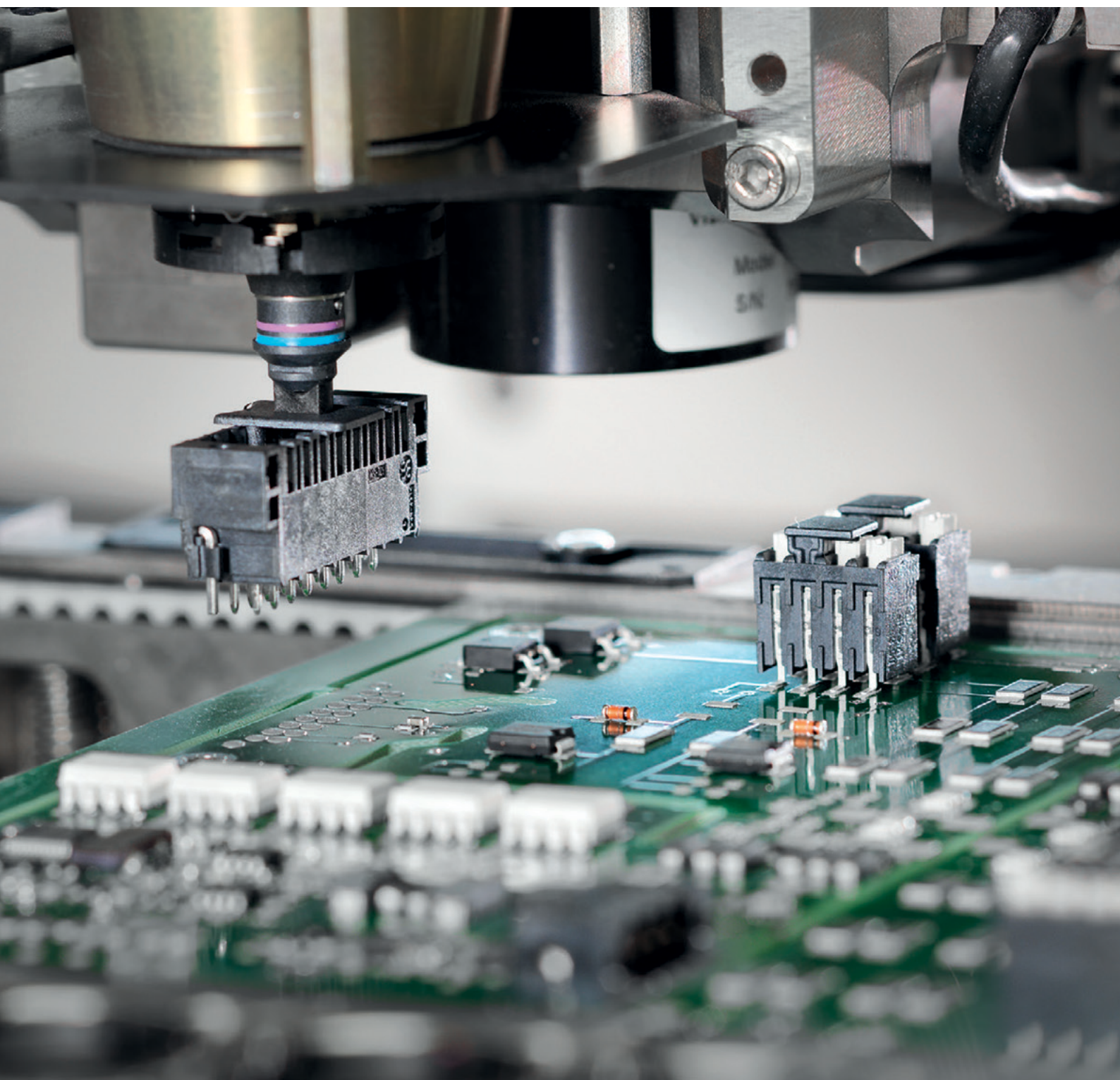


SMT

Durchgängige Prozesse für moderne Leiterplatten

Wie die Kombination von Through-Hole-Reflow- und Surface-Mount-Technologie Qualität steigert und Kosten senkt

Whitepaper



Inhaltsverzeichnis

- 1. Zusammenfassung**
- 2. Wie Surface-Mount-Technologie (SMT) den Übergang zur automatisierten Produktion ankurbelte**
- 3. Innovative Through-Hole-Reflow-Technologie (THR) transformiert die Produktion**
 - 3.1 Wie THR Betriebs- und Kostenvorteile bringt
 - 3.2 Vorteile der THR-Technologie
- 4. THR spart Zeit und Geld bei gleichbleibend zuverlässiger Leistung**
 - 4.1 Reale Einsparungen
 - 4.2 Design-to-Cost
- 5. Ein einfacher Umstellungsplan für die THR-Technologie**
- 6. Fazit: Intelligenter bauen**
- 7. Über die Autoren**

1. Zusammenfassung

Für Hersteller, die Leiterplatten entwerfen und fertigen, stehen zwei Ziele stets ganz oben auf der Prioritätenliste: Qualität und Kosteneffizienz.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat die Oberflächenmontagetechnik (SMT) den Elektronikmontageprozess revolutioniert, indem sie eine schnellere, automatisierte Produktion ermöglicht und die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) senkt.

Weidmüller erweitert diese Vorteile mit seinen THR-Steckverbindern um folgende Vorteile:

- **Höhere Automatisierung:** Herkömmliche Through Hole Technology-Verbindungen (THT) erfordern zusätzliche, oft manuelle Löt Schritte für jeden Anschlusspunkt auf einer Leiterplatte.

Mit THR kann eine Leiterplatte durch Reflow-Öfen geführt werden, die alle Löt Vorgänge gleichzeitig durchführen können. THR hebt die bewährten Grundlagen der SMT auf die nächste Stufe.

- **Optimierte Verarbeitung:** THR-Steckverbinder sind für hohe Temperaturen ausgelegt, sodass alle Komponenten im selben Lötprozess verbunden werden können. Dies eliminiert manuelle Risiken und beschleunigt die Produktionszeit.
- **Bewährte Zuverlässigkeit:** THR-Komponenten bieten die gleiche zuverlässige Leistung wie herkömmliche Steckverbinder und sorgen so für Zuverlässigkeit und Sicherheit. Durch die Verbesserung der Qualität des Montageprozesses und den Wegfall manueller Arbeitsschritte.

In diesem Whitepaper zeigt Weidmüller, wie sich THR-Steckverbinder durch den Wegfall manueller Löt Schritte nahtlos in moderne SMT-Workflows integrieren lassen und so echte Einsparungen bei Zeit, Arbeitsaufwand und Entwicklungskosten ermöglichen. Egal, ob Sie als Ingenieur ein neues Gerät entwickeln oder einen bestehenden Montageprozess modernisieren, diese Entwicklung ist eine lohnende Investition.

2. Wie SMT den Übergang zur automatisierten Produktion ankurbelte

Bevor wir uns mit den neuen Möglichkeiten der THR-Steckverbinder befassen, kann ein Blick auf den aktuellen Stand der SMT-Technologie ein grundlegendes Verständnis für die Auswirkungen dieses Produkts vermitteln.

Die 1960 erstmals entwickelte SMT revolutionierte die Elektronikfertigung bis Ende der 1990er Jahre, indem sie die direkte Montage von Komponenten auf Leiterplatten ermöglichte. Traditionell profitierten vor allem winzige Chips und Widerstände von der automatisierten Bestückung und dem Reflow-Löten der SMT.

Einige Komponenten – darunter Steckverbinder und Relais – hinkten hinterher und erforderten weiterhin manuelle oder halbautomatische Prozesse wie Hand-, Wellen- oder Selektivlöten. Diese Schritte verlangsamten nicht nur die Produktion, sondern führten auch zu Inkonsistenzen und erhöhten Arbeitskosten.

Aktueller Stand der SMT

Die heutige Leiterplatte ist eine Plattform für elektronische Bauteile. Sie ermöglicht die Herstellung von Schaltungen, deren Komplexität von einfach bis hochkomplex variieren kann. Steigende Anforderungen – darunter die Miniaturisierung von Bauteilen, höhere Funktionsdichten und niedrigere Produktionskosten – führten zur SMT-Technologie.

SMT-Bauteile werden auf die Leiterplatte aufgebracht, die anschließend mittels Reflow-Löten – insbesondere Infrarot-, Konvektions- oder Dampfphasenlöten – ihre Verbindungen finalisiert. Im Wesentlichen durchlaufen diese Leiterplatten einen Industrieofen, der das Lötmaterial erhitzt und so eine berührungslose Verbindung ermöglicht.

Viele Bauteile – auch solche, die stärkere Verbindungen erfordern – müssen jedoch weiterhin mittels Durchstecktechnik (THT) befestigt werden. Diese Bauteile werden in vorgebohrte Löcher auf der Leiterplatte eingesetzt und anschließend auf der gegenüberliegenden Seite manuell durch Löten befestigt.

Weidmüller entwickelte eine Technologie, um diese Lücke zu schließen und die Leiterplattenproduktion in einem einzigen Prozess zu vereinen und dabei die Möglichkeiten der SMT-Technologie zu nutzen. Das resultierende THR-Verfahren ermöglicht die Montage von Bauteilen durch diese vorgebohrten Löcher – und die Befestigung erfolgt im selben Lötprozess wie die SMT-Bauteile.

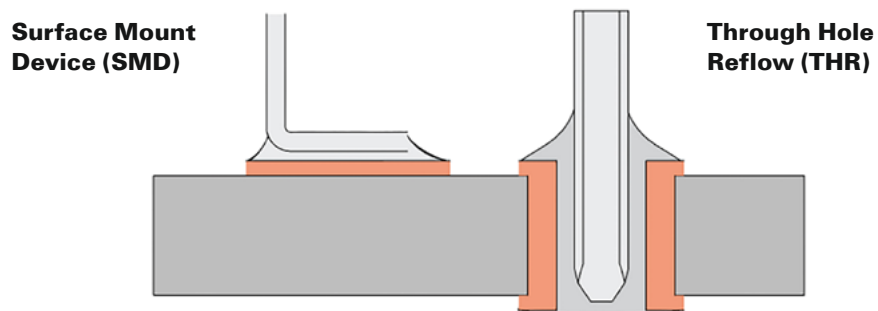
Durch den Wegfall eines separaten Lötprozesses bringt die THR-Technologie einen enormen Produktionsfortschritt und ermöglicht enorme Zeit- und Kosteneinsparungen.

3. Innovative THR-Technologie verändert die Produktion

THR ermöglicht die Verarbeitung größerer Bauteile im selben automatisierten SMT-Reflow-Ofen wie oberflächenmontierte Bauteile. Dies bedeutet eine optimierte Produktionslinie, einen Reflow-Zyklus und deutlich weniger manuelle Handhabung – ganz zu schweigen von einer einfacheren Inspektion und Qualitätskontrolle.

Die THR-Steckverbinder von Weidmüller sind aus hochtemperaturbeständigen Materialien und mit optimierten Pinlängen und -breiten gefertigt, um eine gleichbleibende und zuverlässige Lötleistung zu gewährleisten. Die Bauteile werden in bestückungskompatiblen Gehäuseformaten geliefert und sind somit vom ersten Tag an für die Großserienproduktion bereit.

Dieser wichtige Punkt muss wiederholt werden: THR ermöglicht nun die gleichzeitige Verbindung aller Bauteile über dieselbe Lötanlage.



3.1 Wie THR betriebliche Kostenvorteile liefert

THR bezeichnet die Verarbeitung von Bauteilen, die durch eine Bohrung in der Leiterplatte eingesetzt und anschließend mit anderen SMT-Bauteilen verlötet werden. Dies stellt einen Meilenstein in der Leiterplattenbestückung dar und zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

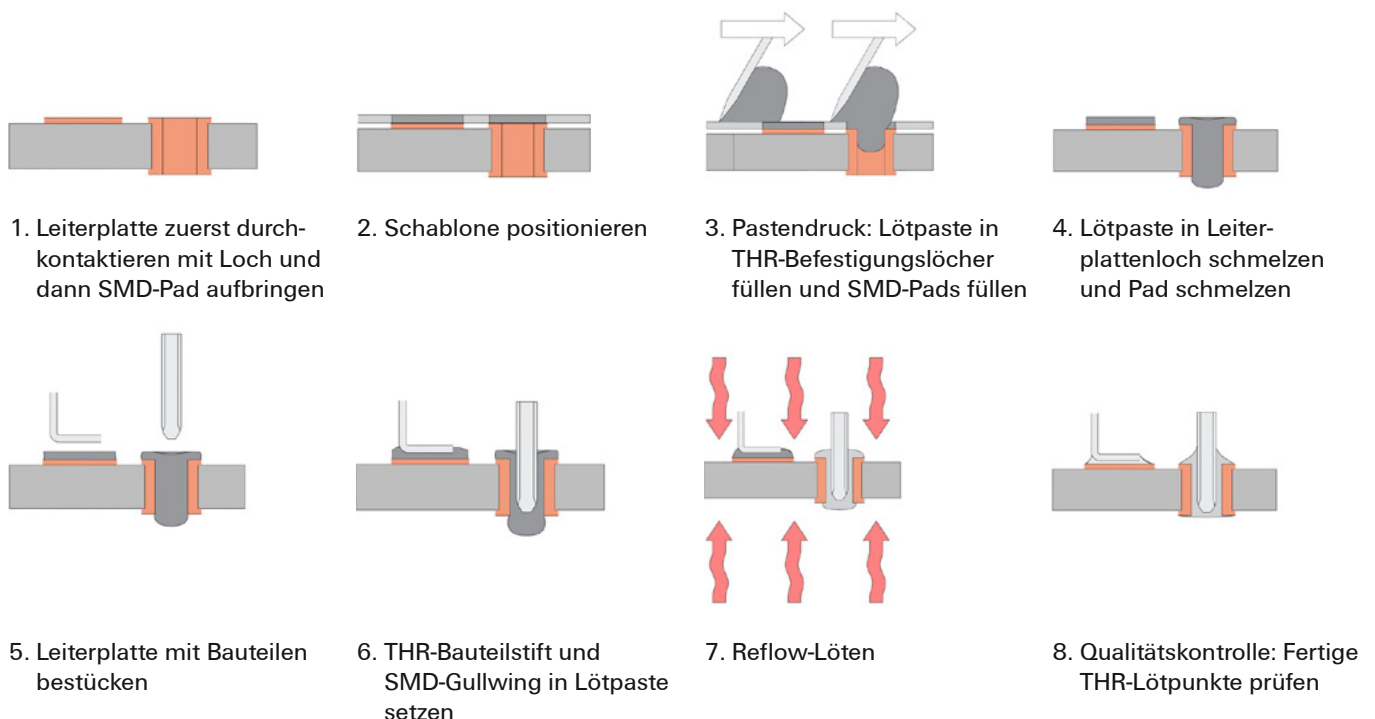
- Es wird eine mechanisch stabile Lötverbindung zur Leiterplatte hergestellt.
- Es ist nur ein Lötprozess erforderlich.
- Manuelles Löten und Wellenlöten entfallen.
- Leiterplatten werden automatisch und kostengünstig bestückt.

Für die automatische Bestückung benötigen die Bauteile eine glatte Saugfläche, beispielsweise eine Bauteiloberfläche oder ein separates Pick-and-Place-Pad. Außerdem müssen die Bauteile ein geringes Eigengewicht aufweisen. Bei der automatischen sequentiellen Bestückung oder Zuführung der Bauteile kommen Pick-and-Place-Systeme zum Einsatz. Die Bauteile müssen für die produktspezifische Handhabung durch Roboter verpackt werden, beispielsweise in Tape-on-Reel-, Tray- und Tube-Verpackungen.

Der Lötprozess erfordert äußerst temperaturbeständige Materialien, eine optimierte Wärmezufuhr und ausreichend Platz im Lötbereich. Da der Isolierkörper des bedrahteten Bauteils nicht mit der Lötpaste in Berührung kommen darf, sollte je nach Bauteilgröße ein ausreichend großer Abstand vorhanden sein.

SMT-Prozessschritte

Die Oberflächenmontagetechnik umfasst folgende Prozessschritte:



3.2 Vorteile der THR-Technologie

Wie bereits erwähnt, stellt die THR-Technologie einen Meilenstein in der Leiterplattenbestückung dar. Sie zeichnet sich durch mehrere besondere Merkmale aus, die die Effizienz steigern und die Kosten im Zusammenhang mit Zeit- und Arbeitsaufwand senken.

Der Ansatz reduziert und eliminiert zudem damit verbundene Risiken wie unterschiedliche Pinlängen und -breiten sowie zu große oder zu kleine Bohrungen. Die Unsicherheit hinsichtlich perfekter Passungen birgt das Risiko unzureichender Lötresultate, was wiederum die Leistung der Komponenten einschränkt oder verhindert.

Weidmüller hat eine Produktpalette für das THR-Verfahren entwickelt, die die drahtgebundene Verbindungstechnik auch im SMT-Prozess anwendbar macht und so eine vollständige Kontinuität in der SMT-Produktion ermöglicht. Wie alle Weidmüller-Produkte wurde auch die THR-Technologie vor der Markteinführung strengen internen Tests unterzogen, um sicherzustellen, dass die Technologie die Erwartungen erfüllt oder übertrifft hat.

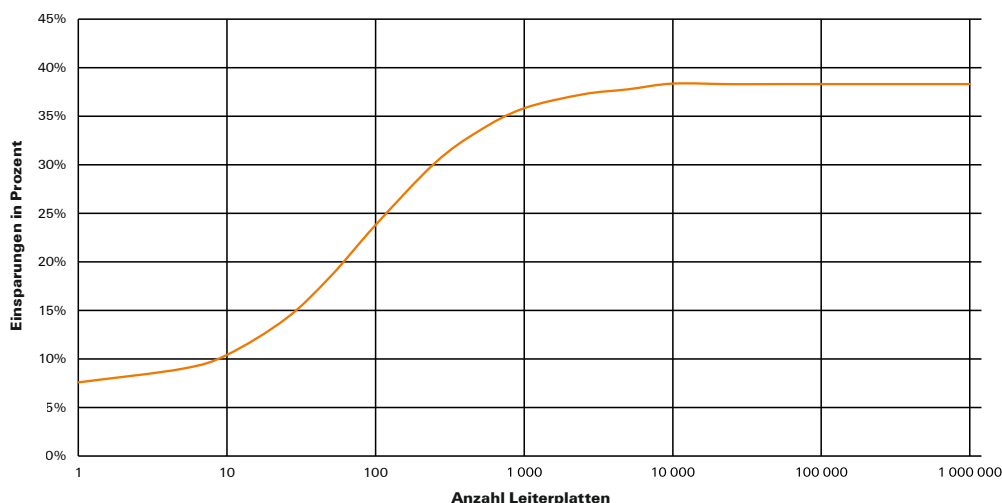
4. THR spart Zeit und Geld bei gleichbleibend zuverlässiger Leistung

Für Unternehmen, die die Automatisierung maximieren, den manuellen Arbeitsaufwand minimieren und Skalierbarkeit in ihre Abläufe integrieren möchten, ist die Einführung des THR-Lötens ein logischer nächster Schritt.

In einem typischen Szenario enthält eine Steuerplatine sowohl SMT-Chips als auch größere Through-Hole-Steckverbinder. In der Vergangenheit bedeutete dies zwei separate Prozesse: SMT-Reflow für die Chips und manuelles oder selektives Löten für die Steckverbinder. Mit den THR-Komponenten von Weidmüller können nun beide Komponententypen gleichzeitig verarbeitet werden. Dies reduziert den Arbeitsaufwand, vereinfacht die Logistik und erhöht den Durchsatz.

4.1 Reale Einsparungen

Eine in Zusammenarbeit mit einem großen Gerätehersteller durchgeführte Kostenanalyse ergab eine Reduzierung der Gesamtkosten pro Leiterplatte um 38 % durch die Umstellung auf ein vollständiges SMT-plus-THR-Setup. Selbst kleine und mittelgroße Hersteller, die ihre Produktion an Auftragsfertiger auslagern, profitieren von THR, da die von diesen Anbietern angegebenen Verarbeitungskosten sinken.



4.2 Kostenorientiertes Design

Durch die Spezifizierung von THR-Komponenten zu Beginn eines neuen Projekts können Ingenieure Leiterplatten entwickeln, die für einen einzigen, automatisierten Reflow-Prozess optimiert sind. Dieser „Design-to-Cost“-Ansatz stellt sicher, dass Einsparungen von Grund auf in das Produkt integriert werden. Und bei der Aktualisierung älterer Leiterplatten bieten THR-Komponenten einen klaren Upgrade-Pfad, der kostspielige Neukonstruktionen der Produktion vermeidet.

Zuverlässige Leiterplattenbestückung mit THR-Technologie mit unseren formstabilen Stiftleisten aus glasfaserverstärktem LCP

Optimale Lötstiftlänge

Die Stiftlänge von 1,50 mm ermöglicht eine platzsparende, doppelseitige Bestückung von Leiterplatten. Gleichzeitig erfüllen die Weidmüller-Komponenten alle Anforderungen der IPC-A-610 E.

Robuster Isolierkörper

Dank MSL 1 (Feuchtigkeitsempfindlichkeitsstufe 1) können Sie unsere THR-Bauteile ohne Vortrocknen direkt auf der Leiterplatte montieren. Das langlebige Material gewährleistet Dimensionsstabilität.

Hochpräzise Stiftleisten

Mit einer Positionstoleranz von weniger als $\pm 0,1$ mm um die Nullposition entsprechen unsere Lötstifte der Norm IEC 61760-3.



Stabile Positionierung durch Lötflanschstift

Unsere Lötflansche machen eine zusätzliche Befestigung mit Schrauben überflüssig. Sie können die THR-Bauteile in einem einzigen Arbeitsgang sicher auf der Leiterplatte befestigen.

5. Ein einfacher Übergangsplan zur THR-Technologie

Die Technologie von Weidmüller verdient die Aufmerksamkeit vieler Unternehmen, doch die Produktlinie für Through-Hole-Reflow-Löten kann erhebliche Vorteile für diejenigen bringen, die:

- Noch immer auf manuelles Löten oder Wellenlöten für Steckverbinder angewiesen sind
- Vorlaufzeiten und Arbeitskosten reduzieren möchten
- Neue Produkte entwickeln oder bestehende Leiterplatten überarbeiten

Nächste Schritte

Die Einführung einer neuen Technologie kann entmutigend sein, aber THR kann bei großen Leiterplattenmengen bahnbrechend wirken. Um zu prüfen, ob dies der richtige Schritt für Ihr Unternehmen ist, empfiehlt Weidmüller vier wichtige Schritte für eine intelligente Umstellung.

1. **Überprüfen Sie den aktuellen Fertigungsprozess.** Verwenden Sie Selektivlöten? Wie wäre es mit manueller Steckverbinderplatzierung? Das ist Ihr Potenzial. Überlegen Sie, wie ein Design-to-Cost-Ansatz einen optimierten, maßgeschneiderten Prozess mit geringerem Zeit- und Betriebsaufwand ermöglichen kann.
2. **Bewerten Sie das Leiterplattenvolumen.** Selbst bei geringem Umfang bietet THR messbare Kosten- und Zeiteinsparungen. Der geringe Unterschied bei den Komponentenkosten lässt sich durch die Betrachtung von Volumenprozessen, bei denen Sie Betriebsgewinne erzielen können, kompensieren – entscheidend, wenn im heutigen wettbewerbsintensiven Wirtschaftsumfeld jeder Euro zählt.
3. **Beziehen Sie Weidmüller frühzeitig in die Designphase ein.** Unsere Ingenieure helfen Ihnen bei der Optimierung von Layouts sowie Pinlängen und -breiten für spezifische Leiterplattenanforderungen. Wir unterstützen Sie mit Produkten, fundierten Anwendungskennnissen und bewährter Lösungskompetenz.
4. **Sprechen Sie mit Auftragsherstellern.** Stellen Sie sicher, dass sie bereit sind, die SMT- und THR-Produktion zu unterstützen – und fordern Sie Kostenvergleiche an. Treiben Sie die gewünschten Veränderungen in Ihrem Unternehmen voran.

6. Fazit: Eine intelligentere Art zu bauen

Die THR-Technologie setzt Weidmüllers führende Position in der Verbindungstechnologie fort und ermöglicht kostenoptimiertes Design – eine intelligentere Methode für die Herstellung moderner Leiterplatten. Durch den Wegfall zusätzlicher Löt Schritte und die vollautomatische Leiterplatten- und Kabelmontage ermöglichen die THR- und SNAP-IN-Produkte von Weidmüller eine schnellere und kostengünstigere Produktion.

Die wichtigsten Vorteile:

- **Bis zu 40 % geringere Montagekosten** pro Leiterplatte beim Wechsel von herkömmlichen Durchsteckverbindungen zu THR. Dies ermöglicht eine optimierte Verarbeitung und reduzierte manuelle Schritte
- **Keine zusätzlichen Lötprozesse** (manuell oder Wellenlöten) erforderlich; die Bauteile durchlaufen den Reflow-Ofen zusammen mit der restlichen Leiterplatte
- **Weniger Schritte, weniger Fehler und kürzere Vorlaufzeiten**
- **Dieselbe bewährte Zuverlässigkeit** wie bei herkömmlichen durchsteckgelöteten Bauteilen.

Die Einführung von THR als neuem Standard ist nicht nur eine schrittweise Verbesserung: Es ist ein strategischer Wandel, der sich an der Zukunft der intelligenten Fertigung orientiert.

7. Über die Autoren



René Arntzen
Leiter Produktmanagement,
Geräteanschluss,
Weidmüller Gruppe

rene.arntzen@weidmueller.com



John Froustet
Abteilungsleiter,
Geräteanschluss und Feldverdrahtung,
Weidmüller USA

john.froustet@weidmueller.com

Haftungsausschluss

Der Inhalt dieses Whitepapers schildert bestimmte techn. Probleme und skizziert mögl. Lösungen bzw. Lösungsansätze bei der Behebung dieser Probleme. Bei den in diesem Whitepaper skizzierten Lösungen bzw. Lösungsansätzen handelt es sich um Schätzungen bzw. Annahmen, die auf dem aktuellen technischen Kenntnisstand von Weidmüller beruhen und – sofern in diesem Dokument nicht explizit anders beschrieben – weder allumfassend sind noch auf historische Ereignisse beziehungsweise Fakten zurückführen. Die in diesem Whitepaper vorgetragenen Schätzungen und Annahmen können daher bestimmten Risiken sowie nicht berücksichtigten Faktoren unterliegen, die in der Realität zu Abweichungen führen können. Weidmüller übernimmt insoweit weder die Gewähr für die Vollständigkeit noch für die Aktualität der in diesem Whitepaper vorgetragenen Informationen. Jegliche Nutzung dieser Inhalte erfolgt auf eigenes Risiko, Weidmüller schließt insoweit jegliche Gewährleistung sowie Haftung in Folge der Verwendung der in diesem Dokument vorgetragenen Informationen aus.

Ferner weist Weidmüller ausdrücklich darauf hin, dass sich der vorliegende Inhalt ausschließlich der Lösung bestimmter technischer Probleme widmet und daher lediglich rein informativen Charakter hat. Der Inhalt dieses Dokumentes ist weder als öffentliches Verkaufsangebot zu verstehen, noch bekunden die in diesem Whitepaper geteilten Informationen die Absicht eine vertragliche Beziehung mit Weidmüller zu schaffen oder stillschweigend eine solche in Kraft zu setzen.

Die Inhalte dieses Dokumentes sind streng vertraulich zu behandeln.