

Metal Joining, August 2013

JMB OVERVIEW

Metal
Joining

Jewellery
& Watches

Chemicals
& Noble Metals

Refining



INHALT

Editorial	Seite 3
Ansprechpersonen	Seite 4
Aussendienst	Seite 4
Innendienst	Seite 5
Die Geschichte des Lötens	Seite 6
Löten – wie funktioniert das eigentlich?	Seite 8
Einteilung der Lötverfahren	Seite 8
Benetzung	Seite 8
Kapillarwirkung	Seite 8
Anwendungsgebiete des Lötens	Seite 10
Löten in der Elektronik und Elektrotechnik	Seite 10
Löten in der Kälte-Klima-Technik	Seite 10
Löten in der Solartechnik	Seite 10
Diamantwerkzeuge	Seite 11
Zukunft des Lötens, Tendenzen in der Entwicklung der Löttechnik	Seite 11
Einleitung	Seite 11
Löten von schwer lötbaren Werkstoffen	Seite 12
Löten von Verbundwerkstoffen	Seite 12
Lotlegierungen	Seite 12
Rechnergestützte Simulationen	Seite 12
Zerstörungsfreie Prüfung	Seite 13
Zusammenfassung	Seite 13

EDITORIAL

Geschätzte Kunden, Partner und Geschäftsfreunde

Die Johnson Matthey & Brandenberger AG entwickelt sich in ihrem 43. Geschäftsjahr, am 7. Oktober 2010 durften wir unser 40-jähriges Bestehen feiern, konstant weiter. Neben der intensiven Betreuung unserer Kunden im Heimmarkt Schweiz und der einhergehenden Neukundenakquisition gilt es auch, die in den letzten Jahren aufgebauten Exportmärkte, Deutschland und Österreich, weiter auszubauen. Dazu haben wir bereits im Jahre 2007 einen deutschen Vertriebsmitarbeiter eingestellt, dessen Hauptaufgabe es ist, alle deutschsprachigen EU-Märkte ausserhalb der Schweiz zu bearbeiten.

Dank der führenden Stellung im Bereich der Edelmetall-Metallurgie bürgt Johnson Matthey seit bald 200 Jahren für höchste Qualität. Die hohe Qualität unserer Produkte und unseres technischen Services sind Markenzeichen von Johnson Matthey. Es ist uns bewusst, dass unsere Kunden mit ständig wachsenden Herausforderungen konfrontiert sind. Deshalb bieten wir Ihnen eine vollumfassende technische Unterstützung an, was in vielen Fällen zu einer bedeutenden Senkung der Fertigungskosten führt. So konnten wir uns bisher trotz stärkster Konkurrenz gut im Markt positionieren und bis heute gegen alle namhaften Mitbewerber behaupten.

Bedanken möchte ich mich bei Ihnen im Namen aller Mitarbeiter von Johnson Matthey & Brandenberger AG für die vertrauensvolle Zusammenarbeit in der Vergangenheit. Unser stetiges Wachstum im Bereich Metal Joining war nur dank Ihres Vertrauens in die Marke Johnson Matthey und in unsere Mitarbeiter möglich. Das verpflichtet uns auch weiterhin, Ihren hohen Erwartungen gerecht zu werden. Dafür setzen wir all unsere Kraft ein.

Der Bereich «Metal Joining» hat bei Johnson Matthey viele Gesichter. Ein jedes trägt zum gemeinsamen Erfolg bei. Gerne möchten wir Ihnen unser Team in dieser Folge etwas näher vorstellen.

Mit freundlichen Grüssen

Mario Porta
Leiter Metal Joining

ANSPRECHPERSONEN

Ihr Partner für Lötwerkstoffe in der Schweiz, Deutschland und Österreich.

AUSSENDIENST

Jean-François Boillat



Jg. 1949. Eintritt November 1987,
Betreuung Westschweiz

Seit seinem Eintritt 1987 betreut Herr Boillat unsere Lotkunden in der französisch sprechenden Schweiz, wobei hauptsächlich die Kunden der Uhrenbranche im Geschäftsbereich «Jewellery & Watches» den Kern seiner Aufgaben ausmachen. In diesem Nischenbereich bietet Metal Joining den Uhren- und Schmuckproduzenten und deren Unterlieferanten mit seinen edelmetallhaltigen Lotpasten eine Alternative zu anderen Anbietern.

Herr Boillat trägt seit Jahrzehnten einen sehr grossen Teil zum Erfolg des Bereiches Jewellery & Watches, unserem Bereich in der Westschweiz und unserer Unternehmung bei.

Interessen: Familie (Enkelkinder), Wandern

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/jeanfrancois_boillat.shtml

Thomas Habegger



Jg. 1968. Eintritt Januar 2010,
Betreuung Deutschschweiz und Tessin

Herr Habegger ist per 1.1.2010 zu unserem Team gestossen hat im Juni 2010 die Nachfolge von Herrn Hagger und die Betreuung unserer Kunden in der Deutschschweiz übernommen. Zusammen mit Herrn Porta wird auch die Bearbeitung der italienisch sprechenden Schweiz zusätzlich abgedeckt.

Herr Habeggers breiter Fundus an Löt- und Schweisskenntnissen (Int. Welding Spezialist) bringt die optimale Ergänzung in unser Team. Wir können Geschäftsziele und die von uns angestrebte, kundenbekannte hohe Qualität zur Unterstützung in technischen Belangen des Lötens auf breiter Basis weiterführen.

Interessen: Familie (Kinder), Curling, Mountainbike, Ski, Motorrad

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/thomas_habegger.shtml

Hartmut Leinenbach



Jg. 1967. Eintritt Januar 2007,
Betreuung Deutschland und Österreich

Mit Herrn Leinenbachs Engagement 2007 unterstrich Johnson Matthey den bereits 2002 eingeschlagenen Weg der verstärkten Marktausrichtung nach Deutschland und Österreich. Trotz der Auflösung unserer österreichischen Niederlassung im Oktober 2006 ist es uns gelungen, die bestehende Kundschaft zu halten und weitere hinzuzugewinnen. Die sich dadurch einstellenden kurz- und mittelfristigen Erfolge bestätigten schnell, in die richtige Richtung gegangen zu sein.

Die sowohl offene als auch vertrauensvolle Kommunikation mit unseren Ansprechpartnern ist ein weiterer Garant unseres Erfolges. Das ist uns Ansporn genug, das Erreichte zu pflegen und Neues aufzubauen. Herrn Leinenbachs jahrelange Erfahrung in der Kundenakquise, die er in deutschen und schweizerischen Unternehmen erlangte, tragen massgeblich zum Gesamterfolg bei. Sein kundenorientierter Fokus ist die

Basis aller Aktivitäten in unseren ausländischen Märkten. Herr Leinenbach wird punktuell durch Thomas Habegger unterstützt. Er freut sich auf Ihre Kontaktaufnahme.

Interessen: Familie (Kind), Schwimmen, Fitness, Musik (Gitarre & Trompete), Lesen
http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/hartmut_leinenbach.shtml

INNENDIENST

Nach seinem kaufmännischen Lehrabschluss bei uns begann Herr Ferrari im August 2003 als Sachbearbeiter im Bereich Metal Joining. Er ist für diverse Produktgruppen, wie z.B. Lotpasten in allen Legierungsformen, Weichlote und passende Flussmittel, Nickelbasislote, Kupferhartlote und die allgemeinen Silberhartlote und Flussmittel, zuständig. Er betreut auch die Produkte unserer Partner Wall Colmonoy und Fusion Inc., durch welche unser Standardsortiment mit dem Bereich Lötwerkstoffe vervollständigt wird. Im Weiteren ist er als ausgebildeter «Lehrlingsbetreuer» für unsere Lehrlinge in der Abteilung zuständig.

Interessen: Eishockey, Musik

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/patrick_ferrari.shtml

Patrick Ferrari



Jg. 1984. Eintritt August 2000, Sachbearbeiter

Nach erfolgreichem kaufmännischem Lehrabschluss bei uns begann Herr Porta ab August 1988 als Sachbearbeiter und war während 8 Jahren verantwortlich für die darin integrierte Sparte «Mallory», zu welcher die Kupfer-Widerstandsschweissmaterialien (Kupferlegierungen) und Sinterwerkstoffe, Rückgewinnung sämtlicher edelmetallhaltigen Abfälle (inkl. Sonderabfälle) und Teilaufgaben der Edelmetallbuchhaltung gehören.

Anschliessend suchte er eine neue Herausforderung als Aussendienstmitarbeiter (Schweiz) für eine Schweizer Firma im Bereich Heimtextilien, bei welcher er auch Einkaufsaufgaben übernahm und die ihm Reisen in Europa, Osteuropa und Asien ermöglichten. Seit Herbst 1999 ist Herr Porta wieder zurück und leitet den Bereich «Metal Joining» als Nachfolger von Frau Marianne Kuhn, die Anfang 1999 verstarb.

Interessen: Fussball, Motorrad, Reisen, Lesen

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/mario_porta.shtml

Mario Porta



Jg. 1966. Eintritt 1985, Leiter Metal Joining (CH, DE, AT), Betreuung Tessin

Stefanie Hauser



Jg. 1990. Eintritt 2011 & 2013, Sachbearbeiterin

Erfolgreich beendete Frau Hauser 2009 ihre kaufmännische Ausbildung bei der Firma OPO Oeschger AG. Nach zweijähriger Berufserfahrung und einem kurzen Auslandsaufenthalt fing sie bei uns als Sachbearbeiterin an. Sie machte einen kurzen Abstecher in einen anderen Berufszweig und kam Anfang 2013 zu uns zurück und arbeitet nun wieder als Sachbearbeiterin und Ansprechperson für unsere «Mallory»-Produkte.

Interessen: Reisen, Lesen, Kochen

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/stefanie_hauser.shtml

Tamara Stoll

Jg. 1991. Eintritt Mai 2012,
Sachbearbeiterin

Frau Stoll absolvierte erfolgreich ihre kaufmännische Lehre bei der Firma Forster QMS, wo sie noch zwei Jahre Arbeitserfahrung sammelte. Im Frühjahr 2012 wollte sich Frau Stoll einer neuen Herausforderung stellen und kam auf diesem Wege zu Johnson Matthey und Brandenberger AG. Ihre neue Aufgabe als Sachbearbeiterin Innendienst führt sie mit Freude aus.

Interessen: Reisen, Lesen, Musik

http://www.johnson-matthey.ch/de/ansprechpartner/tamara_stoll.shtml

DIE GESCHICHTE DES LÖTENS

Als Johnson Matthey vor über 100 Jahren seine ersten Lote für die Schmuckindustrie herstellte, war die Technik des Lötens bereits eine uralte Erfolgsgeschichte. Archäologische Funde belegen, dass im alten Ägypten um 5000 v. Chr., also noch lange vor der Zeit der Pharaonen, die ersten Lötungen gelangen. Auch im damaligen Troja war die Technik bereits bekannt.

Der grosse Aufschwung des Lötens kam jedoch mit der Entdeckung des Zinns als Lotmetall vor etwa 4000 Jahren. Von da an ging es mit der Löttechnik nur noch bergauf. Zuerst verbreitete sie sich rund um das Mittelmeer. Die Kreter zeigten es den Etruskern, von denen lernten es die Römer, Tunesier, Spanier, und viele andere folgten. Von Kultur zu Kultur, Generation zu Generation wurde die Löttechnik perfektioniert und verfeinert.

Nach Kupfer ist Gold das zweite Metall, das der Mensch zu Gegenständen verarbeitete. Die grösseren Körner wurden gesammelt und als «dehnbare Steine» kalt zu Perlen und anderem Schmuck geformt. Auf die Goldbeschaffung legte man im Altertum besonderes Augenmerk. Ägypten war berühmt dafür, riesige Mengen an Gold zu besitzen. So wog allein der innere Goldsarg Tutanchamuns, der zu den weniger bedeutenden Königen zählte, 110.4 kg. Zu seinen Grabbeigaben gehören auch die 11 kg schwere Goldmaske und kunstvolle Armreifen. Man kann sich die Herstellung dieser Armreifen so vorstellen, dass ein Goldblechstreifen zu einem Kreis gebogen und die Enden miteinander verlötet wurden. Auch die Totenmaske weist verschiedene Lötstellen auf, wobei einige Löt Nähte am Halsansatz nicht besonders gut gelungen sind. Es sind deutliche Fehlstellen an beiden Halsansätzen zu erkennen. Das schmälert jedoch nicht die grossartigen Leistungen der damaligen Goldschmiede. Rückblickend imponierten aber die alten Römer am meisten. Sie lötetten bereits 400 km lange Wasserleitungen aus Bleirohren zusammen mit Nähten, die 18 Atm aushielten, zauberten aus Bronzeblechen Öfen und Badewannen, von der Kunst der Waffen- und Goldschmiede ganz zu schweigen.

Natürlich muss man die Löttechnik im Zusammenhang mit der Metallurgie sehen, die bereits erhebliche Kenntnisse voraussetzte. Besonders wichtig ist dabei die Möglichkeit, Temperaturen zu erzeugen, die über 1000 °C liegen. Durch der Herstellung von Töpferware kannte man die Beherrschung höherer Temperaturen im Holzkohlefeuer (mindestens 600 °C) seit Anfang des Neolithikums vor etwa 11 000 Jahren.

Die Schmelztemperatur des Kupfers mit knapp 1100 °C konnte etwa 8000 v. Chr. nachgewiesen werden. Besonders in den Bauern- und Hirtensiedlungen in den Niederungen der Bergländer Ostanatoliens und Ostarmaniens entdeckte man derartige Erzeugnisse. Von diesen Zentren aus fand eine Verbreitung weiter bis nach Afghanistan und in die südlich angrenzenden Flusstäler des sogenannten Fruchtbaren Halbmondes statt.

Lange Zeit war nicht klar, wie die alten Goldschmiede die hervorragenden Arbeiten, die überall in den weltberühmten Museen zu bewundern sind, gelötet haben könnten. Abenteuerliche Vermutungen und Interpretationen in grosser Zahl wurden hierzu verfasst, bis 1890 der Frankfurter Pfarrer Johannes Schulz und 1934 der Engländer Henry Ambrose Pudsay Littledale das Reaktionslöten (oder auch Diffusionslöten) wieder entdeckten. Dieses beruht auf dem Wirkprinzip, dass bestimmte Kupfersalze in der CO-Atmosphäre des Holzkohlefeuers reduziert werden und deren Kupferkomponenten bei der chemischen Reaktion im Kontakt mit Gold oder Silber zu einer lötfähigen Legierung, also zu einem Eutektikum mit niedrigerem Schmelzpunkt als Gold oder Silber führt. Ein Eutektikum ist eine Legierung oder eine Lösung, deren Bestandteile so gemischt sind, dass diese Legierung ab einer bestimmten Temperatur direkt vom festen in den flüssigen Zustand übergeht, also keinen Schmelzbereich besitzt.

Der Einstieg von Johnson Matthey in die Weiterentwicklung der Löttechnik und vor allem der Lotlegierungen erfolgte 1903 mit ersten Versuchen in der Herstellung eines Silber-Kupfer-Zink-Lotes, worauf man 1910 mit dem Verkauf von Gold- und Silberloten für Goldschmiede begann. 1932 wurden die Legierungen «Silfos™» (diese Markenbezeichnung variiert in den diversen Verkaufsmärkten) und «Easy-flo™» lanciert. Die Nachfrage nahm rasch zu, als sich in den 30er-Jahren das industrielle Silberhartlöten etablierte, und wuchs während der Kriegsjahre nochmals rasant an. Mit «Easy-flo™» lancierte man das erste Flussmittel. Die Erfolge ermöglichten Johnson Matthey die Entwicklung weiterer Legierungen, darunter das cadmiumfreie «Silver-flo™ 55». Die Suche nach Alternativen zum Cadmium begründete sich damals noch nicht auf dessen Giftigkeit, sondern auf der Knappheit dieses Rohstoffes während der Kriegsjahre. In den 60er-Jahren folgten für das Ofenlöten die Legierungen «B-Bronze™» sowie die palladium- und goldhaltigen «Pallabrazo™» und «Orobrazo™» für das Löten von Vakuumröhren und Flugzeugtriebwerken. 1992 wurde mit einer eigenen Palette an Lotpasten das Sortiment komplettiert.

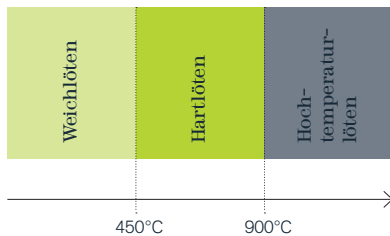
Mit dieser Vielzahl an Legierungen ist die Technik des Lötens auch 7000 Jahre nach den ersten Versuchen immer noch in vielen Bereichen die beste und günstigste Variante für eine dauerhafte und zuverlässige Verbindung zweier Werkstücke.

LÖTEN – WIE FUNKTIONIERT DAS EIGENTLICH?

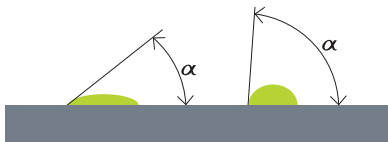
Löten ist ein thermisches Fügeverfahren, bei dem eine stoffschlüssige Verbindung zwischen zwei Grundwerkstoffen und einem metallischen Zusatzwerkstoff (Lot) hergestellt wird. Beim Fügen mit Lot geht dieses in den flüssigen Zustand über, während die Grundwerkstoffe nicht angeschmolzen werden. In der Grenzschicht finden Diffusionsvorgänge statt, die die Stoffe miteinander verbinden.

Voraussetzung für das Löten sind metallisch reine Oberflächen der Fügeteile.

Ein mechanisches Reinigen ist notwendig, aber nicht ausreichend. Darum werden Flussmittel eingesetzt, welche die restlichen oder sich neu bildenden Oxydschichten beseitigen.



Einteilung nach der Schmelztemperatur des Lotes.



Als Mass für die Benetzung wird der Kantenwinkel des Tropfens herangezogen.



Einteilung der Lötverfahren

Bei dieser Einteilung wird die Arbeitstemperatur zugrunde gelegt.

Das ist die niedrigste Oberflächentemperatur, bei der das Lot fließt und sich an der Oberfläche des Werkstückes bindet. Beim Löten ist die Materialpaarung von Bedeutung. Sie ist unter anderem von folgenden Faktoren abhängig:

- Benetzung des Lotes auf dem Bauteil
- Kapillarwirkung des Lotes in einem Spalt
- Entstehung von Bindungen zwischen den Stoffen

Benetzung

Wird ein Tropfen Lot, im flüssigen Zustand, auf einen ausreichend temperierten Grundwerkstoff gegeben, verhält sich dieses wie eine Flüssigkeit. Voraussetzung hierfür ist eine saubere metallische Oberfläche frei von Fett, Staub und dergleichen.

0° – 20° Die Lötstelle ist qualitativ in Ordnung

20° – 80° Die Lötstelle ist nicht optimal, kann aber noch ausreichend sein

>80° Die Lötstelle ist nicht brauchbar

Benetzung eines Stoffes:

I = sehr gut, II = gut, III = schlecht, IV = keine

Kapillarwirkung

In einem engen Röhrchen, einer sogenannten Kapillare, kann die Kapillarwirkung so gross sein, dass eine Flüssigkeit entgegen der Schwerkraft nach oben steigt. Je enger der Spalt, desto höher steigt die Flüssigkeit. Das flüssige Lot verhält sich ebenso. Dabei sollte die Spaltbreite beim Löten zwischen 0,08 und 0,2 mm liegen, um eine optimale Kapillarwirkung (Spaltfüllung) zu erreichen. Ist der Spalt zu klein, kann das beim Löten verwendete Flussmittel nicht mehr an dem Lot vorbei nach aussen dringen und es entstehen Flussmitteleinschlüsse.

Infolge der Kapillarwirkung ist es möglich, Lötverbindungen herzustellen, bei denen das flüssige Lot von unten nach oben fließt.



Entstehung von Bindungen:

Die Bindungen entstehen in einer sehr kleinen Zone im Kontaktbereich der beiden Verbindungspartner. Sie beruhen auf folgenden Prozessen:

- Diffusion von Atomen des Lotes in den Grundwerkstoff unter Bildung einer festen Lösung
- Diffusion von Atomen des Grundwerkstoffes in das Lot unter Bildung einer festen Lösung
- Gegenseitige Diffusion von Atomen in den Verbindungspartner unter Bildung intermetallischer Verbindungen

Die Tiefe der Diffusionszonen ist von der Löttemperatur abhängig:

Hochtemperaturlöten: ~ 100 µm

Hartlöten: ~ 10 µm

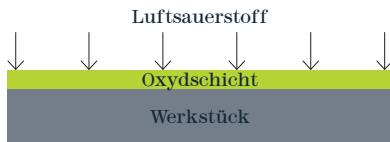
Weichlöten: ~ 0,5 µm

Wirkungsweise der Flussmittel:

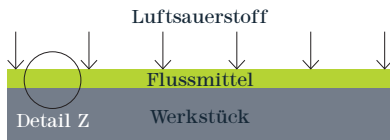
- Flussmittel haben eine Wirktemperatur
- Sie müssen zur Lotlegierung passen

Vorteile des Lötens gegenüber dem Schweißen:

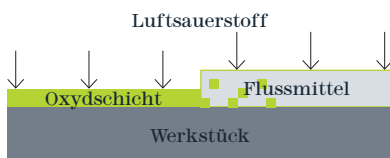
- Geringe Wärmeeinbringung – geringer Verzug
- Es können unterschiedliche Werkstoffe miteinander verbunden werden
- Die Lötstellen müssen nicht frei zugänglich sein
- Filigrane Fügeteile ohne Beschädigung lötbar
- Keine Veränderungen der Grundwerkstoffe durch die hohe Arbeitstemperatur
- Es können mehrere Lötverbindungen gleichzeitig an einem Werkstück hergestellt werden



1. Durch Einwirken des Luftsauerstoffes bildet sich an der Oberfläche des Werkstückes eine Oxidschicht.



2. Das aufgetragene Flussmittel löst die Oxidschicht bei Erwärmung auf (Dauer 5 bis 10 Sekunden). Wichtig: Nach etwa 4 Minuten verliert das Flussmittel seine Wirksamkeit!



Detail «Z» vergrößert dargestellt.

ANWENDUNGSGEBIETE DES LÖTENS

Gelötet wird in vielen Branchen, vom Fahrradbau über die Kälteindustrie bis hin zur Aviatik. In den folgenden Zeilen möchten wir Ihnen einige Anwendungsbereiche etwas näherbringen.

Löten in der Elektronik und Elektrotechnik

Das Löten ist in der Elektronik und Elektrotechnik das wichtigste Fügeverfahren. In diesem Bereich wird fast ausschliesslich mit Weichloten gelötet. Vor allem das Schwallbad-Löten und das Löten mit Heissluft ist weit verbreitet. Trotz vieler anderer Verbindungstechniken wie z.B. dem Klemmen, Pressen usw. bietet das Löten die beste elektrische Leitfähigkeit. Die zu verbindenden Flächen gehen dabei von wenigen zehntel Millimetern (Halbleiter) bis zu einigen Zentimetern.

Löten in der Kälte-Klima-Technik

Das Hartlöten in der Kälte-Klima-Technik hat eine ganz entscheidende Bedeutung. Von der Qualität einer jeden einzelnen Lötstelle hängt das Funktionieren des ganzen Systems ab. Ein einziges kleines Leck führt zum Totalausfall. In der Kältetechnik gelten daher ganz besondere Anforderungen an die Lötverbindung. Diese müssen absolut gasdicht sein, hohe mechanische Festigkeiten bei guter Duktilität erreichen, gute Kalkriecheigenschaften und beste Korrosionsbeständigkeit aufweisen.

Meist werden hier Kupfer- oder Edelstahlrohre verlötet. Für die Verbindung und Richtungsänderung von gas- oder flüssigkeitsführenden Leitungen steht dem Installateur eine Vielzahl von Formstücken zur Verfügung. Es wird je nach Einsatzzweck hart- oder weichgelötet. Beliebte ist die Verwendung von flussmittelumhüllten Lotstäben. Bei Kupfer-Kupfer-Verbindungen kann, mit phosphorhaltigen Loten, ohne Flussmittel gelötet werden.

Löten in der Solartechnik

Ziel der Hersteller thermischer Solaranlagen ist es, bei verträglichen Kosten den Wirkungsgrad und die Lebensdauer der Anlage und der verwendeten Komponenten zu maximieren.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die im täglichen Betrieb auftretenden und vielseitigen Belastungen zu richten. Hierzu gehören unter anderem chemische und physikalische Witterungseinflüsse, zyklische mechanische Belastungen (Druck bis einige Bar und Temperaturen bis 200 °C) sowie mechanische Dauerlasten. Dies erfordert den Einsatz geeigneter Werkstoffe und das Auslegen der Anlagen mit genügend hoher Sicherheit.

Ohne eingehende Kenntnisse der thermischen Fügeverfahren sind Ausfälle vorprogrammiert, denn die Praxis zeigt, dass Hart- und Weichlötstellen kritische Punkte sein können, wenn sie nicht fachgerecht ausgeführt werden.

Bei Solarkollektoren empfiehlt sich das Hartlöten generell für die Rohrverbindungen aller mit Flüssigkeiten oder Gasen gefüllten Kollektorenleitungen. Dabei lässt sich im Falle von Kupfer-Kupfer-Verbindungen mit universellen Silberhartlotlegierungen oder auch mit phosphorhaltigen Hartloten arbeiten. Diese Hartlötungen sind sowohl für drucklose als auch für druckbelastete Systeme empfohlen, die mit Betriebstemperaturen von über 50 °C arbeiten.

Aufgrund der vielseitigen und hohen Beanspruchungen der thermischen Sonnenkollektoren empfiehlt es sich, Leitungsverbindungen ausnahmslos mit Hartlot zu löten. In Extremfällen können weichgelötete Verbindungen versagen, wohingegen hartgelötete Verbindungen wesentlich höheren Belastungen standhalten.

Diamantwerkzeuge

Für die Bearbeitung verschiedener Werkstoffe erlangen Diamanten als Schneidmaterialien zunehmend an Bedeutung. In den letzten Jahren konnte die Qualität von synthetischen Diamanten, sowohl monokristalline als auch polykristalline oder CVD-Diamantschichten, deutlich verbessert werden. Die Integration dieser Schneidstoffe erfordert Verbindungen, welche die hohen Spannungen in den Fügstellen aufnehmen können, die durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten entstehen.

Aufgrund ihrer kovalenten Bindungen können Diamanten nicht ohne Weiteres mit herkömmlichen Lotwerkstoffen benetzt und verbunden werden. Die Löttemperaturen beeinflussen nicht nur die mögliche Schädigung der Diamanten, sondern zudem die Zersetzung des Diamanten an der Grenzfläche zum Lotwerkstoff. Speziell zum Einsatz kommen hier Hartmetallote, wie z.B. das Argo Braze 49H (EN1044:AG502) von Johnson Matthey.

Quelle: Löten von Diamant – Grenzflächenreaktionen und Benetzung von Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing Wolfgang Tillmann

ZUKUNFT DES LÖTENS, TENDENZEN IN DER ENTWICKLUNG DER LÖTTECHNIK

Einleitung

Die Technik des Lötens gehört zu den ältesten Fügeverfahren, die heute noch industriell eingesetzt werden. Oft hat man daher das Gefühl, dass auf diesem Gebiet nur noch wenige Innovationen vorangetrieben werden. Dies sicherlich auch aus dem Grund, weil die Löttechnik im Schatten der weitverbreiteten Schweißtechnik steht und die breiten Anwendungsgebiete des Lötens oft nicht oder nur wenig bekannt sind.

Das Internationale Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusions-schweißen in Aachen ist die grösste Veranstaltung in Europa, die sich dem Thema Löten widmet. Die grosse Besucherzahl von 235 Konferenzteilnehmern aus 17 Nationen (im Jahr 2010 die grösste seit dem Bestehen des Kolloquiums) und die Vielfalt der Beiträge zeigten auf, dass das Thema Löten auf grosses Interesse stösst und Innovation sehr wohl stattfindet.

Die Zusammenfassung einiger Themen und Beiträge verdeutlicht, in welche Richtung sich die Löttechnik in Zukunft entwickeln wird.



Löten von schwer lötbaren Werkstoffen

Aluminium hat einen sehr hohen Stellenwert wenn es darum geht, möglichst leichte Konstruktionen herzustellen. Diverse Beiträge aus der Forschung widmen sich daher dem Löten von Aluminiumwerkstoffen. Zum einen werden Lote und Techniken entwickelt, die das flussmittelfreie Löten mittels Ultraschallunterstützung zum Ziel haben, zum anderen wird der grosse Vorteil des Lötens, nämlich die Verbindung von unterschiedlichen Werkstoffen, weiterentwickelt. Es werden Möglichkeiten erforscht, Aluminium mit Keramiken oder Stahl mit Kupfer zu verbinden. Dabei werden auch Schweiss-Löt-Hybrid-Verfahren eingesetzt.

Auch Titan wird in vielen industriellen Bereichen verarbeitet und muss prozesssicher verbunden werden. Dieser Werkstoff lässt sich durch seine äusserst effiziente Oxydschicht nur mit grossem Aufwand im Vakuum und mit Aktivloten verbinden. Zur Erweiterung der Fügемöglichkeiten sucht man nach niedrigschmelzenden Loten auf Aluminium-Basis. Mit einigen Legierungen, z.B. Al42Cu1.5Mg oder Al2.5Mg, sind schon gute Erfahrungen gemacht worden.

Löten von Verbundwerkstoffen

Die Anforderungen an Leichtbau und Ultra-Leichtbau werden anspruchsvoller und grösser, was zur Entwicklung und zum Einsatz immer komplexerer Verbundwerkstoffe führt. Es kommen dabei ganz unterschiedliche Werkstoffe und Werkstoffkombinationen zur Anwendung wie z.B. kohlenstoffverstärkte metallische Werkstoffe, Aluminiummatrix-Werkstoffe, Carbon-Carbon-Werkstoffe usw. Diese können häufig nur sehr schwer miteinander oder untereinander verbunden werden. Hierbei nutzt man ebenfalls die Eigenschaft des Lötens, unterschiedliche Werkstoffe zu benetzen und zu verbinden.

Gerade in diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie Verbundwerkstoffe zum Recycling wieder getrennt werden können. Durch Ablöten bietet die Löttechnik hierzu interessante Lösungsansätze, welche ebenfalls Thema in der Forschung sind.

Lotlegierungen

Diverse Forschungsprojekte befassen sich mit der Entwicklung von Aktiv-Loten für die Herstellung von Keramik-, Hartmetall- oder von CVD-Diamantwerkzeugen (CVD = chemical vapor deposition). Ziele der Entwicklungen sind die Verbesserung der Benetzung und der Formstabilität, aber auch die Senkung der Arbeitstemperaturen, um den Einfluss der unterschiedlichen Ausdehnungseigenschaften zu minimieren.

CrNi- und CrNiMo-Stähle werden nur selten gelötet, obwohl gerade bei diesen Stählen die geringere Wärmeeinbringung durch das Löten gegenüber dem Schweiessen grosse Vorteile bietet. Für die Verbindung dieser Stähle werden neue Eisenbasislote entwickelt, um möglichst hohe Festigkeiten zu erreichen und um die Korrosionsbeständigkeiten der Verbindungen zu erhöhen. Es gibt bereits funktionierende Legierungen, welche jedoch bisher nur in Nischenanwendungen eingesetzt werden.

Rechnergestützte Simulationen

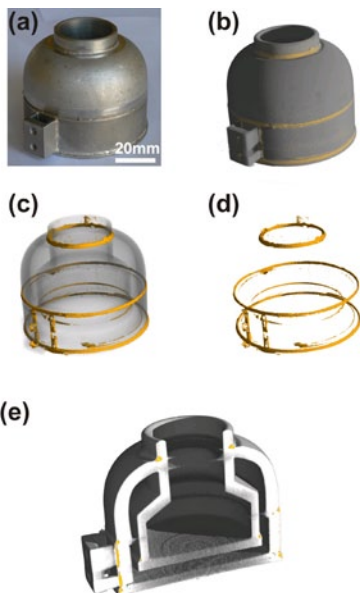
Um den Ingenieur und den Techniker in seiner Arbeit zu unterstützen, entwickeln einige Hochschulen Programme, die diverse Simulationen vornehmen können. So soll in naher Zukunft die rechnergestützte Auslegung von Lotverbindungen möglich

sein. Wie bei Schweissverbindungen können in Abhängigkeit von diversen Parametern, z.B. Fugenform, Belastung (statisch, dynamisch), Korrosionsbedingungen, Grundwerkstoffe usw., Lötverbindungen computergestützt berechnet werden.

Sehr interessant ist ein Programm, das die Abschätzung der Lötbarkeit und der Benetzungsfähigkeit in Abhängigkeit von Grundwerkstoffen, Loten und Flussmitteln zulässt. Dahinter verbergen sich umfangreiche Datenbanken die Informationen zu Werkstoffen, Fließverhalten, Wärmeführung, Flussmitteln enthalten. Der Aufbau dieser Datenbanken ist sehr zeit- und arbeitsintensiv und die Hochschulen sind auf die detaillierten Informationen der Hersteller angewiesen.

Zerstörungsfreie Prüfung

Dort wo Verbindungen hergestellt werden, müssen sie auch geprüft werden. Das Verfahren der Neutronendurchstrahlung bietet für die Prüfung von gelöteten Bauteilen interessante Vorteile. Das Paul Scherrer Institut in der Schweiz hat eine solche Anlage im Betrieb und bietet entsprechende Dienstleistungen an. Das Verfahren beruht auf dem gleichen Prinzip wie das Durchstrahlen mit Röntgenstrahlen. Durch die unterschiedlichen Absorptionseigenschaften der verschiedenen Legierungen kann in einem Computertomografen eine dreidimensionale Ansicht des eingebrachten Lotes erzeugt werden. Voluminöse Lötfehler wie Poren, Risse und Benetzungsfehler sind einfach zu erkennen und deren Position im Werkstück ist gut zu definieren. Durch die hohe Absorption von Bor können borhaltige Lote speziell gut detektiert werden. Der grosse Nachteil ist, dass die Neutronendurchstrahlungsanlage sehr gross ist und somit nur stationär zur Verfügung steht. Die einzige entsprechende Anlage steht in der Schweiz am Paul Scherrer Institut in Villigen (www.psi.ch).



Zusammenfassung

Die breite Palette an Beiträgen über Forschungsthemen am 9. Internationalen Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweissen in Aachen zeigt, dass weltweit das Interesse an diesen Verfahren sehr gross ist. Es wird sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung betrieben. Wir können in der Zukunft mit anwendungsoptimierten Lösungen rechnen, welche die Löttechnik als interessantes Fügeverfahren für die Industrie aufwertet.

Auswahl an Links zu spezifischen Produkten aus dem Sortiment:

[Prüfen von Löt Nähten](#)

[Cadmiumfreies Löten](#)

[Wallchart, Lote und Flussmittel](#)

[Kupferlegierungen](#)

[Sinterwerkstoffe](#)

[Elektrodenhalter](#)

[Gasbrenner und Brennerausrüstung](#)

[Chemikalien und Galvanik](#)

Copyright:

John Fineron
Johnson Matthey & Brandenberger AG
Glattalstrasse 18
Postfach 485
CH-8052 Zürich
Telefon +41 (0)44 307 19 19
Telefax +41 (0)44 307 19 20

info@matthey.com
www.johnson-matthey.ch