

Induktionslöten – eine bewährte Fügetechnologie mit innovativem Zukunftspotenzial

Das induktive Löten wird in der Metall verarbeitenden Industrie als innovatives Fügeverfahren bei hohen Stückzahlen seit mehr als 60 Jahren erfolgreich eingesetzt. Daneben haben sich auch Flamm- und Ofenlötanlagen für die Massenproduktion bewährt. Jedes Verfahren hat seine Vor- und Nachteile. Gerade aber in der heutigen Zeit gewinnt ein beeinflussender Faktor zunehmend an Gewicht: die Effektivität der thermischen Fügeverfahren, und zwar der spezifische Energieverbrauch. Gerade die steigenden Energiekosten und die CO₂-Problematik sind derzeit in aller Munde. Es ist deshalb nur folgerichtig, dass auch die Energieeffizienz der eingesetzten Verfahren zum Löten betrachtet werden muss. Denn gerade hier liegen offensichtlich noch große Energieeinsparpotenziale.

Es gilt deshalb, diejenigen thermischen Fügeverfahren in den Fokus zu bringen, die eine hohe Energieeffizienz mit hoher Qualität verbinden. Zu diesen Verfahren ist vorrangig das Löten mit induktiver Erwärmung zu zählen. Die Vorteile liegen auf der Hand:

- hohe Energieeffizienz,
- Beschränkung der Erwärmung auf die Lötzone und damit keine thermische Beeinflussung der benachbarten Werkstücke sowie
- hohe Stückzahlen bei gleichbleibend hoher Fertigungsqualität.

Einführung

Der industrielle Einsatz der Induktionserwärmung begann 1916 mit dem Bau eines Schmelzofens in den USA. Theoretische Grundlagen schufen der Russe Wolodgin u. a., wobei in der Folge die ersten Härteanlagen für Kurbelwellen und andere Bauteile in den USA gebaut worden sind. Nach dem 2. Weltkrieg setzte sich dann besonders in den USA und Europa der industrielle Einsatz durch. Dabei kamen neben dem Randschichthärten auch das Löten sowie Glühen, Schmiedeerwärmen, Vor- und Nachwärmen beim Schweißen, Fügen und Lösen von Schrumpfverbindungen u. a. zur Anwendung.

Durch die Möglichkeit der kontaktlosen Übertragung einer hohen Energiedich-

te auf bestimmte Bauteilabschnitte konnte dem stetig steigenden Bedarf an hoch beanspruchbaren Leichtbauteilen Rechnung getragen werden. Mit diesem Verfahren war es erstmalig möglich, Härte- bzw. Lötanlagen in eine Linienfertigung zu integrieren und gleichzeitig Vorteile gegenüber dem Flamm- und Ofenlöten in Bezug auf Umweltfreundlichkeit, Steuer-, Regel- und Automatisierbarkeit zu erringen. Neben diesen Vorteilen kommen weitere hinzu wie geringer Verzug, hoher Bauteildurchsatz, hoher Grad der Reproduzier- und Automatisierbarkeit.

Induktive Erwärmungsmethode

Eine mit einem Wechselstrom durchflossene Induktionsspule (Induktor) erzeugt ein magnetisches Feld wechselnder Richtung. In einem in dieses magnetische Wechselfeld eingebrachten Werkstück (zu betrachten wie eine kurzgeschlossene Spule, Kurzschlussring) wird nach dem Induktionsgesetz eine Spannung induziert, die stets so gerichtet ist, dass ein gegensinniger Stromfluss die Folge ist. Dieser Stromfluss baut nun seinerseits auch ein magnetisches Wechselfeld auf, das aber dem Primärfeld entgegengerichtet ist. Die beiden Felder überlagern sich und es kommt zu einem Abbau des magnetischen Felds in radialer Richtung nach innen, sodass in vielen Fällen die magnetische Feldstärke in der Zylinderachse auf Null abgesunken ist. Man spricht hier vom so genannten Skin-Effekt. Die Tiefe, bei der die Stromdichte auf 37% ihres Maximalwerts gesunken ist, bezeichnet man als Stromeindringtiefe oder Stromeindringmaß δ . Der im Werkstück fließende Kurzschlussstrom wird auch Wirbelstrom genannt, er bewirkt nach dem Joule'schen Gesetz die Erwärmung des Werkstücks, Bild 1 [1].

Energiequellen

Während in den früheren Jahren rotierende Umformer für Mittelfrequenz und Röhrengeneratoren für Hochfrequenz eingesetzt worden waren, sind es heute Transistorumrichter, die nur noch einen Bruchteil der früheren Baugröße bei wesentlich

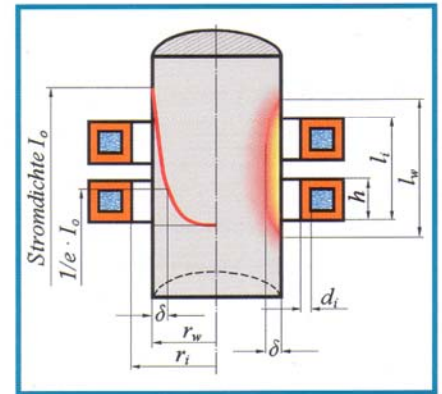


Bild 1. Stromdichteverteilung innerhalb eines Metallzylinders, der von einem zweiwindingen Induktor umschlossen ist.

besserem Wirkungsgrad ausmachen und daher sehr flexibel einsetzbar sind. Mit den heutigen Transistorgeneratoren werden Frequenzen sowohl im unteren (Mittelfrequenz MF mit etwa 10 bis 25 kHz) als auch im höheren (Hochfrequenz HF mit etwa 150 bis 450 kHz) Bereich abgedeckt. Die erforderliche Leistung für eine bestimmte Lötstelle kann sehr genau gesteuert werden, ob mit verschiedenen nacheinander ablaufenden Zeit/Leistungsstufen oder über Pyrometer, sodass mit minimaler Energie die Werkstücke schonend erwärmt und gelötet werden können.

Heutige Transistorumrichter werden meist in IGBT-Bauweise (für HF teilweise auch Mosfet-Bauweise) für beide Frequenzbereiche eingesetzt. Diese Umrichter erreichen bei Vollast einen Wirkungsgrad von etwa 95% im Gegensatz zu den Röhrengeneratoren von maximal 60% und Maschinenumformern von maximal 85%. Durch die Transistorisierung konnte die Bauweise der Generatoren erheblich verringert werden. Hinzu kam, dass es jetzt möglich wurde, statt des festen, am Generator fixierten Leistungsausgangs (Induktoranschluss) einen Leistungsausgang über Kabel mit Koaxialtransformator oder außen liegendem Schwingkreis (bei hohen Leistungen) anzuschließen. Damit war die Möglichkeit geschaffen worden, mit dem am Koaxialtransformator (Koaxtrafo) befestigten Induktor sehr flexibel umzugehen.



Bild 2. Bauweise von MF-Generatoren, von links MFG 15, MFG 70, MFG 30 DA und MFG 200; die Zahlen geben jeweils die Nennleistung an. Eldec Schwenk Induction GmbH [1].

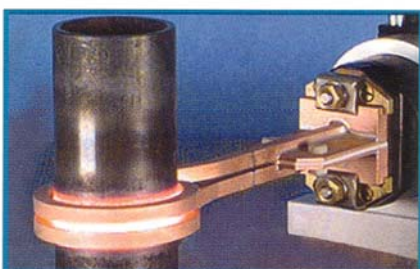


Bild 3. Koaxtrafo mit angeschlossenem zweiwindigen Induktor und glühendem Werkstück.

MF-Generatoren

Die prinzipielle Bauweise dieser Generatoren zeigt Bild 2 [2]. Bei allen Generatoren ist der Leistungsausgang über ein Kabel realisiert, das eine Länge von 2 bis 10 m haben kann. Auf diese Weise ist eine flexible Anpassung an die Maschinenteknik in idealer Weise gegeben. Der Induktor wird dann direkt am Koaxtrafo bzw. an der Schwingkreisbox über zwei Schraubverbindungen angeklemt, über die die Kühlwasserversorgung und der elektrische Kontakt hergestellt werden, Bild 3. Die Bezeichnung MFG bedeutet dabei Mittelfrequenz-

Generator, die dahinter stehende Zahl gibt die Nominalleistung (Ausgangsleistung) an und DA steht für Doppelausgang, für wechselweise Leistungsumschaltung auf den jeweiligen Ausgang. Je nach Bedarf können weitere Leistungsausgänge geschaltet werden.

HF-Generatoren

Die heutigen HF-Generatoren werden ebenfalls mit IGBT-Transistoren ausgerüstet, weil sie im Gegensatz zu den früher eingesetzten Mosfet-Transistoren zwar nicht so verlustarm sind, dafür aber Kurzschlüsse, Werkstückberührungen und Lastabwürfe problemlos überstehen. Bei entsprechendem Schaltungsaufwand können mit der jüngsten Generation von IGBTs Arbeitsfrequenzen von 500 kHz erreicht werden.

Ein besonderer Vorteil des Transistorumrichters besteht darin, dass damit die Frequenzlücke zwischen der klassischen Mittelfrequenz von 10 kHz und der Hochfrequenz von 350 kHz geschlossen werden konnte. Es ist daher heute möglich, für

jede Anwendung einen Umrichter mit der für die Aufgabenstellung optimalen Frequenz einzusetzen.

Wie bei den MF-Generatoren können auch bei den HF-Generatoren Leistungsausgänge über Kabel mit Koaxtrafo bzw. Schwingkreisbox realisiert werden. Die Kabel können bis zu 5 m lang sein. Der Anschluss des Induktors erfolgt auch hier wieder über zwei Schraubverbindungen direkt am Koaxtrafo bzw. an der Schwingkreisbox. Für das Hart-, aber auch für das Weich- oder Hochtemperaturlöten bei mehr filigranen Werkstücken ist ein Frequenzbereich von 150 bis 350 kHz angebracht. Die Bauweise von HF-Generatoren ist beispielhaft in Bild 4 zu sehen [2].

Werkzeuge der induktiven Erwärmung – Induktoren

Je nachdem, welche Zone erwärmt werden soll und wie die Zugänglichkeit zur Lötstelle beschaffen ist, sind verschiedene Induktorformen gebräuchlich. Der aus Kupferrohr gefertigte wassergekühlte Induktor, auch Heizleiter oder Spule genannt, ist für die Übertragung der elektrischen Energie mittels Induktion auf das Werkstück verantwortlich. An ihn werden je nach Anwendung unterschiedliche Anforderungen gestellt. Die günstigste Induktorform ist die Spulenform, die das Werkstück umschließen kann. Wenn diese Möglichkeit nicht gegeben ist, dann können auch gabelförmige Induktoren oder auch so genannte Klappinduktoren [3] verwendet werden. Da die Magnetfeldkräfte sowohl auf den Induktor als auch auf das Werkstück wirken, muss im Allgemeinen das Werkstück eingespannt und der Induktor stabil aufgebaut werden. Da die MF- oder HF-Ströme lediglich an der Oberfläche des Induktors als auch des Werkstücks fließen, bedeutet das für den Induktor, dass nicht der Querschnitt maßgebend ist, sondern die Oberfläche. Die Zuleitung muss also möglichst großflächig ausgebildet werden. Hinzu kommt ein weiteres Faktum. Um die ohmschen Verluste des Induktors gering zu halten, sollte die Zuleitung aus Kupferblech (etwa 1,5 bis 2 mm dick bei Leistungen bis ungefähr 50 kW bzw. 2 mm dick bei Leistungen bis 100 kW) hergestellt werden. Weitere Verluste können in längeren Zuleitungen entstehen,



Bild 4. Bauweise von HF-Generatoren, von links HFG 3, HFG 10 igt, HFG 25 igt und HFG 100 igt; die Zahlen geben jeweils die Nennleistung an. Eldec Schwenk Induction GmbH [1].

wenn der Abstand zwischen der Hin- und Rückleitung des Induktors zu groß gewählt wird. Es entstehen dann neben den ohmschen Verlusten unnötige induktive Verluste. Der Zwischenraum sollte also möglichst eng gehalten werden. Im Allgemeinen sieht man hier 1 bis 2 mm vor. Der Stromfluss im Induktor ist stets so gerichtet, dass er verstärkt in der Fläche fließt, die der gegenüberliegenden am nächsten ist.

Unter Berücksichtigung dieser Grundsätze sind die Induktorzuleitungen normiert worden. Mit dem normierten Induktorfuß wird durch Hartlöten der individuelle Induktorkopf verbunden. Der so entstandene Induktor wird dann mit der Induktionserwärmungsanlage, zum Beispiel über Koaxialtransformator und Kabel, mit dem MF- oder HF-Generator verbunden. Bewährt hat sich ein elektrischer Anschluss mit Kühlwasserzuführung über O-Ring-Abdichtung. Die Klemmung des Induktors erfolgt mit zwei VA-Klemmstücken, siehe Bild 3. Wasserdurchflusswächter für Induktor- und Transformatorkühlung bieten Sicherheit für zu geringen Kühlwasserfluss. Durch diese Konstruktion ist ein schneller und leichter Induktorwechsel bei verschiedenen zu lötenden Werkstücken möglich [4].

Lötbeispiele aus der Praxis

Es können grundsätzlich alle elektrisch leitenden Werkstoffe induktiv gelötet werden, die auch mit anderen Erwärmungsmethoden lötbar sind. Beispielsweise werden zum Hartlöten von Stahlwerkstoffen zunehmend Schutzgase als Oberflächenschutz verwendet, um eine sichere Benetzung durch das Lot und um saubere Lötteile ohne Waschprozesse zu erhalten. Dazu können Schutzgaskammern zum Einsatz gelangen, die möglichst klein gestaltet sein sollten. Beim Zuführen des Schutzgases muss darauf Wert gelegt werden, dass es möglichst wirbelfrei und laminar zum glühenden Werkstück strömen kann.

Zum Werkstückwechsel werden die SG-Kammern manuell oder automatisch geöffnet und haben meist ein Schauglas, um den Lötvorgang gegebenenfalls beobachten zu können. Es können aber auch einfache Lösungen realisiert werden, bei denen das Werkstück in ein einseitig offenes Glasrohr eingeführt wird, das zum Beispiel an seinem Ende mit einem Ringinduk-



Bild 5. Schutzgaslöten innerhalb eines Glasrohrs, das mit dem einwindigen Induktor verklebt ist.

tor verbunden ist, Bild 5. Bewährt haben sich auch Lösungen, bei denen das Schutzgas direkt aus dem Induktor auf die Lötzone strömt und diese während des Erwärms und Lötens vor Oxidation schützt [3]. Als Schutzgase kommen vorwiegend reduzierende Mischgase zum Einsatz wie Formiergas mit 5 bis 10% H₂, Rest N₂ oder Ar, weiterhin auch inerte Schutzgase wie N₂ und Ar.

Je nachdem, wie hoch die Forderungen nach einer „sauberen“ Oberfläche gestellt werden müssen, können die gelöteten Werkstücke unmittelbar oder nach einer kürzeren oder längeren Verweilzeit in der SG-Kammer dieser entnommen werden. Die Gefahr des Verzunders ist dabei nicht so groß, wie man vermuten könnte. Besonders bei kleinvolumigen Werkstückzonen sorgt eine rasche Abkühlung an Luft für eine Oxidationsschicht, die in vielen Fällen akzeptiert werden kann. So zeigt Bild 6 Ringstücke $\varnothing 12 \times 1$ mm, die mit 5 kW in 8 s mit Kupferlot gelötet worden sind. Die Verweilzeiten in einer SG-Kammer nach dem Hartlöten betragen links 1 Minute und rechts 0 Minuten.

Ein typisches Verzundern mit abblätterndem Abbrand entsteht nur beim Aufheizen an Luft. Bei relativ schnellem Abkühlen, wie es bei kleinvolumigen Bauteilen der Fall ist, entsteht durch die Oxidation lediglich eine Graufärbung, keine Verzunderung.

Gerade im Automotivbereich werden viele Bauteile induktiv hart gelötet. Das betrifft unter anderem diverse Rohrverbindungen [1]. So sind beim Anlöten verschiedener Endstücke an gebogenen Rohren in Schutzgasdurchlauföfen immer ein Weich-



Bild 6. Induktiv im SG gelötete Ringstücke $\varnothing 12 \times 1$ mm; links Abkühlung 1 Min. unter SG, rechts ohne Abkühlung im SG.

zug der Rohrleitungen verbunden. Ein nachträgliches Richten ist dabei unerlässlich. Anders beim Induktionslöten; hier bleiben die Bögen und die Härte der Rohre erhalten, da ja nur der Lötstellenbereich erwärmt wird. Dadurch wird erst ein automatisiertes Löten ohne Nacharbeit ermöglicht. Als Lote kommen hierbei fast ausschließlich Kupferlote zur Anwendung wie reines Kupfer, verschiedene Bronzelote mit 6 bis maximal 12% Sn, aber auch Kupfer-Mangan-Legierungen mit bis zu 12% Mn (meistens 2%).

Ein Beispiel für das Hartlöten von Ringstücken an gebogenen Rohren ist im Bild 7 zu sehen. Ein 15-kW-MF-Generator Typ MFG 15 DA mit zwei wechselseitig arbeitenden Leistungsausgängen speist zwei Arbeitsplätze, die jeweils mit einer Schutzgaskammer ausgerüstet sind. Die mit Kupferlotringen bestückten Werkstücke werden in eine Werkstückaufnahme gelegt und seitlich in die geöffnete Schutzgaskammer eingeführt. Danach wird die SG-Kammer geschlossen und der Lötvorgang gestartet. Zunächst wird mit einer hohen Leistungsstufe vorgeheizt und nach Erreichen der Arbeitstemperatur auf eine niedrige Leistungsstufe zurückgeschaltet. Der Generator bietet dabei die Möglichkeit, bis zu acht verschiedene Zeit-Leistungs-Stufen zu programmieren, wobei aber im Allgemeinen zwei Leistungsstufen ausreichen. Während des Lötens auf der einen Seite wird auf der anderen Seite ein gelötetes Werkstück ge-

Bild 7. Lötanlage mit zwei im Wechseltakt arbeitenden Schutzgaslötvorrichtungen, gespeist von einem MFG 15 DA.



gen ein ungelötetes ausgewechselt. Im Bild rechts unten ist der eingebaute Generator zu sehen, links neben der Anlage steht das Kühlgerät und oben auf dem Arbeitstisch sind die beiden Schutzgaskammern mit den Werkstückaufnahmen angeordnet. Ganz oben ist eine Absaugung angebracht. Um eine einfache Handhabung ohne Induktortausch zu ermöglichen, wurden Ringinduktoren verwendet, deren Durchmesser so groß gewählt wurde, dass alle verschiedenen anzulötenden Endstücke leicht hindurch bewegt werden können, siehe Bild 8.

Auch kompliziertere Rohrverbindungen können gut induktiv unter Schutzgas gelötet werden. So zeigt das nächste Beispiel eine Rohrverbindung, bei der ein normaler umschließender Induktor nicht verwendet werden kann. Das gebogene Rohr ist mit verschiedenen Abgängen versehen. In der Mitte soll eine Steckverbindung gelö-



Bild 8. Weit geöffnete Schutzkammer mit Ringinduktor und eingeschobenem Rohrwerkstück.

tet werden. Dazu wird ein Kupfer-Lotring eingelegt, die einzelnen Lötteile in die Werkstückaufnahmen gespannt und die Klarsicht-Schutzabdeckung geschlossen. Nach dem Startimpuls werden beide Rohrteile automatisch zusammengesteckt, ein spezieller Klappinduktor fährt nach vorn, schließt sich über einen Kontakt und der Generator wird gestartet. Gleichzeitig wird Schutzgas zugeschaltet, das aus dem Induktor direkt auf die Lötzone strömt, Bild 9.

Beim Hartlöten von Kupferwerkstoffen haben sich, besonders bei reinem Kupfer, selbstfließende Lote durchgesetzt, bei de-

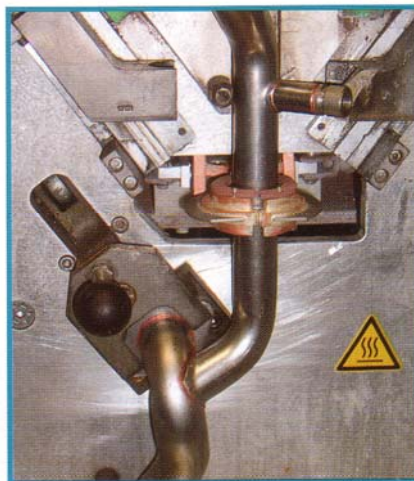


Bild 9. Lötvorrichtung mit eingespanntem Lötwerkstück und geschlossenem Schutzgasklappinduktor. Oberhalb und unterhalb der Induktorklappung ist eine Schutzgasbrause angebracht, vorn in der Mitte der Kontakt.

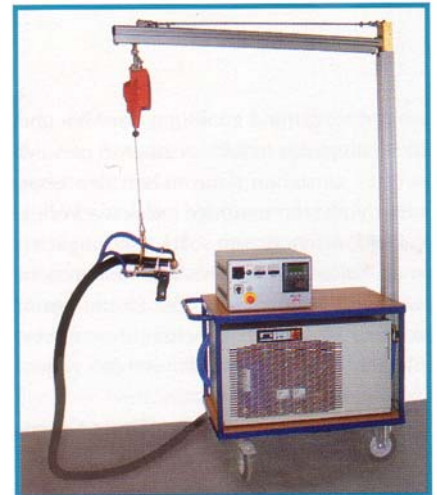


Bild 10. Mobile Lötanlage, bestehend aus MF-Generator Typ MFG 15 mit Lötpestole, Balancer-aufhängung und Kühlgerät.

nen die Zugabe von Flussmittel nicht erforderlich ist, also Lote auf Basis Cu/P und Cu/P/Ag. Diese Verbindungen sind besonders im Elektromaschinenbau gebräuchlich. Ein Beispiel für das Überlapplöten von Kupferflachdrähten mit einer mobilen Anlage zeigt Bild 10. Die Lötanlage besteht aus einem oben auf einem Industrierwagen angebrachten MF-Generator von 5 bis 15 kW, je nach erforderlicher Leistung, dem zugehörigen Kühlgerät, im unteren Teil des Wagens untergebracht, und der Lötpestole (Lötzange), die an einem Balancer hängt. Die zu lötenden Flachdrähte werden über eine Lotfolie mittels des pneumatisch betätigten Gegenhalters gegen den isolierten Induktor gespannt. Danach läuft der Lötvorgang innerhalb von 3 bis 4 s automatisch ab. Bild 11 zeigt diesen Vorgang [5].

Anders beim Löten von Aluminiumwerkstoffen, ist hier die Zugabe von Flussmittel erforderlich. Nach dem Löten muss es sorgfältig entfernt werden, um Korrosion zu vermeiden, zumindest bei korrosiven Flussmitteln. Als Beispiel für den Einsatz eines Gabelinduktors zeigt Bild 12 eine Anwendung zum Stumpflöten von Aluminiumprofilen. Hier wird das Lötwerkstück von oben in die Spannvorrichtung mit dem oben offenen Gabelinduktor eingelegt, mit Flussmittel bestrichen und der Startimpuls ausgelöst. Während des Aufheizens mit dem HF-Generator Typ HFG 5 gibt wird von oben über ein Lotdrahtvorschubgerät das Hartlot der Qualität AlSi12 zugeführt. Über ein Pyrometer wird die Leistung des Generators bei Erreichen der Arbeitstemperatur so weit zurückgeregt, dass keine

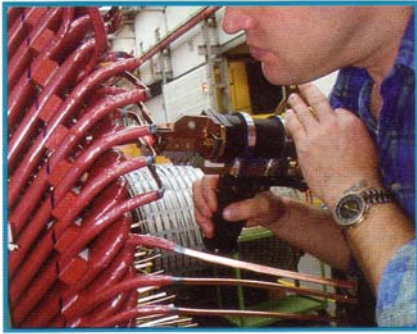


Bild 11. Lötpistole im Einsatz beim Überlapplöten an einem Motor.

Überhitzung entstehen kann. Links oben im Bild zeigt ein Ausschnitt den Lötbereich mit Induktor, Lotdrahtvorschubgerät und Pyrometer. Rechts oben ist das stumpf gelötete Aluminiumprofil zu erkennen.

Schlussbemerkungen

Neben den beschriebenen Anwendungen des induktiven Lötens von Stahlwerkstoffen, wobei besonders das Hartlöten angesprochen wurde, kommen selbstverständlich weitere Anwendungen hinzu. Gerade im letzten Jahrzehnt wurde eine Reihe von technisch ausgereiften Induktionslötanlagen besonders für das Fügen von Rohrverbindungen entwickelt, wobei mit Schutzgasanwendung attraktive Lösungen angeboten werden konnten. Insbesondere auch mit dem Einsatz von Mittelfrequenz- oder Hochfrequenzgeneratoren mit mehreren Leistungsausgängen, die dann jeweils im Wechseltakt geschaltet werden. Hierdurch ist ein effektiver Einsatz der indukti-



Bild 12. Hartlöten von Aluminiumprofilen mit Gabelinduktor und Lotdrahtvorschub; **links oben** Detail mit Induktor und Lotdrahtvorschubgerät, **rechts oben** das gelötete Alu-Profil.

ven Erwärmung gewährleistet. Ein besonders wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit der gezielten Beschränkung der Erwärmung auf die Lötzone verbunden mit einer hohen Qualität der Lötverbindung. Dieser Punkt wird zukünftig eine immer stärkere Rolle spielen, denn der Senkung des spezifischen Energieverbrauchs bei thermotechnologischen Fertigungsprozessen in Zusammenhang mit der weltweit diskutierten Frage der Senkung der CO₂-Emission wird zukünftig eine wesentlich stärkere Beachtung geschenkt werden müssen.

H.-J. Peter, Berlin

Literatur

- [1] Peter, H.-J.: Induktives Erwärmen beim Austenitisieren, Anlassen und Löten. Münchner Werkstofftechnik-Seminare, Härterei 2007, S. 125/43.
- [2] www.eldec.de, „Katalog.pdf“.
- [3] Peter, H.-J.: Wirtschaftliches HF-Induktionslöten von Hydraulikrohren mit Schutzgasklappinduktoren. Schweißtechnik, Berlin 33 (1983), H. 4, S. 166/68.
- [4] Peter, H.-J.: Bewertung (Darstellung) des Werkzeugs Induktionsspule. DVS-Bericht 212, S. 11/17. DVS-Verlag, Düsseldorf 2001.
- [5] Peter, H.-J.: Einsatz der Induktionserwärmung im Elektromaschinenbau. EuroWire Nr. 29, 2003, S. D7/D9.

Aus dem Informationsdienst „Literaturschau Schweißen und verwandte Verfahren“

Halbfliegende Optik mit ganzer Automatisierung

Im Rahmen eines Open-House hat der Werkzeugmaschinenbauer Yamazaki Mazak Optonics Europe die Erweiterung seiner Europazentrale vorgestellt. Seit 1979 ist die Firma mit Zerspanungsmaschinen und Laseranlagen in Europa vertreten. Von den bisher weltweit installierten rund 4000 Lasern sind etwa 1700 in europäischen Betrieben aufgestellt. Neben den bekannten innovativen Maschinen in stand-alone- bis zu FMS-Ausführungen wurden die neuentwickelten Laserstrahlschneidmaschinen gezeigt. Es handelt sich um die Baureihe Super Turbo X Champion mit einer Laserstrahlleistung von 1300 Watt. Mit diesen Maschinen können Edelstahlbleche bis zu 12 mm Dicke geschnitten werden, ohne dass beim Wechsel von Werkstoff oder Werkstückdicke manuelle Einstellungen an der Düse oder der Linse vorgenommen werden müssen.

[Nach Albrecht, V.: Halbfliegende Optik mit ganzer Automatisierung. Bleche,

Rohre, Profile 54 (2007) H. 3, S. 16/19.]

J. Anders, Düsseldorf

Schoko-Laser

Das Unternehmen Hacos-Van Meulenbeke, Oostmalle/Belgien, zählt zu den renommierten Herstellern von Maschinen und Anlagen für die Schokoladenproduktion. Seit das Unternehmen die Blechteile für seine Maschinen und Anlagen nicht mehr zukaufte, sondern auf einer Orion-Laserstrahlschneidanlage in Eigenfertigung herstellt, stiegen Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit. Das bezieht sich auch auf Änderungen von Bauteilen. Die Orion kann Blechgrößen bis zu 3000 mm × 1500 mm bearbeiten und Baustahl bis 15 mm Dicke schneiden. Eilgeschwindigkeiten und Beschleunigung bieten eine zuverlässige Maschinenleistung bei einer maximalen Positioniergeschwindigkeit von 100 m/min. Sie verfügt über einen Schneidkopf mit Kassettensystem für 5"- und 7,5"-Linsen, die schnell und ohne Justage gewechselt werden können. Die Hybridmaschine verfügt zudem über einen Z-Verfahrweg von 290 mm und erlaubt dem Anwender, Ausschnitte an Formteilen, Rohren und Profilen vorzunehmen. In der Regel wird die Orion mit einem 2-kW-Fanuc-Laser angeboten, der direkt über dem Arbeitsraum sitzt und seine Laserleistung über nur drei Spiegel zu Bearbeitungsstelle abgibt. Bei Hacos kommt der Fanuc-2,5 kW-Laser zum Einsatz, der Edel-

Der Informationsdienst „Literaturschau Schweißen und verwandte Verfahren“ wird mit jährlich mindestens 1000 Referaten vom Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag, Postfach 101965, 40010 Düsseldorf, herausgegeben. Auskunft zur Bestellung der Originalliteratur über DVS-Verlag GmbH, Telefon (0211) 1591-159, Telefax (0211) 1591-150.