Auch dazu werden besondere Anforderungen an die Temperaturführung gestellt.

Lötverfahren unter Anwendung von Flussmitteln

Zur Oxidentfernung stehen derzeit zwei Typen von Flussmitteln zur Verfügung, die in DIN EN 1045 genormt sind:

1.) Typ FL 10

sind Flussmittel auf Basis hygroskopischer Chloride und Fluoride, vor allem Lithiumverbindungen. Die Flussmittelrückstände müssen mit verdünnter Salpetersäure und/oder mit heißem Wasser abgewaschen werden, da sie korrosiv wirken.

2.) Typ FL 20

sind Flussmittel auf Basis nichthygroskopischer Fluoride, vor allem Kalium- und Natriumverbindungen. Diese Flussmittel sind nicht korrosiv und Rückstände können im allgemeinen auf dem Werkstück verbleiben. Die verbleibenden Rückstände sind i.d.R. Salze, die durch ihre weiße Farbe deutlich auf dem Bauteil erkennbar sind und somit zu einer optischen Beeinträchtigung führen.

Ofenlötungen unter kontrollierter Atmosphäre („CAB-Verfahren“)

Dieses Verfahren beruht auf der Verwendung von sowohl Schutzgas als auch nichtkorrosiven Flussmitteln. Das meistverwendete Schutzgas ist Stickstoff, aber es werden auch Stickstoff-Wasserstoffmischungen eingesetzt.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind der reduzierte Flussmitteleinsatz, ein einfacher Ofenaufbau (Stahlauskleidung) und nur geringe Salzurückstände auf dem gelöteten Bauteil, so dass eine Nachbehandlung meist nicht erforderlich ist.

Das Auftragen des Flussmittels erfolgt sprühtechnisch als Suspension. Die Anlagentechnik ist als Durchlaufofen konzipiert mit verschiedenen Temperaturzonen zum Trocknen, Heizen und Abkühlen.

Flussmittelfreies Weichlöten

Das Grundgerüst der Lote besteht aus fünf Komponenten. Die Hauptkomponente, die zur Festlegung des Schmelzbereiches der Lotlegierung dient, ist Zinn bzw. Zink. Als zweite Komponente enthalten die meisten Legierungen Titan. Die Elemente Silber und/oder Kupfer bewirken eine Reduzierung der Oberflächenspannung im geschmolzenen Zustand und eine Steigerung der fertigen Lotverbindung. Als weitere Zusätze enthalten die Lote geringe Beimengen an Cer bzw. Cer-Mischmetall und Gallium. Das Cer verbindet sich auf Grund seiner hohen Sauerstoffaffinität mit dem Luftsauerstoff und bildet Oxide. Das Verfahrensprinzip bei diesem flussmittelfreien Lötprozess basiert auf einer mechanischen Zerstörung der Oxidhäute, die sich auf der flüssigen Lotschmelze bilden. Die Oxidhäute des Grundwerkstoffes werden partiell aufgerissen, so dass eine metallurgische Wechselwirkung zwischen Lot- und Grundwerkstoffbestandteilen stattfinden kann. Die Oxidbelegungen von Lot- und Grundwerkstoff werden durch Ultraschallschwingungen, die mit einer Frequenz von 60 kHz und einer Amplitude von 2 µm appliziert werden, zerstört.

Pulvermetallurgisch hergestellte Al-Basislote

Zur Zeit wird am Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften ein von der AiF gefördertes Forschungsvorhaben bearbeitet, welches die Herstellung und Qualifizierung von pulvermetallurgisch hergestellten, niedrighschmelzenden Al-Basisloten zum Forschungsziel hat. Die eigentliche Lotlegierung entsteht hierbei erst während des Lötprozesses durch Diffusions- und Lösungsvorgänge.

Vortrag 2:

Prozessverhalten und Zuverlässigkeit bleifreier Lotwerkstoffe

Frau Dr. S. Wege, Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik, Oberpfaffenhofen-Weßling

In der Einleitung wurden nationale und internationale Aktivitäten auf dem Gebiet des bleifreien Lötens dargestellt. Anschließend wurde über aktuelle Untersuchungsergebnisse berichtet. Folgende bleifreien Lote wurden betrachtet: S-Sn96Ag4, S-Sn99Cu1, SnAg3,8Cu0,7 und SnAg2,5Cu0,8Sb0,5. Verwendet wurden mischbestückte Testboards mit unterschiedlichen Leiterplattenmetallisierungen (HAL, NiAu, chem. Zinn und org. Silber). Die Verarbeitung der Lote im Wellenlötprozess erfolgte unter Verwendung einer Lötanlage mit Jetwelle. Dabei konnte das Lot S-Sn96Ag4 bei einer Löttemperatur von 260 °C verarbeitet werden. Für das SnAgCu-Lot musste die Temperatur auf 262 °C erhöht werden, um eine gute Qualität der Lötverbindungen zu erhalten. Für das Lot S-Sn99Cu1 war eine Temperatur von 273 °C erforderlich, für SnAgCuSb von 265 °C. Im Reflowprozess (verwendet wurde ein Konvektionsofen) war für die Lote SnAgCu und SnAgCuSb, trotz des niedrigeren Schmelzpunktes eine längere Vorwärmzeit erforderlich als für das Lot S-Sn96Ag4. Zur Untersuchung der Zuverlässigkeit wurden Temperaturwechseltests im Bereich von -40 bis +150 °C durchgeführt. Vibrationstests mit und ohne Temperatureinfluss sind derzeit in Arbeit. Bei dem S-Sn96Ag4-Lot traten in Verbindung mit NiAu-Oberflächen die ersten Ausfälle bei Chipbauelementen nach 1150 Zyklen auf, gefolgt von Verbindungen mit chemisch Zinn. Bei HAL und org. Silber traten bis zu einer Belastung von 1500 Zyklen keine Ausfälle auf. Bei dem Lot SnAgCu (als Leiterplattenmaterial wurde hier ein temperaturstabiles Polyimidharz verwendet) traten die ersten Ausfälle in Verbindung mit HAL auf, gefolgt von NiAu, chemisch Zinn und org. Silber. Die Zyklenzahlen lagen bei allen Metallisierungen niedriger, verglichen mit den Verbindungen mit S-Sn96Ag4 auf FR 4 – Leiterplatten. Nach dem derzeitigen Stand der vorhandenen Untersuchungen auf dem Gebiet des bleifreien Lötens ist davon auszugehen, daß sich die Lote S-Sn96Ag4, S-Sn99Cu1 und ein SnAgCu-Lot bei der Einführung in der industriellen Elektronikfertigung durchsetzen werden.

Weitere Informationen zu den Untersuchungen erhalten Sie bei Herrn Lauer am Lehrstuhl für Werkstoffe der TU München, Boltzmannstr. 15, 85747 Garching (Tel.: 089-289-15307) bzw.

bei Frau Dr. Wege am Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik, Argelsrieder Feld 6, 82234 Oberpfaffenhofen-Weßling (Tel.: 08153-40330)

Vortrag 3:

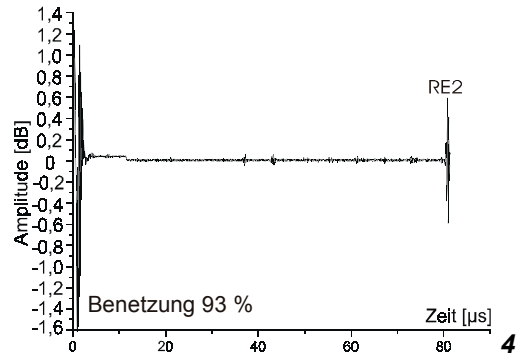
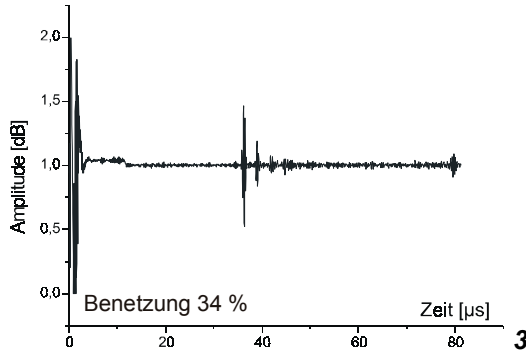
Ultraschall-Online-Diagnose des Hartlötprozesses

Fr.-W. Bach, H.-A. Crostack, K. Möhwald, A. Yanik, M. Berthold, Lehrstuhl für Werkstofftechnologie Fakultät Maschinenbau Universität Dortmund

Das Einrichten einer neuen Serie ist vor allem beim Löten von einer Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren abhängig. Die Prozessführung wird bisher in nahezu allen Fällen aufgrund von Erfahrungswerten voreingestellt und anhand der Ergebnisse iterativ angepasst. Die Vorserienteile müssen anschließend geprüft werden. Ausschuss in z.T. erheblichem Maß lässt sich bisher nicht vermeiden.

In dieser Arbeit werden die Grundlagen erarbeitet, auf denen in weiteren Schritten komplette Regelsysteme für das vollautomatische Induktionslöten entwickelt werden können. Damit wird es dann möglich sein, in kurzer Zeit neue Serien einzurichten, so dass auch Kleinserien, die bei klein- und mittelständischen Unternehmen den Hauptumsatzanteil ausmachen, mit hoher Qualität wirtschaftlich zu löten und qualitätsrelevante Dokumentationen über den Lötprozess und die hergestellten Verbindungen zu erstellen sind. Die Ultraschalltechnik bietet sich aufgrund der Integrationsfähigkeit, technischen Möglichkeiten und Entwicklungspotentiale als Messmethodik an. Sie wird bisher nahezu ausschließlich zur Prüfung und Kontrolle der bereits fertiggestellten Verbindungen eingesetzt. Der Einsatz der Ultraschalltechnik zu Prüfzwecken bietet aufgrund der schnellen Messwerterfassung die Möglichkeit, während des ablaufenden Lötprozesses gewonnene Ergebnisse auszuwerten und in einem weiteren Schritt für die Nachregelung des Prozessablaufes zu verwenden.

In den folgenden Abbildungen 1 und 2 werden die Bruchbilder von Lötverbindungen dargestellt (2 Proben X5CrNi18 10, Ø 20 mm x 100 mm, B-Ag72Cu-780, induktiv) mit guter und „schlechter“ Benetzung. Während des Lötprozesses werden kontinuierlich US-Messsignale aufgezeichnet. Abbildung 3 und 4 stellen die während des Prozesses kurz nach der erfolgten Erstarrung des Lotes aufgezeichneten charakteristischen Ultraschall-Signale als Auswahl aus 400 Messsignalverläufen dar. Die in Bild 3 nach ca. 40 µs auftretenden Echos werden durch den Lötspalt verursacht. In Bild 4 sind diese Echos durch die



optimale Benetzung nicht mehr vorhanden. Der Schall kann die Lötnaht passieren und bildet das Echo bei ca. 80 µs aus, welches der nächsten Rückwand entspricht.

Ein weiteres Ziel ist die Optimierung der Ankoppelbedingungen im Hinblick auf eine seriennahe Prüfung. Ein Verknüpfen der Impuls-Echo-Methode mit der Durchschallung und weitere Messreihen sollen eine erhöhte Aussagesicherheit ermöglichen. Auf dieser Grundlage wird ein geschlossener Regelkreis im Fügeprozess mit einer Echtzeit-Prüfung angestrebt.

Vortrag 4

Löten in der Werkzeugindustrie

M. Benzing, dmc² Degussa Metals Catalysts Cerdec AG, Hanau

Die Werkzeugindustrie umfasst mehrere Industriezweige: die Holz-, Stein- und Metallbearbeitungswerkzeuge, Bohrköpfe für die Ölindustrie und Werkzeuge zur Kunststoffverarbeitung. Die verwendeten Hartmetalle sind in verschiedenen Anwendungsgruppen unterteilt. Es gibt die P-Qualität: Dies ist eine TiC-haltige, warmfeste Sorte für langspanende Werkstoffe, wie Stahl und Stahlguss. Die M-Qualität hat eine verhältnismäßig gute Warm- und Verschleißfestigkeit. Die K-Qualität ist eine verschleißfeste Sorte, die hauptsächlich aus WC und Co besteht und für kurzspanende Werkstoffe, wie Grauguss, Bronze, Kunststoff und Keramik zum Einsatz kommt.

Bei den Holz- und Metallbearbeitungswerkzeugen werden überwiegend Hartmetall-Stahlverbindungen mit Hartloten mit span-

nungsabbauender Zwischenschicht hergestellt. Die Benetzung der Hartmetalle wird mit zunehmendem Co-Gehalt erleichtert. Benetzungsfördernde Maßnahmen sind das Reinigen und Entfetten der Hartmetalle, beim Ofenlöten der Einsatz von reduzierender Atmosphäre (H₂, CO), beim Löten an Luft der Einsatz von Spezialflussmitteln. Weitere benetzungsfördernde Maßnahmen sind das Vorbeschichten der Hartmetalle (Co, Ni) oder auch spezielle Behandlungen wie oxidierende und reduzierende Glühprozesse.

Die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Hartmetall und Stahl führen zu Spannungen im Abkühlprozess. Dies kann durch dickere Lotschichten oder durch spannungsabbauende Zwischenschichten ausgeglichen werden.

Allgemein kann gesagt werden: Bei Hartmetallgrößen <100 mm² kann Degussa 4900, bei Hartmetallgrößen >100 mm² das Schichtlot Degussa 49/Cu eingesetzt werden.

Die Höhe der auftretenden Spannungen ist abhängig von der Differenz der thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der Solidustemperatur des Lotwerkstoffes, dem plastischen Formänderungsvermögen des Lotes, der Dicke der Lötnaht, der Geometrie der Bauteile sowie den mechanischen Eigenschaften des Trägerstahles.

Bei den Steinbearbeitungswerkzeugen werden in der Regel Diamantsegmente auf Stahl gelötet. Hier unterscheiden wir zwischen bronzegebundenen und cobaltgebundenen Diamantsegmenten. Bronzegebundene Diamantsegmente werden mit niedrigschmelzenden Silberhartloten wie Degussa 5507 und cobaltgebundene Diamantsegmente mit speziellen Hartmetallloten wie Degussa 4900A gelötet.

Bei den Bohrköpfen für die Ölindustrie werden Polycrystalline Diamanten (PCD) auf Hartmetall aufgesintert und anschließend auf Cermets bzw. andere Hartstoffe gelötet. Die verwendeten Lotmaterialien sind meist niedrigschmelzende Silberhartlote wie Degussa 5662 oder auch Degussa 4900.

Bei den Pellet – Platten zur Herstellung von Kunststoffgranulat sind die zu verbindenden Grundwerkstoffe in der Regel Hartmetall und Edelstahl. Hier kommen Silberhartlote mit Nickelnetzeinlage wie Degussa 49NiN zum Einsatz.

Unterfinanzierung der löttechnischen Normungsarbeit im NAS

Dr. H.-J. Krause, Dipl.-Ing. F. Zentner, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

Auf der letzten Sitzung des für die löttechnische Normung zuständigen Gemeinschaftsausschusses AA 8/AG V 6 am 17. Mai 2000 in Berlin wurden vom Vorsitzenden des NAS, Herrn Dr. Krause, die Konsequenzen aufgezeigt, die sich aus der Unterfinanzierung der geschäftsmäßigen Betreuung ergeben.

Von den im Jahr 1999 veranschlagten DM 20.000,- sind nur DM 11.700,- an Förderbeiträgen geleistet worden. Dabei ist der Ansatz in Relation zu den bearbeiteten Normen sehr gering berechnet, um den Firmen eine Chance zur Finanzierung und Aufgabenbewältigung zu geben.

Auf das ungelöste Problem der Unterfinanzierung hat der Beirat mehrfach hingewiesen. In den Vorjahren lag der Anteil der Wirtschaft bei nur 20 %. Der Rest musste dem gemäß vorfinanziert werden. Falls das Problem kurzfristig nicht gelöst wird, treten folgende Entscheidungen des Beirates bzw. des DIN in Kraft:

- Die Normungstätigkeiten werden im Verhältnis der ungedeckten Fördermittel reduziert, d. h. ein entsprechender Teil der Normungsaufgaben, in die bereits Arbeit investiert wurde, werden eingefroren. Die Bewertung erfolgt nach dem Richtwert, wonach im Mittel für eine Norm während der Bearbeitungszeit Kosten in Höhe von DM 10.000,- pro Jahr entstehen.
- Für die eingefrorenen Normungsvorhaben werden die vom DIN-Präsidium festgelegten fünf Maßnahmen angewendet:
 - Ablehnung europäischer Normungsanträge, weil wegen mangelnder Finanzierung kein Normungsinteresse in Deutschland an einer Europäischen Norm besteht.

- Wird der Normungsantrag bei CEN trotzdem angenommen, erfolgt keine Beteiligung an der Facharbeit.
- Daraus resultierende europäische Norm-Entwürfe werden der deutschen Fachöffentlichkeit im Kurzverfahren bekannt gemacht.
- Einsprecher werden durch ein für diesen Zweck eingesetztes ad hoc Gremium vertreten, wenn die Einsprecher die Kosten des Verfahrens tragen.
- Bei der Schlussabstimmung über die Annahme der Europäischen Norm enthält sich das DIN der Stimme.

Die Jahre, in denen sich viele Nutzer der Normen ihren finanziellen Verpflichtungen durch Killerphrasen entzogen haben, verursachen nicht beherrschbare Risiken und Folgen für Hersteller und Anwender. Killerphrasen wie:

- wir nutzen keine Normen
- wir sind Mitglied in einem anderen Normenausschuss
- wir müssen die Kosten senken
- wir sind schon Mitglied beim DVS
- Schweißtechnik ist ein nebensächliches Fertigungsverfahren in unserer Firma
- wir haben kein Interesse

zeigen erschreckend, dass kompetente Manager die Chancen gering einschätzen, durch den Nutzen von Normen wettbewerbsfähige Produkte und Prozesse zu entwickeln.

Durch Mitgliedschaft in der Fachgemeinschaft Löten, Werbung weiterer Mitglieder und durch Sonderaktionen kann die Unterfinanzierung behoben werden. Beim Gesamtumsatz der Löttechnik ist die aufzubringende Summe bei einem Gemeinschaftsakt vernachlässigbar klein im Rahmen der Investitionen für die Zukunft der Löttechnik.

Aktuelle löttechnische Forschungsvorhaben

Dr.-Ing. Klaus Middeldorf, Geschäftsführer der Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf

In den Fachausschüssen 7 „Löten“ und 10 „Mikroverbindungstechnik“ der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS werden Anträge und Vorhaben der industriellen Gemeinschaftsforschung, die von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert werden, vorbereitet und begleitet. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über laufende, abgeschlossene sowie geplante Forschungsvorhaben gegeben. Zusätzlich bieten wir Ihnen die Möglichkeit sich in den abge-

druckten Kurzfassungen abgeschlossener Forschungsvorhaben einen groben Überblick über diese Vorhaben zu verschaffen.

Eingereichte Forschungsvorhaben

7.034
(03142/00) Werkstoffauswahl und Prozessgestaltung zur Herstellung porenarmer Weichlötverbindungen (REICHL/HEUBERGER/GREGORY)

7.032
(12.492 N)

Pulvermetallurgisch hergestellte, niedrigschmelzende Aluminium-Basislote zum Löten von hochlegierten Aluminium-Legierungen (LUGSCHEIDER)

7.033
(4194/99)

Einfluss der Mikrometallurgie auf die Prozessfähigkeit und Zuverlässigkeit mikrotechnischer Lötverbindungen (GREGORY/REICHL/HEUBERGER)

7.035
(03143/00) Hartlöten von hartmetallbestückten Bauteilen und Werkzeugen (LUGSCHEIDER)

10.021
(12.496 N)

Entwicklung eines lösbaren, formschlüssigen Mikrofügeverfahrens auf der Basis lasergestützter Modellierung von PVD-abgeschiedenen Bimetallstrukturen (LUGSCHEIDER/POPRAWA)

7.037
(03131/00B) Laserlöten von Silizium /Pyrex mittels Glaslot zur Kapselung von Mikrosensoren (HEUBERGER/KÖHLER)

10.022
(12.498 N)

Reproduzierbares Dispensieren elektrisch-leitfähiger Klebstoffe im Sub-Nanoliter-Bereich bei kurzen Taktzeiten (HENNEMANN/KRÖNING)

Beantragte Forschungsvorhaben im Initiativprogramm

7.0 I P
(Z04225/00) Verarbeitbarkeit und Zuverlässigkeit der bleifreien Loten SnAg_{3,9}Cu_{0,6} und SnCu_{0,7} für das Reflow- und Wellenlöten (REICHL/HEUBERGER/GREGORY)

10.023
(4334/99)

Präzisions-Hartlötverfahren für die MEMS-Technik (microelectromechanical-systems) (BACH)

7.1 I P
(Z054226/00) Oberflächentechnik für die Verarbeitung bleifreier Lote in Lötmaschinen (WIELAGE/ LUGSCHEIDER/BACH)

10.024
(12.497 B)

Bonden mit Cu-Draht in der Leistungselektronik (MEUSEL/HEUBERGER)

Bis Ende 2000 auslaufende Forschungsvorhaben

Laufende Forschungsvorhaben

7.027
(12.077 B) Alternatives Löten von Mikrobausteinen (MEUSEL/HEUBERGER)
Beginn: 01.05.1999; Laufzeitende: 30.04.2001

7.023
(11.384 N)

Prozessfähigkeit und Zuverlässigkeit höherschmelzender binärer Lotwerkstoffe bei Verwendung handelsüblicher Bauelemente und angewandte Verfahren (GREGORY)

7.030
(12.493 N) Entwicklung des Hartlötens mit partieller Erwärmung zum Fügen dünnwandiger Titanlegierungen (BACH)

7.026
(11.878 N)

Evaluierung des Einsatzpotentials von Ni-Hf-Cr-Lotlegierungen zum Löten von Superlegierungen und rostfreien Edelmetallen (LUGSCHEIDER)

7.031
(12.579 B) Einfluss der Korrosionsbeständigkeit von Metall-Keramik-Verbindungen auf deren Langzeitverhalten (WIELAGE)

7.029
(11.812 N)

Entwicklung neuer Schutzgasaktivatoren für das flussmittelfreie Löten von Aluminiumlegierungen (BACH)

10.016 (11.468 N) Übertragbarkeit makroskopischer thermomechanischer Klebstoff-Kennwerte auf Klebverbindungen der Oberflächenmontagetechnik (SCHLIMMER)

10.020 (11.876 B) Lasergestütztes selektives Bonden (SLB) von Glas-Silizium- und Glas-Glas-Verbund (KÖHLER/POPRAWA)

Abgeschlossene Forschungsvorhaben (Schlussberichte können über die Forschungsvereinigung angefordert werden):

7.019 (11.465 N) Qualitätssicherung und -kontrolle im Reflowlötprozess (GREGORY/HEUBERGER)

7.025 (11.543 B) Aktivlöten von Quarzglas und Diamant (WIELAGE)

10.015 (11.380 B) Mikroapplikation von Glasloten für Anwendungen in der Mikromechanik (KÖHLER)

10.019 (11.875 B) Alternative Werkstoffe zum Drahtbonden im engsten Raster (DRAUGELTES/ MEUSEL/ REICHL/HEUBERGER)

Kurzfassungen abgeschlossener Forschungsvorhaben:

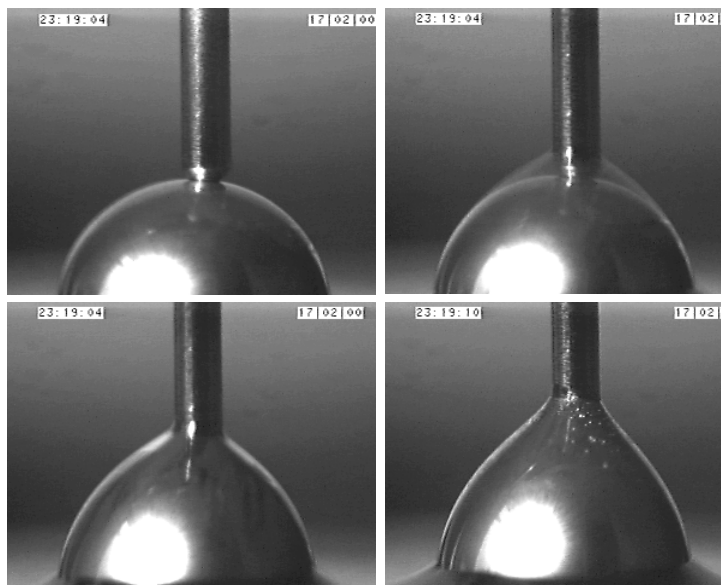
Benetzungsfortschrittsmessung durch Videotechnik

(AiF-Vorhaben 11.465/7.019)

Prof. Dr. rer. nat. A Heuberger, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe
 Das Benetzungsverhalten zu verbindender Fügepartner ist die Grundlage für die Qualität von hergestellten Weichlötverbindungen. Um recht frühzeitig Benetzungshemmnisse festzustellen, werden stichprobenartige Eingangsprüfungen der Bauelemente und Leiterplatten durchgeführt. Ein eingeführtes Messverfahren ist die Benetzungskraftmessung nach dem „wetting balance“-Prinzip. Die Benetzungswaage ist ein Prüfgerät zur quantitativen Messung der Benetzungsfähigkeit von Bauteilen unterschiedlichster Geometrien. Die während des Benetzungsvorganges an dem Bauteil angreifenden Kräfte wie Auftriebskraft, Eintauchkraft und Benetzungskraft, resultierend aus Energieveränderungen im System Substrat-Flussmittel-Lot, werden mit diesem Gerät als Funktion der Zeit aufgezeichnet. Dieses System soll ein definiertes und vergleichbares Prüfen der Benetzungsfähigkeit an Bauteilen, Leiterplatten, Dickfilmsubstraten, usw. ermöglichen. Internationale Normungsausschüsse bemühen sich seit Jahren, Lötbarkeits-test's in sinnvollen Normen bzw. Standards festzulegen (z.B. IEC 68-2-20; IEC 68-2-54; IEC 68-2.58; ANSI-J-STD-002, u.a.). Je kleiner die zu prüfenden Geometrien werden, desto kritischer werden Toleranzen beim Handling der Komponenten. Die Mikrobenetzungswaage liefert in der Grundausstattung keine hinreichend reproduzierbaren Ergebnisse. Eine Verbesserung der Ergebnisse wird durch die Verwendung von CCD-Kameras erreicht, die bei ausreichender Vergrößerung eine genauere Positionierung



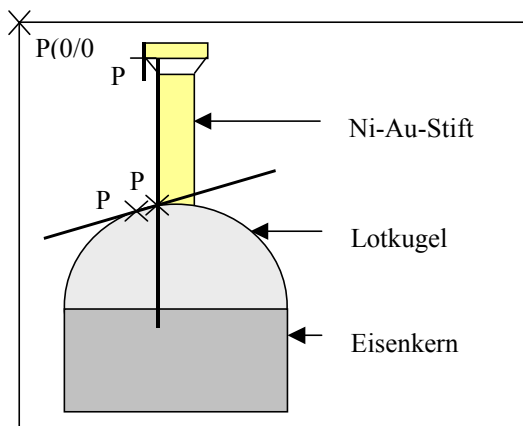
Modifizierte Benetzungswaage mit Video- kontrolle



Bildsequenzen des Benetzungsfortschritt eines Pins von einem Steckverbinder

und damit Messwerte mit höherer Sicherheit zu lassen. Von Seiten der Industrie wird über Restfehlerabschätzungen im ppm-Bereich gesprochen. Mit der herkömmlichen Benetzungswaage ist eine Fehlerabschätzung im ppm-Bereich nicht möglich. Die Benetzungswaage ermöglicht in der Standardkonfiguration lediglich das Messen von einzelnen Proben. Bei jedem Messvorgang werden die Proben neu eingespannt. Wegen des großen Zeitbedarfs können nur Stichproben untersucht werden. Ziel ist es, die Benetzungsprüfung reproduzierbarer und effektiver zu gestalten sowie zu automatisieren.

Im Forschungsvorhaben wird eine optische Benetzungsfortschrittsmessung realisiert. Die Generierung der Kraft-Zeit-Kurve erfolgt nach Auf-

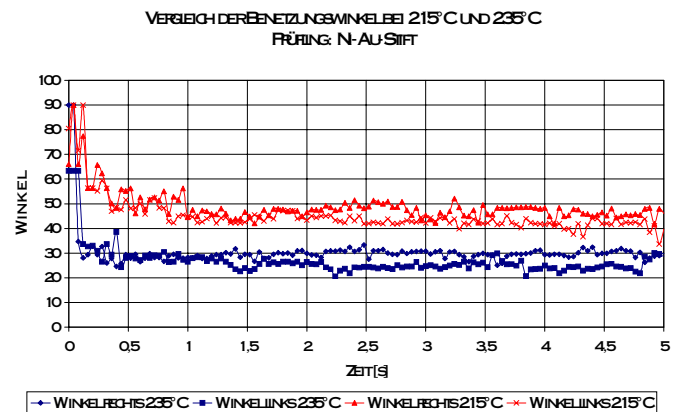


Auswertung des Benetzungswinkels und der Anstiegshöhe

nahme des Benetzungsvorgangs im Personal Computer. Den Kern dieses Systems bildet eine einfache CCD – Videokamera mit einer Bildfrequenz von 25 Bildern pro Sekunde (752 mal 582 Bildpunkte; Speicherplatzbedarf: 428 kByte pro Grauwertbild). Die während des Benetzungsvorgangs aufgenommenen Menisken werden in Bezug auf Benetzungswinkel und Anstiegshöhe des Lotes am Pin ausgewertet. Zur Verfügung steht dazu ein Bildverarbeitungssystem, das die Bilder zunächst digitalisiert und anschließend nach programmierten Algorithmen verarbeitet. Im vorliegenden Projektbericht wird der Aufbau und die Programmierung des Systems beschrieben sowie erste Messungen vorgestellt.

Die Programmierung des Systems ist relativ einfach und später auch auf geometrisch kompliziertere Geometrien (Gullwing, J-Lead, Leadless Chip Carrier (LLCC), Pin-Through-Holes (PTH), etc.) anwendbar. Durch weitere Optimierung des Prüfprogramms kann die Messgenauigkeit weiter gesteigert werden. Der Vorteil des Systems ist die berührungslose Messung des Benetzungsvorgangs (Ausschaltung der Massenträgheit mechanischer Kompo-

nenten). Die Videoaufzeichnung mit anschließender Konturauswertung macht es möglich, die geforderte Fehlerabschätzung präzise und mit definierter statistischer Sicherheit durchzuführen. Das entwickelte Verfahren erlaubt in der Zukunft, ein automatisches Prüfsystem aufzubauen. Ein Handhabungsroboter entnimmt die Bauteile selbstständig aus dem Gurt oder Tray und positioniert die zu benetzenden Bauteilanschlüsse auf dem Lot. Der Benetzungsvorgang läuft ab und die Auswertung des Benetzungsfortschritts erfolgt automatisch. Die Prozedur kann ohne störenden manuellen Einfluss durchgeführt werden. Jeder Benetzungsvorgang wird ohne zusätzlichen Bedieneraufwand aufgenommen, dokumentiert und ausgewertet. Ein zweiter Teil des Projektes hat die Benet-



Benetzungswinkel in Abhängigkeit der Prüftemperatur

zungskraftmessung für die Reflowlöttechnik zum Thema. Das verwendete Temperaturprofil wird während der Messung dem realen Lötprozess angepasst. Anstatt eines flüssigen Lotdepots mit Festtemperatur (z.B. 235°C) wird die beim Kunden benutzte Lotpaste (inklusive Flussmittelbasis) verwendet.

Qualitätssicherung und -kontrolle im Reflowlötprozess

(AiF-Vorhaben 11.465/7.019)

Prof. Dr.-Ing. J. K. Gregory, Lehrstuhl für Werkstoffe im Maschinenbau, München

Durch die Entwicklung einer neuartigen Testmethode kann das Prozessverhalten der Einzelkomponenten Bauelement – Lotpaste – Leiterplatte unter Simulation realer Prozessbedingungen untersucht werden. Messgröße bei diesem Verfahren ist die Benetzungskraft, die während des Lötvorganges am untersuchten Bauelement wirkt. Die Erfassung der Benetzungskraft – Zeit – Verläufe wird ergänzt durch eine optische Prüfmethode, durch die das reale Geschehen

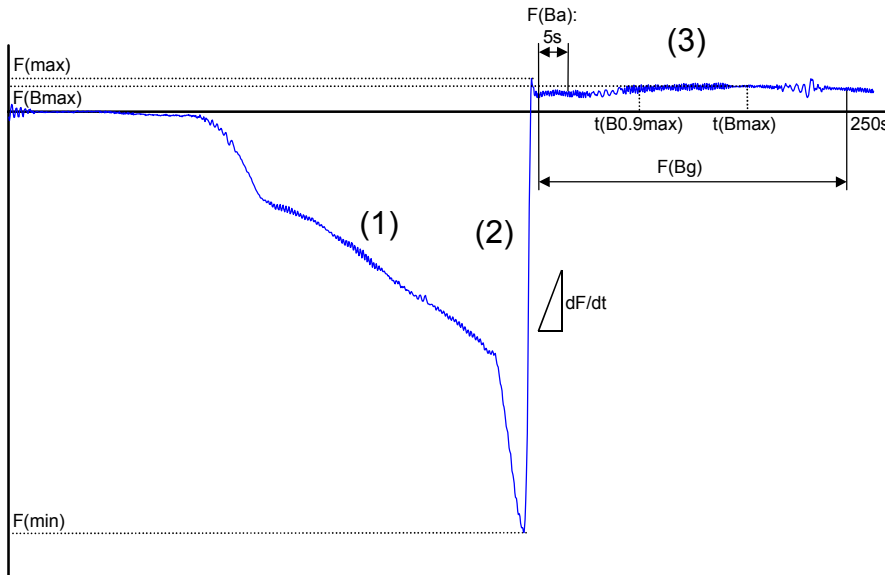


Abbildung 5: Typischer Kurvenverlauf mit Bezeichnung der Kennwerte

der Benetzung direkt beobachtet werden kann. Durch die Korrelation der Kraftkurven mit den Videodaten wird die Interpretation der verschiedenen Bereiche der Kraftkurven erleichtert, wodurch eine Zuordnung dieser Bereiche zu den einzelnen Fügepartnern ermöglicht wird. Die Vorteile dieses neuen Testverfahrens sind in seiner größeren Praxisnähe begründet: Prüfungen der Einzelkomponenten – wie in einschlägigen Normen beschrieben – entfallen; die im realen Prozess verwendeten Fügepartner können direkt und in einem Versuchsdurchgang mit Hilfe dieses Testverfahrens untersucht werden. Statt eines „unendlichen“ Lotvolumens wird ein durch Schablonendruck entsprechend der untersuchten Bauelementgeometrien bzw. Padgrößen aufgebracht Lotvolumen verwendet. Das im realen Prozess verwendete Temperaturprofil

kann durch zwei Infrarot-Strahler simuliert werden, der Lötvorgang wird also während der Prüfung unter realen Bedingungen durchgeführt.

Als Testergebnis erhält man Kraftkurven, die sich in ihrem Verlauf von bisherigen Benetzungskraftkurven unterscheiden. Abbildung 1 zeigt einen typischen Kurvenverlauf, die einzelnen Bereiche können wie folgt interpretiert werden:

- (1) Erwärmung der Lotpaste/Fügepartner
- (2) Aufschmelzen der Lotpaste
- (3) Benetzung des Bauteils/Leiterplatte durch das flüssige Lot.

Aus diesen Kurven können für den jeweiligen Fügepartner charakteristische Kennwerte (siehe Abbildung 5) ermittelt werden:

- Temperaturprofil/Lotpaste: Veränderungen der Temperaturgradienten beim Aufschmelzen der Lotpaste zeigen sich z. B. an den Werten

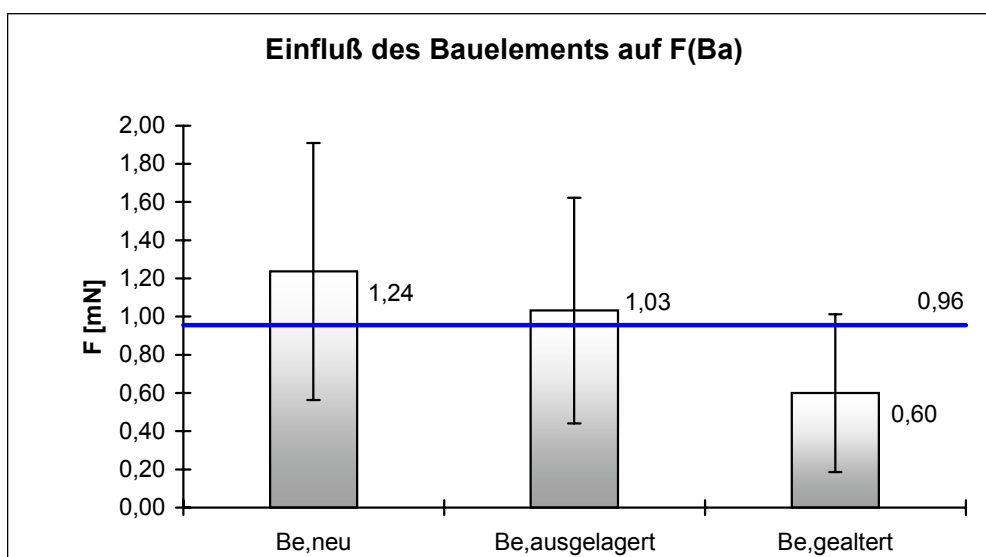


Abbildung 6: Einfluss des Bauelements auf $F(B_a)$

$F(\min)$ (minimale Kraft unmittelbar vor dem Aufschmelzen der Lotpaste) und an der Steigung der Kraftkurve während des Aufschmelzens dF/dt .

- Bauelement: Die Lötbarkeit des Bauelements kann anhand des Kennwertes $F(B_a)$,
- der durchschnittlichen Benetzungskraft in den ersten 5s nach dem Aufschmelzen der Lotpaste, bestimmt werden.
- Leiterplatte: Die Kennwerte $F(B_{\max})$ (maximaler Benetzungskraftwert) und $F(B_g)$ (durchschnittlicher Benetzungskraftwert) beschreiben die Lötbarkeit der verwendeten Leiterplatten. Eine Quantifizierung des Einflusses vom Zustand (Alter etc) von Bauelement oder Leiterplatte bzw. vom verwendeten Temperaturprofil ist mittels Varianzanalyse möglich. Zum Beispiel ergibt sich bei der Durchführung des Testverfahrens bei drei unterschiedlichen Bauteilzuständen (neu, ausgelagert bei 155°C für 72 Stunden, 4 Jahre natürlich gealtert) eines MiniMELF bei ansonsten gleichen Bedingungen ein zu 90% signifikanter Einfluss des Bauelementzustandes auf den Kennwert $F(B_a)$ (Abbildung 6):

Als Anwendungsmöglichkeiten für dieses Testverfahren sind sowohl prozessbegleitende Untersuchungen, wie z. B. bei der Optimierung von Temperaturprofilen oder bei der Bewertung der Lötbarkeit von Bauteilen aus einem Lagerbestand, als auch Untersuchungen im Vorfeld der Produktion zur Ermittlung der optimalen Randbedingungen möglich. Auch bei Lotpastenneuentwicklungen kann eine Qualifizierung der Paste im Vorfeld der Produktion mit den zu verlötenden Fügepartnern durchgeführt werden.

Entwicklung einer Schutzgasinduktionslöttechnik zur Herstellung von Keramik-Metall-Aktivlötverbindungen

(AiF-Vorhaben 11.469/7.024)

Prof. Dr. techn. E. Lugscheider, Dipl.-Ing. H. Janssen, Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften - RWTH Aachen

Die zunehmenden Anforderungen an die Standzeit von Werkzeugen und hochverschleißbeanspruchter Maschinenkomponenten erfordert vielfach den Einsatz neuer Werkstoffkonzepte. Die optimierten Eigenschaften ingenieurkeramischer Werkstoffe und das hohe Potential von Keramik-Metall-Verbunden in Anwendungen im Maschinenbau als auch in der Elektrotechnik erfordern die Bereitstellung geeigneter Fügeverfahren. Die Verwirklichung solcher Verbunde ist durch den Einsatz des sogenannten Aktivlötverfahrens möglich, welches es erlaubt, Oxid- als auch Nichtoxidkeramiken mit sich selbst als auch mit metallischen Fügepartnern zu verbind-

den. Der besondere Vorteil dieses Verfahrens ist in Möglichkeit zu sehen o.g. Materialkombinationen in einem einstufigen Prozess zu verwirklichen. Der Einsatz geeigneter Lotlegierungen und Aktivkomponenten, welche in der Lage sind beide Werkstoffgruppen zu benetzen, erforderte bisher den Einsatz von Hochvakuumöfen. Das grundlegende Ziel des Forschungsvorhabens war es, ein induktives Verfahren zum Fügen von Keramik-Metall-Verbunden in Schutzgasatmosphäre zu entwickeln. Durch ein induktives Fügeverfahren können die bis dato hohen Kosten durch den Einsatz von Hochvakuumtechnik, vor allem für den Einsatz in der Einzel- und Kleinserienfertigung reduziert werden (Abbildung 7). Wie sich im Rahmen der Untersuchungen gezeigt hat, bietet sich bei entsprechender Parameterfindung und Optimierung die Induktionstechnik als Alternative zu den bisherigen Verfahren im Hochvakuum-Ofen an.

Die Qualität der Aktivlötverbindungen ist dabei von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig. Zentrale Bedeutung haben in diesem Zusammenhang die Wechselwirkungen zwischen Aktivlot und den verwendeten Keramiken als auch die erforderlichen Lötparameter, welche sowohl die chemischen und metallurgischen Reaktionen beeinflussen aber auch die induzierte Spannungsproblematik entscheidend beeinflussen. Grundsätzlich stellt die Eigenspannungsinduzierung im keramischen Fügepartner bei der Herstellung von Keramik-Metall-Verbunden das zentrale Problem bei der Anwendung der Aktivlöttechnik dar. Die Eigenspannung innerhalb des Verbundes entsteht als Folge der unterschiedlichen thermophysikalischen Eigenschaften der Grundwerkstoffe, wobei insbesondere der thermische Ausdehnungskoeffizient und das E-Modul anzuführen sind. Eine Reduzierung der Eigenspannungsniveaus kann über verschiedene Ansätze erfolgen. Neben einer konstruktiven Optimierung der Fügezonengeometrie kann beispielsweise über eine geeignete Werkstoffauswahl des Lotes eine Spannungsreduzierung erfolgen.

Dies gelingt insbesondere dann, wenn duktile Lotmaterialien wie Cu oder Ag bzw. entsprechende Legierungen verwendet werden, die über eine plastische Deformation einen Spannungsabbau ermöglichen. Dieser Spannungsabbau ist direkt abhängig von der Dicke der duktilen Fügezone, so dass mit zunehmender Fügezonendicke eine Reduzierung des Eigenspannungsniveaus und somit eine Festigkeitssteigerung des Lötverbundes einhergeht. Aus praktischer Sicht sind Spaltbreiten von mehr als 300 μm nicht realisierbar, da das Aktivlot aufgrund des Eigengewichtes der Fügepartner aus der Fügezone gepresst wird.

Eine Möglichkeit, große Lötspaltbreiten einzustellen besteht nun darin, dass man in die Fügezone einen Zusatzwerkstoff einbringt, der

während des Lötprozesses nicht aufschmilzt, aber mit dem Aktivlot in Wechselwirkung tritt. Im vorliegenden Projekt dienen hierzu Ni-Netze. Während des Lötprozesses kann das Aktivlot, welches in Folienform appliziert wird, die Netzstruktur infiltrieren und mit diesem in chemische Wechselwirkung treten. Hierdurch wird das Aktivlot im Fügespalt gehalten und es können so Spaltbreiten von mehreren hundert Mikrometern eingestellt werden.

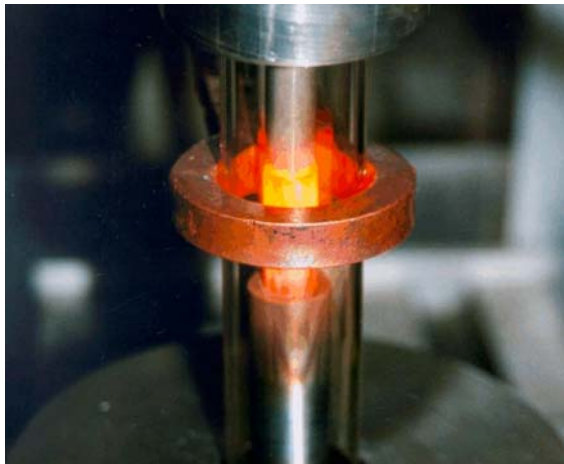


Abbildung 7: Induktiver Lötprozess

Als Grundwerkstoffe wurden der Werkzeugstahl 1.2379, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Zirkonoxid und die Eisen-Nickel Legierung 1.3917 verwendet. Es zeigt sich, dass bei Berücksichtigung des erstellten Lötparameterfensters trotz restsauerstoffhaltiger Schutzgasatmosphäre eine erfolgreiche Verbindung der beiden Werkstoffgruppen unter Einsatz induktiver Erwärmung erfolgen kann. Festigkeitsuntersuchungen mittels Vierpunktbiegeprüfung zeigen, dass Verbundfestigkeiten erzielt werden können, welche zum Teil deutlich über 100 MPa liegen. Im Falle der Kombination von Zirkonoxid/Ni 42 lag der Spitzenwert sogar bei 280 MPa.

Selektive Glasloterwärmung mit Laserstrahlen

(AiF-Vorhaben 11.254/7.016)

Kasch, Susanne¹; Müller, Hartmut¹; Mund, Dietrich²

¹ Inst. für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, Otto Schott Str. 13, D-07745 Jena

² SCHOTT Glas, GB Electronic Packaging, Christoph Dorner Str. 29, D-84028 Landshut

Das Löten mit Glaslot erfolgt aufgrund seiner Sensibilität gegenüber starken Temperaturwechselbelastungen in einer Erwärmungseinrichtung mit einem gesteuerten Temperatur-Zeit-Regime. Liegt aber beim Gehäuseverschluss die Wärmeempfindlichkeit der Bauelemente unter

der Verschlussstemperatur, müssen alternative Fügetechnologien erschlossen werden. Für das Verschließen von Keramik-Glas Gehäusen für SMD-Bauteile und die Herstellung von Displays leiten sich aus den Erfahrungen der Anwenderfirmen für die Entwicklung eines Fügeverfahrens durch selektive Lasererwärmung folgende Forderungen ab:

- Temperaturbelastung im Gehäuse kleiner als Löttemperatur (max. 350 °C)
- Örtlich sehr genauer, zeitlich gesteuerter Wärmeeintrag in der Fügezone
- Ausreichendes Fließen und Benetzen bei einer genügend hohen Löttemperatur und der notwendigen Viskosität von ($10^4 \dots 10^6$) dPas
- Verschluss von Bauelementen unter Vakuum- bzw. Schutzgasatmosphäre sowie
- Anwendungsspezifische, mechanische Festigkeit und Leckdichtheit der Gehäuse nach dem Verschluss.

Anhand von lotverglasten Gehäusekombinationen aus Al_2O_3 -Keramik-Grundkörpern und Flachglasscheiben D263 bzw. zwei Flachglasscheiben aus D263 sowie speziell präparierten Glaslotformkörpern soll das Fügeverfahren nachgewiesen werden. Die untersuchten Glasloten besitzen für die zu fügenden Werkstoffe die erforderliche thermische Dehnungsanpassung. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden verschiedene Möglichkeiten der Lotvorbereitung

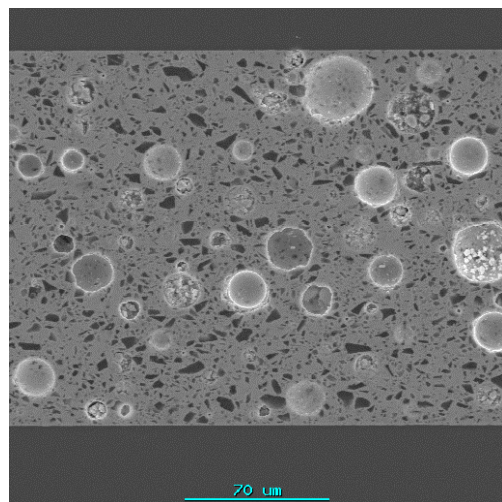
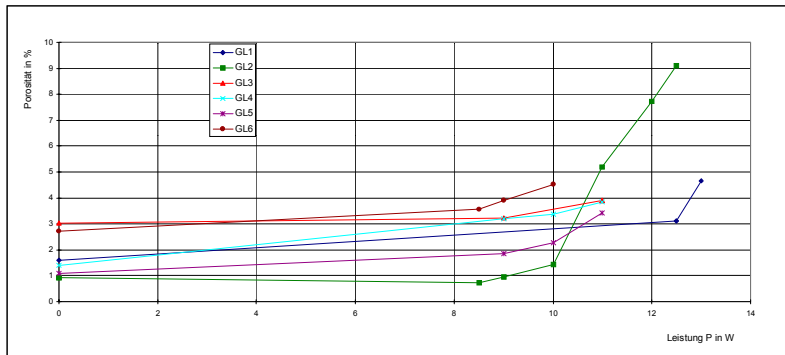


Abbildung 8:
Querschliff eines Gehäuses (Glas D263/
Glaslot GL1/Glas D263) nach dem Laser-
verschluss $p_{N_2}=1\text{bar}$, $T_{Bias}=330^\circ\text{C}$,
 $P_{Laser}=10\text{W}$, $v=1\text{mm/s}$

bzw. Lotpräparation, der Strahlformung und -anordnung bei verschiedenen Laserwellenlängen, der direkten und indirekten Lasereinkopplung am Werkstück sowie verschiedene Arbeitsatmosphären und -temperaturen untersucht. Es konnte nachgewiesen werden, dass

Abbildung 9:
Porositätsbewertung in Abhängigkeit von der Laserleistung für verschiedene Glaslote
 (Glaslotsinterung - Normalatmosphäre
 Laseranschmelzung - Stickstoffatmosphäre)



1. die Lotvorbereitung bzw. Lotpräparation einen entscheidenden Einfluss auf das Löt-ergebnis hat,
2. die Laserwellenlänge und deren Absorption bzw. Transmission am Lot und Bauteilwerkstoff entscheidend für die konkrete Bauteilgestaltung und den zu realisierenden Versuchsaufbau ist,
3. ein Vorheizen des gesamten Probenmaterials die Poren- und Rissbildung minimiert,
4. der Laserverschluss unter Vakuum- bzw. Stickstoffatmosphäre sich in Abhängigkeit von der Lotzusammensetzung und Lotpräparation positiv auf das Löt-ergebnis auswirkt und jedem Glaslot gemäß seinem Sinterregime eine Laseranschmelzleistung mit entsprechender Porosität zugeordnet werden kann (Abbildung 9).

Mit den Untersuchungen der Diodenlasereinkopplung in einen Rezipienten wurde an einem

Demonstrator aus D263 und dem Glaslot GL1 nachgewiesen, dass rissfreie, porenarme (Porosität < 5 %) und heliumleckdichte Lötverbindungen herstellbar sind (Abbildung 8). Die vergleichenden Untersuchungen an Al₂O₃-Keramik zeigten die starke Materialabhängigkeit des Laserlötprozesses auf. Eine Übertragbarkeit auf andere Materialien ist nicht ohne weiteres möglich und die Anpassung der Laser- und Verfahrensparameter ist produktspezifisch notwendig. Während des Forschungszeitraumes entstand bei der Fa. SCHOTT Glas (GB Electronic Packaging, Landshut) ein Laserpräparationsplatz. Die Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens Laserstrahl-löten mit Glasloten sind in der Kapselung von Gehäusen für sensible elektronische Bauelemente, in der Displaytechnik sowie bei Geräte- und Laserherstellern zu sehen. Für die Anwendung des Diodenlasers konnte ein weiteres Anwendungsfeld erschlossen werden.

Mitgliederstand

Herzlich willkommen heißen wir die neuen Mitglieder in der Fachgesellschaft „Löten“:

Persönliche Mitglieder

- Herr A.-U. Kabus, Köln-Flittard

Korporative Mitglieder

- Chemet GmbH, Wirges
- Euromat GmbH, Hückelhoven
- Nord-Micro Elektronik und Feinmechanik AG, Frankfurt am Main
- Schmetz GmbH Vakuumöfen, Menden
- Siemens AG, Berlin
- Wieland Edelmetalle GmbH & Co. Gold- und Silberschmiedeanstalt, Pforzheim

Damit zählt die Fachgesellschaft zur Zeit 47 Mitglieder (Stand September 2000).

Die Mitgliedschaften verteilen sich auf 13 natürliche (persönliche) und 34 juristische (Firmen und Körperschaften) Mitglieder. Mit dem Eintritt

in die Fachgesellschaft „Löten“ erhalten juristische Mitglieder die Möglichkeit, sich einmalig in deren Info-Service der interessierten Fachwelt mit einem ausführlichen Firmenportrait vorzustellen.

Die Fachgesellschaft „Löten“ im Internet?

Sicher haben auch Sie sich diese Frage schon oft gestellt. Heute freuen wir uns, Ihnen mitteilen zu können, dass sich die Fachgesellschaft „Löten“ ab Oktober 2000 in einem neuen Kleid auf der Homepage des DVS präsentiert. Sie haben nun zusätzlich zu der schon bekannten Adresse <http://www.dvs-ev.de> auch über vier weitere fachspezifische Adressen die Möglichkeit auf die Web-Seiten des Verbandes, bzw. der Fachgesellschaft zu gelangen:

- <http://www.dvs-loeten.de>
- <http://www.dvs-kleben.de>
- <http://www.welding-dvs.com>
- <http://www.joining-dvs.com>

Wenn Sie die o.g. Adressen um /loeten ergänzen (z.B. www.dvs-loeten.de/loeten), gelangen Sie sofort ohne Umwege auf die Seiten der Fachgesellschaft. Die Neustrukturierung der Fachgesellschaftswebseiten ermöglicht es Ihnen, sich noch umfangreicher über die Fachgesellschaft „Löten“ zu informieren. Neben Neuerungen wie der Mitgliederpräsentationen über Firmenlogos und deren Verknüpfung zur jeweiligen Homepage ist es nun auch möglich, sämtliche für eine Mitgliedschaft benötigten Unterlagen herunterzuladen.

Sollten Sie noch weitere Fragen rund um die Fachgesellschaft „Löten“ haben, können Sie uns wie gewohnt telefonisch unter der Nummer 0211 / 1591- 173 oder per Fax unter der Nummer 0211 / 1591 - 200 erreichen. Die neu eingerichtete E-Mail-Adresse fg-loeten@dvs-hg.de ermöglicht es Ihnen nun auch direkten Kontakt via E-Mail zu unserem Hause herzustellen.

Impressum

Fachgesellschaft „Löten“ im DVS
Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf
Telefon: (+49) 0211/1591-173
Telefax: (+49) 0211/1591-200
E-Mail: fg-loeten@dvs-hg.de
Web: <http://www.dvs-loeten.de/loeten>
Redaktion: Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
Redaktionsschluss Ausgabe Nr. 5:
16. Mrz. 2001

Termine

Sitzung der Arbeitsgruppe V 6.1 "Hart- und Hochtemperaturlöten" am 27. März 2001 bei der Fa. Everwand & Fell in Solingen

Sitzung der Arbeitsgruppe V 6 "Löten" am 21. März 2001 am Lehrstuhl für Werkstofftechnologie der Universität Dortmund

3. Mitgliederversammlung der Fachgesellschaft "Löten" im DVS am 09. Mai 2001 auf der LÖT '01 in Aachen

Sitzung des Fachausschusses 7 "Löten" der Forschungsvereinigung des DVS am 20. März 2001 am Lehrstuhl für Werkstofftechnologie der Universität Dortmund

Gemeinsame Sitzung des Fachausschusses 10 "Mikroverbindungstechnik" der Forschungsvereinigung des DVS und der DVS-Arbeitsgruppe A 2 "Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik" am 30. November und 01. Dezember 2000 bei der Fraunhofer Gesellschaft in Itzehoe

Sitzung der Arbeitsgruppe A2 "Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik" am 28. und 29. März 2001 beim Fraunhofer Institut in Chemnitz

LÖT '01, 6. Internationales Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen vom 8.- 10. Mai 2001 im EUROGRESS Aachen

Messe Schweißen & Schneiden vom 12. bis 18. September 2001 in der Messe Essen

Fellbacher Tagung, Verbindungstechnik in der Elektronik und Feinwerktechnik, Februar 2002 in Fellbach

Literatur – Veröffentlichungen

Titel	Autoren	Publikation	Ausgabe
Entwicklung einer Technologie zum flussmittelfreien Löten verzinktem Stahl	E. Lugscheider, K. Schlimbach	Schweißen & Schneiden	04/00
A green light for lead-free	N.N.	Electronic production	02/00
Materialtransport in stromdurchflossenen Kupfer-Lot-Kontakte	U. Kramer, E. Meusel	VTE	02/00
Lotlegierung und Lötverfahren zum flussmittelfreien Löten schwer benetzbarer Werkstoffe	F. Hillen, D. Pickart-Castilo, I.J. Rass E. Lugscheider	V T E	08/00
Selektives Hochtemperaturlöten von Kupferlackdraht	M. Fehrenbach	V T E	04/00
A new approach to improving the properties of Brazed joints	B. Zorc, L. Kosec	Welding Journal	01/00
Neue Löttechnologien für den Dünnblechbereich	N.N	Tagungsband SLV München	03/00
Entwicklung einer Technologie zum flussmittelfreien	K. Schlimbach, E. Lugscheider	Schweißen und Schneiden	04/00
Series on upcoming soldering process alternatives (part II)	R.L. Diehm, W. Kruppa, A. Rahn	e p p	08/00
Einsatzmöglichkeiten der Löttechnologie zur Herstellung verschleißfester Funktionsschichten	G. Kortenbruck	Ber. a.d. Werkstofftechnik	---/99
Innovative Legierungsentwicklungen zum Fügen von Werkstoffen in der Mikrosystemtechnik	E. Lugscheider, M. Aulerich, R. Sicking	Schweißen und Schneiden DVS-Berichte 204	1999
MIG-Lötverbindungen Besonderheiten und Eigenschaften	H. Herold, M. Streitenberger H. Zwickert	Schweißen und Schneiden DVS-Berichte 204	1999
Plasmalöten von verzinkten Blechen. Stand und Entwicklungstendenzen im Karosseriebau	B. Bouaifi, B. Quaissa, J. Tuchtfeld, A. Ait.Mekideche, C. Radscheidt	Schweißen und Schneiden DVS-Berichte 204	1999
Laserstrahlhartlöten für Karosseriesichtteile in Class-A-Oberflächenqualität	H.D. Haldenwanger, G. Schmidt, M. Korte, M. Bayerlein	Schweißen und Schneiden DVS-Berichte 204	1999
Kritischer Prozess unter Kontrolle. Bleifreie Löttechnik. Blick auf Grundlagen und Aussichten	A. Rae	e p p	03/00
Alternative zu Wellen- und Reflowverfahren, Automatisiertes Punktlöten in der Serienfertigung	S. Hilscher	e p p	03/00
High strength ceramic brazed joints Scientific and technological bases	Y. Neidrich	Industrial Ceramics	03/99
Einstieg in die Fertigung mit bleifreien Loten	A. Rae	Productronic	4-5/00
Bleifreie Lot: Auswirkungen auf Paste, Leiterplatte und Reflowprozess	K. Brodt, S. Peters, J. Schneider	Productronic	4-5/00
Löten für mehr Leichtgau. Alu-Wärmetauscher Neues Lötverfahren spart Nachbehandlung	N.N.	Produktion	2000-09-10
Corrosion issues in solder joint design und service	P.T. Vianco	Welding Journal	10/99
The search is on for lead replacements for Electronics soldering lines	B. Irwing	Welding Journal	10/99
Could your brazing application benefit from Induction heating ?	K.D. Spain	Welding Journal	10/99
Mechanische Prüfung von Keramik-Metall-Verbindungen Merkblatt DVS 3101-1	N.N.	D V S – Verlag	05/99
Bestimmung der Haftfestigkeit von hartlotfähig Metallisierter Keramik durch Zugprüfung			
Mechanische Prüfung von Keramik-Metall-Verbindungen Merkblatt DVS 3101-2	N.N.	D V S – Verlag	05/99
Vierpunktbiegeprüfung			

PATENT - INFORMATIONEN

Land	Veröff.Nr.	Titel	Anmelder
WO-A	0010762	Solderable Structures	Fraivillig Technologies Comp.
DE-A	19846705	Lötverfahren und Vorrichtung zur Erzeugung der dazu erforderlichen Zusatzwerkstoff-Depots	SLV Halle GmbH
DE-C	4432774	Verfahren zur Herstellung meniskusförmiger Lötumps	Fraunhofer Gesellschaft
WO-A	0016941	Heat shield for soldering device	Ernst Spirig
WO-A	9900214	Verbesserter, kompakter, elektrischer LötKolben	Guilbert-Express
WO-A	0010763	Method and device for distributing solder balls	Ibiden Co., Ltd.
WO-A	0012256	Method for processing and for joining, especially, for soldering a component arrangement using electromagnetic radiation	Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen
EP-A	1002610	Mit Löt kugeln Verbindensverfahren damit versehen	I B M
EP-A	1002611	Mit Löt kugeln Verbindensverfahren damit versehen	I B M
EP-A	1002612	Kinetisch überprüfte Lötverbindung	Lucent Technologies Ing.
EP-A	999007	Flux-Verwaltungssystem eines Aufschmelzlötovens	Vitronics Soltec B.V.
DE-A	19851009	Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe aus einer Ankerplatte und einem Stößel	Daimler-Chrysler AG
EP-A	1004386	Hartgelötete Anordnung und Verfahren zu deren Herstellung	Ford Global Technologies, Inc.
DE-U	20002038	Lötvorrichtung	Messer Griesheim
WO-A	20154	Method and apparatus for placing solder balls on a substrate	Speedline Technologies, inc.
EP-E	894036	Lotverteilungsgerät	Ford Motor Company
EP-A	1004390	Verfahren zum Herstellen einer Hartlotfolie	Ford Global Technologies, Inc.
EP-A WO-A	996523 9903637	Zusammensetzung zum Vermeiden des Kriechens eines Weichlötlösungsmittels	Seimi Chemicals Co., Ltd.
WO-A	18536	Soldering material and electric / electronic device using the same	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.
EP-A WO-A	996524 9902299	Lötlegierung	Euromat GmbH
WO-A	18537	Brazing filler alloy for stainless steel brazed structure manufactured by using the brazing filler alloy, and brazing filler materials for stainless steel	Sumitomo Social Metals Co., Ltd.
WO-A	20161	Unleaded solder powder and production method therefore	Mitsui Mining & Smelting , Ltd.
DE-A	19849510	Verfahren zum Lichtbogen-Hartlöten unter Schutzgas	Messer Griesheim
EP-A	752294	Verfahren und Einrichtung zum Austragen von flüssigem Lot	Esec SA
WO-A	0025972	Solder paste with a time-temperature indicator	Manufacturers services Ltd.
WO-A	0024544	Lead-free solder	Nihon Superior Sha Co. , Ltd.
WO-A	0024545	Method for arc brazing using an inert gas	Messer Griesheim
EP-B	907452	Verfahren zum Abkühlen von Lötgut	Leicht
EP-A	1021268	Verfahren zur Benutzung einer aktiven Lötlegierung	Euromat GmbH
DE-A DE-A	19859734 19859735	Verfahren zur partiellen oder vollständigen Beschichtung der Oberflächen von Bauteilen aus Aluminium und seinen Legierung mit Lot, Flussmittel- und Bindemittel zur Hartverlötung	Erbslöh AG
EP-B	800889	Nickel.Basis-Hartlotmaterial	General Electric Company

Übersicht – Stand der Internationalen und Europäischen Normung auf dem Gebiet Löten

(Stand: September 2000)

Norm-Nummer	Ausgabe	Titel	Zusammenhang mit DIN Normen
Hart- und Weichlöten			
ISO 3677	1992	Zusätze zum Weich- und Hartlöten – Kennzeichnung	DIN EN ISO 3677
ISO 5179	1983	Untersuchung der Hartlötbarkeit mittels eines Prüfstückes mit wechselnder Spaltbreite	–
ISO 5187	1985	Schweißen und verwandte Verfahren – Prüfung von Weichlöt- und Hartlötverbindungen, Mechanische Prüfungen	DIN 8525-1, -2 DIN 8526
ISO/CD 875-2		Lötverfahren – Begriffe	
Hartlöten			
EN 1044	1999	Schweißen – Hartlote	DIN EN 1044
EN 1045	1997	Schweißen – Flussmittel zum Hartlöten – Einteilung	DIN EN 1045
EN 12799	2000	Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen	DIN EN 12799 ¹⁾
EN 12797	2000	Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen	DIN EN 12797 ¹⁾
EN 13134	2000	Verfahrensprüfung für das Hartlöten	DIN EN 13134 ¹⁾
EN 13133	2000	Prüfung von Hartlötlern	DIN EN 13133 ¹⁾
prEN ISO 18279 ¹⁾		Hartlöten – Einteilung von Unregelmäßigkeiten bei Hartlötverbindungen	DIN 8515-1 DIN 32515
WI 00121334		Richtlinien für das Hartlöten	–
Weichlöten			
ISO 9453	1990	Weichlote – Chemische Zusammensetzung und Lieferformen	DIN EN 29453
ISO 9454-1	1990	Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung	DIN EN 29454-1
ISO 9454-2	1998	Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 2: Eignungsanforderungen	DIN EN ISO 9454-2
ISO 9455-1	1990	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 1: Bestimmung von nichtflüchtigen Stoffen, Gravimetrische Methode	DIN EN 29455-1
ISO 9455-2	1993	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 2: Bestimmung von nichtflüchtigen Stoffen, Ebuliometrische Methode	DIN EN ISO 9455-2
ISO 9455-3	1992	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 3: Bestimmung des Säurewertes, Potentiometrische und visuelle Titrationmethode	DIN EN ISO 9455-3
ISO 9455-5	1992	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 5: Kupferspiegeltest	DIN EN 29455-5
ISO 9455-6	1995	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 6: Bestimmung und Nachweis des Halogenidgehaltes (ausgeschlossen Fluorid)	DIN EN ISO 9455-6

Norm-Nummer	Ausgabe	Titel	Zusammenhang mit DIN Normen
ISO 9455-8	1991	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 8: Bestimmung des Zinkgehaltes	DIN EN 29455-8
ISO 9455-9	1993	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 9: Bestimmung des Ammoniumgehaltes	DIN EN ISO 9455-9
ISO 9455-10	1998	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 10: Benetzungsprüfung, Ausbreitungsmethode	DIN EN ISO 9455-10
ISO 9455-11	1991	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 11: Löslichkeit von Flussmittelrückständen	DIN EN 29455-11
ISO 9455-12	1992	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 12: Stahl-Röhrchen-Korrosionstest	DIN ISO EN 9455-12
ISO 9455-13	1996	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 13: Bestimmung von Flussmittelspritzern	DIN 8527-1 E DIN ISO 9455-13
ISO 9455-14	1991	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 14: Bestimmung des Haftvermögens	DIN EN 29455-14
ISO 9455-15	1996	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 15: Kupfer-Korrosionstest	E DIN ISO 9455-15
ISO 9455-16	1998	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 16: Bestimmung der Wirksamkeit des Flussmittels, Benetzungsprüfung	E DIN EN ISO 9455-16 ¹⁾
ISO/DIS 9455-17	2000	Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 17: Bestimmung des Widerstandes der Oberflächenisolierung, Kammpfung und elektrochemische Migrationsprüfung von Flussmittelrückständen	DIN 8527-1 (teilweise)
ISO 10564	1993	Zusätze zum Weich- und Hartlöten – Probenahme von Weichloten für die Analyse	DIN EN ISO 10564
ISO 12224-1	1997	Lötdrähte, massiv und gefüllt – Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 1: Einteilung und Eigenschaftsanforderungen	DIN EN ISO 12224-1
ISO 12224-2	1998	Lötdrähte, massiv und gefüllt – Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Bestimmung des Flussmittelgehaltes	DIN EN ISO 12224-2
ISO/DIS 12224-3	2000	Lötdrähte, massiv und gefüllt – Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 3: Prüfung der Flussmittelwirkung von flussmittelgefüllten Röhrenloten mit der Benetzungswaage	E DIN EN ISO 12224-3 ¹⁾

Anmerkungen:

ISO = Internationale Norm
ISO/DIS = Internationaler Norm-Entwurf
ISO/CD = Internationales Beratungsdokument
EN = Europäische Norm
prEN = Europäischer Norm-Entwurf
E = Entwurf
WI = Arbeitspunkt

1) In Vorbereitung

Erstellt: Normenausschuss Schweißtechnik im DIN e.V., Dr. Bärbel Schambach