

Ernst Wolf

Weichlöten mit Induktionserwärmung

Speziallötverfahren gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Ein immer noch wenig bekanntes Speziallötverfahren ist das Induktionslöten. Dabei hat dieses Verfahren gegenüber anderen erhebliche Vorteile.

Kleinste Leiterplatten und Hybride sind heute in Sensoren und anderen intelligenten Baugruppen zu finden. Hier sind immer mehr Lötverbindungen zwischen Steckern, Sensoren, Sonderbauelementen und vielen anderen mehr durchzuführen. Neue Anforderungen stellen sich auch durch die Verwendung bleifreier Lote.

Andererseits führen der hohe Wettbewerbsdruck und gestiegene Qualitätsanforderungen dazu, dass typische Restlötaufgaben, die schon immer von Hand mit LötKolben gelötet wurden, automatisiert werden müssen. Speziallötverfahren gewinnen deshalb mehr und mehr an Bedeutung.

Erwärmung durch Induktion

Das Wirkungsprinzip der HF-Induktionserwärmung besteht darin, dass eine ein- oder mehrwändige Arbeitsspule (Induktor) von einem Wechselstrom hoher Frequenz durchflossen wird. Dieser Induktor baut in seiner Umgebung ein elektromagnetisches Wechselfeld auf. Wird in dieses elektromagnetische Wechselfeld ein

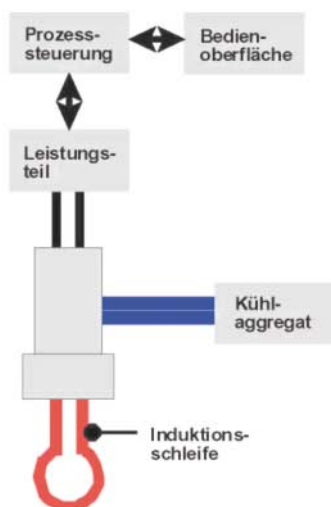


Bild 1: Komponenten eines Induktionslöt-systems

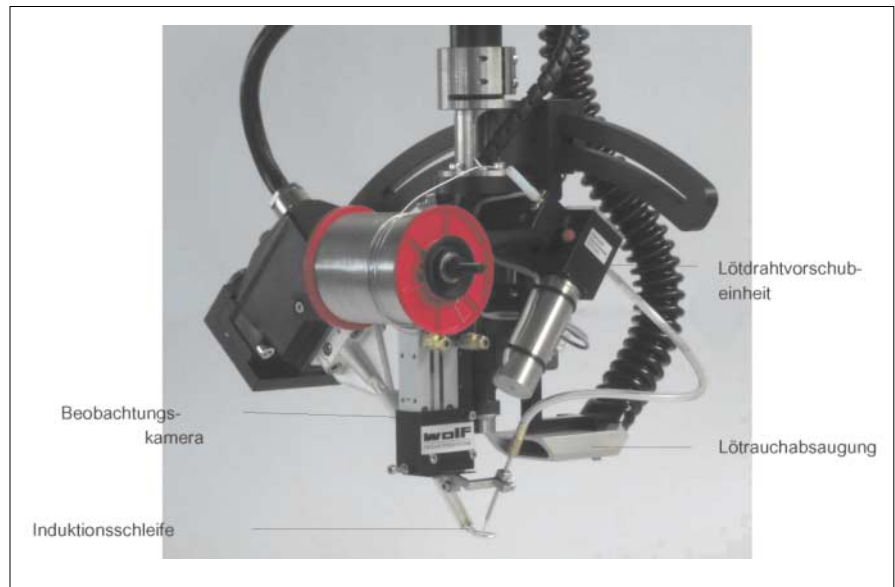


Bild 2: Robotergerechtes Induktionslötwerkzeug

elektrisch leitendes Werkstück gebracht, dann wird in diesem eine Spannung induziert, welche einen Wechselstrom erzeugt.

Nach dem Jouleschen Gesetz ($Q = J^2 \times R \times t$) wird dann, als Resultat, in den stromdurchflossenen Oberflächenbereichen dieses Werkstücks Wärme erzeugt.

Die Spule, Induktor genannt, hat einen hohen Kühlbedarf, der eine Wasserkühlung erforderlich macht. Durch die galvanische Trennung ist ein Höchstmaß an Sicherheit für Bedienpersonen gewährleistet. Der Induktor kann leicht an unterschiedliche Lötstellen angepasst werden. Praktisch gesehen arbeitet eine Induktionsanlage also nach dem Prinzip des Transformators, wobei der Induktor die Primärwicklung und das Werkstück eine einwändige Sekundärwicklung darstellt.

Systembeschreibung und Anwendung

Zum Induktionslöten werden folgende Komponenten (Bild 1) benötigt:

- ▶ Induktor,
- ▶ Halbleiter-Hochfrequenz-Leistungsteil,
- ▶ Kühlaggregat,
- ▶ Prozesssteuerung mit Bedieneroberfläche,
- ▶ Lotdrahtzuführung (falls erforderlich),
- ▶ geeignete Werkstückaufnahme sowie
- ▶ gegebenenfalls ein Infrarottemperatursensor.

Bild 2 zeigt ein flexibles Lötwerkzeug, das von Wolf Produktionssysteme entwickelt wurde. Es ist kompakt und damit „robotergerecht“. Durch zahlreiche Verstellmöglichkeiten kann es für unterschiedliche Lötaufgaben eingesetzt werden. Durch eine integrierte Beobachtungskamera kann der Lötprozess bequem überwacht und optimiert werden. Die Löttrauchabsaugung verhindert eine rasche Verschmutzung.

Durch die sehr gute Durchwärmung der Lötstelle – quasi von innen heraus – ist das Induktionslöten ein ideales Lötverfahren. Es ist berührungslos. Anders als beim Laserlöten ist das Induktionslöten unempfindlicher gegenüber Positionsabweichungen der Lötstelle.

Induktion kontra LötKolben oder Flammlöten

Dort wo bisher mit LötKolben gelötet wurde hat die induktive Erwärmung den Vorteil, dass der Erwärmungsprozess wesentlich weniger Zeit benötigt und dabei die in die Lötstelle eingebrachte Energie konstant ist.

Beim Kolbenlöten hängt sie vom Wärmeübergang zwischen LötKolben und Lötstelle ab.

Dieser Wärmeübergang ist erheblichen Einflüssen unterworfen (Anpressdruck, Zustand der Lötspitze, Vorverzinnung) und kann stark schwanken.



Bild 3: Induktionslötschleife zum Anlöten eines Bauelements

- ▶ Benachbarte empfindliche elektronische Bauelemente können durch induzierte Ströme geschädigt werden.
- ▶ Die Lageabweichungen der Lötpartner sollten nicht zu groß sein, so dass der abzuschmelzende Lotdraht immer die vorgesehene und geeignete Fläche treffen kann.

Während sich die Lötspitze abnutzt und häufig gewechselt werden muss, ist die Induktionsschleife keinem Verschleiß unterworfen. Allerdings müssen je nach Anwendung Ablagerungen durch Flussmittelspritzer und Lötrauch regelmäßig entfernt werden.

Für schwere Lötstellen mit hohem Wärmebedarf wurde häufig Flammlöten eingesetzt. Die typischen Nachteile des Flammlötens, das Verbrennen des Flussmittels in der Flamme und die Schwankungen in der Energiedichte der Flamme, machen das Induktionslöten häufig zur besseren Alternative.

Einschränkungen beim Induktionslöten

Trotz dieser Vorteile ist die Anwendbarkeit des Verfahrens begrenzt, denn Induktionserwärmung unterliegt auch Beschränkungen.

- ▶ Die Lötstelle muss von einer Induktionsschleife umfasst werden können (Bild 3).
- ▶ Die Lötpartner müssen eine gewisse Masse aufweisen (keine dünnen Schichten).

Trotz dieser Beschränkungen gibt es zahlreiche Beispiele für die erfolgreiche Anwendung des Induktionslöten (Bild 4).

Das Bild soll den weiten Anwendungsbereich deutlich machen.

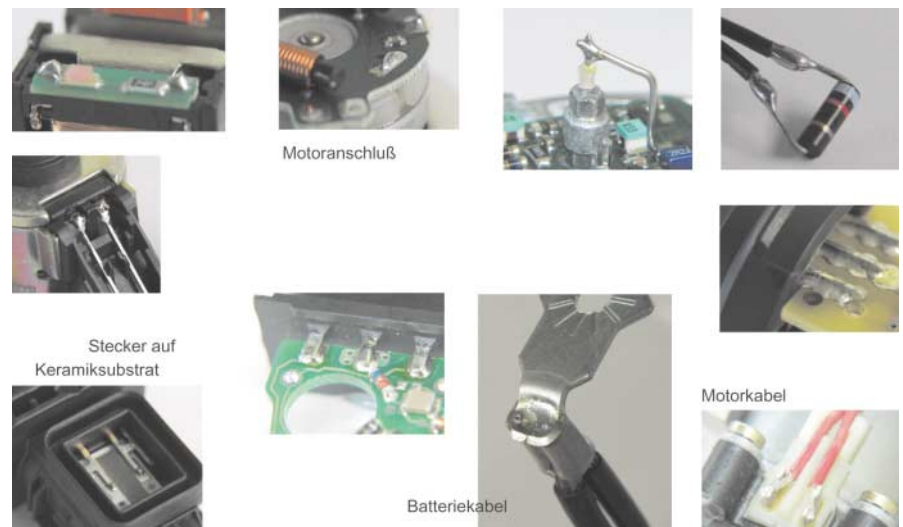


Bild 4: Beispiele zum Induktionslöten

Fallbeispiele und ausgeführte Maschinen

Eine ideale Anwendung für das Induktionslöten zeigt das folgende Fallbeispiel. Eine Litze muss in einen Rundstecker angelötet werden (Bild 5). Es soll ein feststoffarmes Lot mit einem Flussmittelanteil unter 1% verwendet werden. Außen am Stecker dürfen kein Zinn oder Flussmittelreste sein.

Die Induktionsschleife kann leicht um den Stecker geführt werden, so dass eine schnelle und reproduzierbare Erwärmung möglich ist. Der Lotdraht kann senkrecht von oben zugeführt werden.

Die Taktzeit beträgt unter 2 s je Lötstelle. Die Maschine ist mit einem Rundschalttel-▷

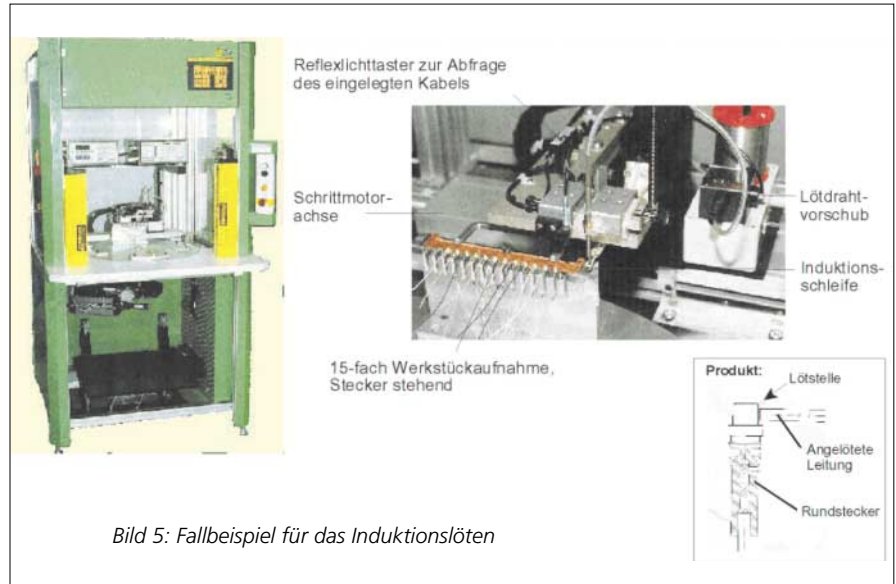


Bild 5: Fallbeispiel für das Induktionslöten



Bild 6: Induktionslötsystem mit Vorwärmstation

ler ausgerüstet. Das Einlegen und Entnehmen der Teile erfolgt manuell. Die Induktionsschleife und der Lötdrahtvorschub sind durch eine NC-Achse verfahrbar.

Auf der Inline-Lötmaschine (**Bild 6**) werden 3 Steckerpins in eine Leiterplatte gelötet. Das Produkt ist ein Sensor für die Automobiltechnik. Um die Lötqualität zu erhöhen und gleichzeitig die Taktzeit zu verkürzen wurde eine Vorwärmstation vorgesehen.

Die Teile liegen auf einem Werkstückträger, der auf einem Doppelgurtband transportiert wird. Im Bild sind auch die drei wesentlichen Schritte des Lötprozesses zu erkennen. Im ersten Schritt wird die Lötstelle und teilweise auch der Lötdraht vorgewärmt. Danach erfolgt im Schritt 2 der Lötdrahtvorschub. Durch direkte induktive Erwärmung der Lötdrahtspitze sowie durch indirekte Erwärmung an der Lötstelle selbst wird der Lötdraht abgeschmolzen. Durch weiteres Erwärmen der Lötstelle wird sichergestellt, dass das Lot an der Lötstelle verfließen kann

und diese vollständig benetzt.

Das Beispiel zeigt, dass Induktionslöten auch für Lötungen auf empfindlichen Leiterplatten geeignet sein kann. Hier erfordert die Prozessfindung sehr viel Erfahrung.

Ausblick

Induktionslöten kann als ideales Speziallötvorgang für einzelne Lötstellen betrachtet werden. Beschaffungs- und Wartungskosten sind relativ günstig. Die Wartungsanforderungen sind gering.

Bisher war der Haupteinsatz häufig bei schweren und groben Lötverbindungen. Durch feinere Induktionsschleifen, berührungslose Messung der Löttemperatur und geeignete Systeme zur Lotzufuhr kann das Induktionslöten zunehmend auch für sehr feine Lötstellen auf Leiterplatten und Substraten angewendet werden.

Hier ist ein hohes Prozesswissen und Erfahrung von Herstellern gefordert. Dieses Wissen muss häufig auch in den Konstruktionsprozess einfließen um die Lötstellen für dieses Verfahren optimieren zu können.

Fax +49/74 41/89 92 22

www.wolf-produktionssysteme.de

productronic 405

Dipl.-Ing. Ernst Wolf ist Geschäftsführer der Wolf Produktionssystem GmbH in Freudenstadt.