

THT-Fertigung

Bessere Ergebnisse durch Lötroboter

Die THT-Fertigung ist im Vergleich zur SMD-Fertigung kaum automatisiert.

Die THT-Prozesse sind deshalb arbeitsintensiver und qualitätskritischer.

Der EMS-Dienstleister Ihlemann hat das Handlöten etlicher Baugruppen mit bedrahteten Bauteilen inzwischen Schritt für Schritt durch Lötroboter ersetzt. Ein Erfahrungsbericht.

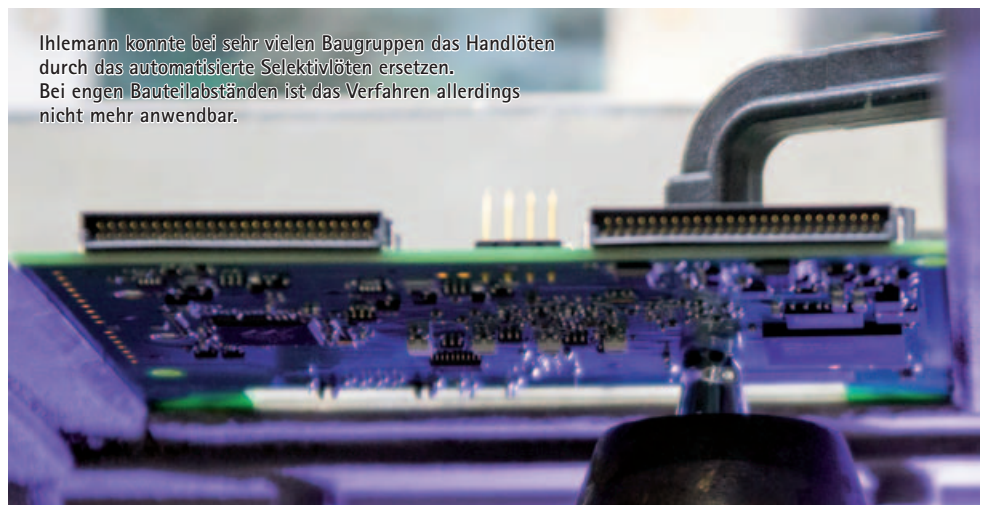
Bilder: Ihlemann

In der THT-Fertigung kann es häufiger zu Qualitätsproblemen kommen als in der SMD-Bestückung. Vor allem beim Löten per Hand sind ein fehlender Lotdurchstieg (zu geringe Löttemperatur), Brückenbildungen (zu viel Lötzinn) oder geschädigte Bauteile (Überhitzung) möglich. Außerdem ist jeder Lötvorgang zwangsläufig individuell unterschiedlich und kann auch von der gleichen Person nicht identisch wiederholt werden.

Trotz der Nachteile sind THT-Bauteile oft nicht zu ersetzen. Wenn größere Ströme fließen, wie in der Hochleistungselektronik, werden bedrahtete Bauteile eingesetzt. Auch bei größeren mechanischen Belastungen (Steckverbinder oder Schalter) bleiben die THT-Bauformen erste Wahl. In anderen Fällen verhindern aufwendige Neu-Zertifizierungen den Ersatz von THT-Bauteilen.

THT-Bauteile durch THR-Varianten ersetzen

»Für Baugruppen mit wenigen THT-Bauteilen kann der Einsatz des Pin-in-Paste-Verfahrens sinnvoll sein«, erläutert Bernd Richter, Vorstand beim EMS-Dienstleister Ihlemann AG in Braunschweig. „Pin in Paste“ bzw. die Through-hole-reflow-Technologie (THR) ist ein bekanntes, aber bisher eher selten eingesetztes Verfahren. Dank spezieller temperaturstabiler THR-Bauteilvarianten und Hilfsstoffe ist das Verfahren aus Sicht der Ihlemann AG heute praxistaug-



Ihlemann konnte bei sehr vielen Baugruppen das Handlöten durch das automatisierte Selektivlöten ersetzen. Bei engen Bauteilabständen ist das Verfahren allerdings nicht mehr anwendbar.

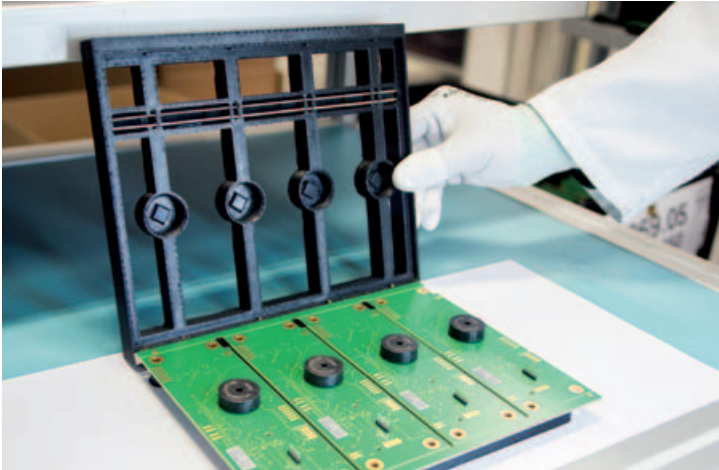
lich. Bei Pin in Paste werden bedrahtete Bauelemente wie SMD-Bauteile automatisiert bestückt. Das verbessert die Qualität, verkürzt die Bearbeitungszeit und ermöglicht zudem geringere Bauteil- und Lötstellenabstände zwischen den verschiedenen Technologien. Nachteilig sind dagegen die meistens höheren Kosten für THR-Bauteile, da diese für die größeren thermischen Belastungen des Reflow-Lötens ausgelegt sein müssen.

Selektivlöten als Alternative zum Handlöten

Ihlemann konnte bei sehr vielen Baugruppen das Handlöten durch das automatisierte Selektivlöten ersetzen. »Jede einzelne Lötstelle kann

separat programmiert werden, um Flussmittelmenge und Lötzeit selektiv zu steuern. Durch das automatisierte Selektivlöten konnten wir in der Serienfertigung eine höhere Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit erzielen und auf diese Weise die Qualität der Lötgergebnisse signifikant verbessern«, so Bernd Richter.

Anfängliche Probleme mit einer mangelnden Temperierung beispielsweise von Leiterplatten mit einer größeren Kupferschichtdicke und einer größeren Masse konnten gelöst werden. Durch eine zusätzliche Oberseitenheizung werden die Leiterplatte und die Bauteile so durchwärmt, dass ein einwandfreier Lotfluss gewährleistet ist. Das Selektivlöten wird für Abstände zwischen dem SMD-Bauteil und der zu lötenen THT-Lötstelle ≥ 3 mm seit Jahren



Während des Lötprozesses stehen die Bauteile auf dem Kopf und können leicht verrutschen. Haltevorrichtungen aus dem 3D-Druck und integrierte Andruckfedern sorgen dafür, dass die Bauteile bündig aufliegen und nicht verkippen können.

erfolgreich eingesetzt. Durch den Trend zu immer kompakteren Baugruppen mit engeren Abständen ist das Verfahren allerdings immer häufiger nicht mehr anwendbar.

Automatisiertes Handlöten durch Roboter

Für kleinere Bauteilabstände setzt Ihlemann einen Löt-Roboter ein. Auch hier kann jede einzelne Lötstelle anhand der x-y-z-Koordinaten mit individuellen Lötparametern programmiert werden, und Bauteilabstände bis zu 1 mm sind exakt anzusteuern. Um alle Lötstellen optimal erreichen zu können, kann der Lötroboter seine Lötkolbenspitze um 360 Grad drehen. »Die Robotertechnik hat auch bei kleinsten Abständen enorme Fortschritte gemacht und erreicht die hohe Zuverlässigkeit der Selektivlöttechnik«, fasst der Ihlemann-Vorstand die Erfah-

rungen zusammen. Der Lötvorgang entspricht weitgehend dem Handlöten. Die Lötspitze wird direkt auf die Lötstelle geführt, und das Lötzinn wird von oben zugeführt. Durch die Automation des Lötprozesses können die Menge des Zinns, die Lötdauer und die Temperatur jedoch exakt vorgegeben werden.

Der Unterschied zum Handlöten ist offensichtlich: Die Lötstellen des Lötroboters sind technisch und optisch immer gleich. Durch die genaue Einstellbarkeit der Lötparameter sind ein gut ausgebildeter Lötmeniskus und ein ausreichender Lotdurchstieg automatisierbar, und Brückenbildungen sowie die Überhitzung von Bauteilen können vermieden werden. Die IPC-A-610 kann so für jede Lötstelle zuverlässig eingehalten werden.

Ein Lötroboter ist kein Selbstläufer

Die Erfahrungen der Ihlemann AG zeigen allerdings, dass der Einsatz eines Lötroboters kein Selbstläufer ist: »Mithilfe der bei Ihlemann genutzten Verbesserungs-KATA war die Einführung des Lötroboters ein kontinuierlicher Optimierungsprozess. Die verfügbare Technik des automatisierten Handlötens war anfangs noch nicht praxistauglich und konnte erst durch die Prozessverbesserungen der beteiligten Mitarbeiter anforderungsgerecht umgesetzt werden«, berichtet Bernd Richter.

Die erste Hürde stellte das vom Hersteller beigefügte Lötzinn dar. Das verwendete Röhrenlot mit einer Flussmittelseele führte zu einer unzureichenden Verteilung des Flussmittels. Erst etliche Versuche mit anderen Röhrenloten führten zu einem stabilen Lötergebnis. Auch die mangelnde Reinigung der Lötspitze von Flussmittelresten führte zu schlechten Lötergebnissen. In mehreren Verbesserungszyklen wurde die Reinigungsanlage von den Mitarbeitern so verbessert, dass die Lötspitze nach



Der Winkel der Lötkolbenspitze des Lötroboters kann beliebig verändert werden, um alle Lötstellen gut zu erreichen. Da jede Veränderung den Lötprozess beeinflusst, wurde von den Mitarbeitern bei Ihlemann eine Maßeinteilung nachgerüstet.

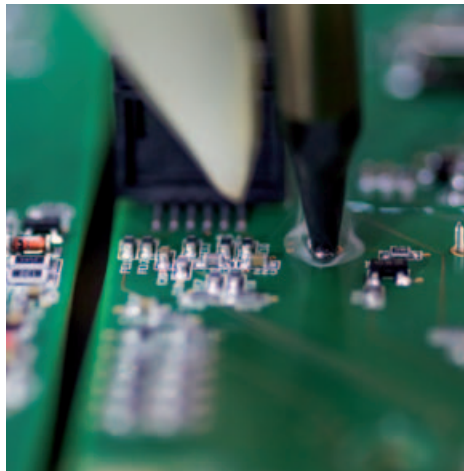
der Reinigung immer den gleichen Zustand hat. Der Winkel der LötKolbenspitze des Lötroboters kann beliebig verändert werden, um alle Lötstellen gut zu erreichen. Jede Veränderung beeinflusst allerdings den Lötprozess und führt zu nicht reproduzierbaren Ergebnissen. Eine Dokumentation der jeweiligen Einstellung war allerdings wegen einer fehlenden Einstellskala zunächst nicht möglich. Sinnvoll regelbar wurde dies erst durch eine nachgerüstete Maßeinteilung. Schließlich wurde die Kontrolle dieser Einstellung vor jedem Lötvorgang in einer Verfahrensweisung festgeschrieben.

Vorrichtungen aus dem 3D-Druck

Eine größere Herausforderung war die Fixierung der Bauteile während des Lötprozesses. Da die Lötspitze und das Lötzinn von oben auf die Lötstelle geführt werden, stehen die Bauteile auf dem Kopf und können während des Lötens leicht verrutschen. Ihlemann hat bereits mehrjährige Erfahrungen mit dem 3D-Druck, der den eigenen Vorrichtungsbau ergänzt. Mithilfe des 3D-Drucks entstanden Haltevorrichtungen, sodass beispielsweise Stecker und Kontakte jetzt im 90-Grad-Winkel gehalten werden. Integrierte Andruckfedern sorgen dafür, dass die Bauteile bündig aufliegen und nicht verkippen können.

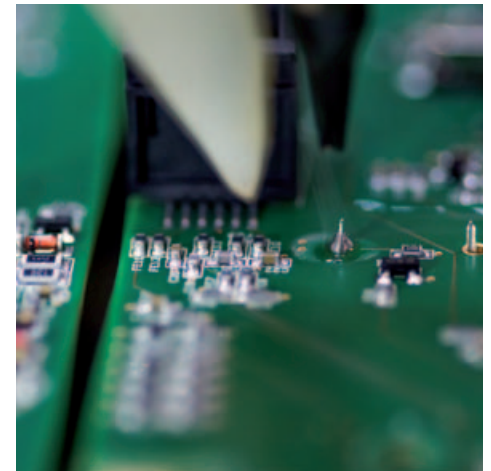
Lötroboter setzen viel Erfahrung voraus

Die Programmierung des Lötroboters erfolgt in einem Teach-Modus. Dabei werden die Positi-



Durch die Automation des Lötprozesses können die Menge des Zinns, die Löttdauer und die Temperatur exakt vorgegeben werden. Dadurch sind die Lötstellen des Lötroboters technisch und optisch immer gleich.

onen der einzelnen Lötstellen zunächst manuell angefahren und der jeweils optimale Winkel des LötKolbens zum Bauteil eingestellt. Außerdem werden die Löttdauer und die optimale Menge des Lötzinns festgelegt. Auch die Löttemperatur wird je nach Wärmekapazität der Lötstellen voreingestellt. Schließlich werden alle Parameter und die Positionen der Lötstellen in einer Datenbank gespeichert. Die Daten lassen sich anschließend auf identische Baugruppen im Nutzen übertragen oder für spätere Lötvorgänge wieder aufrufen. Die optimale Einstellung der Lötparameter dauert je nach Baugruppe wenige Stunden, es erfordert allerdings das Know-how von Spezialisten, die über langjährige Erfahrungen im Handlöten verfügen.



Durch die genaue Einstellbarkeit der Lötparameter sind ein gut ausgebildeter Lötmeniskus und ein ausreichender Lotdurchstieg automatisierbar, und Brückenbildungen und die Überhitzung von Bauteilen können vermieden werden.

Deutlich bessere Löttergebnisse

Der Lötroboter ist bereits nach einer sehr kurzen Anlaufzeit einsatzbereit und eignet sich deshalb besonders für kleine und mittlere Losgrößen. Die Löttergebnisse bei der Ihlemann AG sind nach den internen Verbesserungsprozessen sehr gut. Die Durchlaufzeit hat sich gegenüber dem Handlöten um etwa 25 Prozent verkürzt und ermöglicht so einen entsprechend größeren Durchsatz. »Der wichtigste Vorteil beim Einsatz des Lötroboters ist die hohe Qualität der Lötstellen. Außerdem haben wir eindeutig festgeschriebene Prozesse und exakt reproduzierbare Löttergebnisse«, fasst Bernd Richter die Vorteile zusammen. (zü) ■