

# Untersuchungen zum Einsatz von AOI-Systemen für die Lötstellenprüfung an bleifrei gelöteten Bauelementen

## Sicheres Testen mittels PARL-Algorithmus

**Z**um bleifreien Löten geht der Trend in der Fertigung elektronischer Baugruppen. Dabei stellt die Prüfung der Lötstellen mit AOI-Systemen bedingt durch deren optische Spezifikation höhere Anforderungen an den Erkennungsalgorithmus als bei der Prüfung bleihaltig gelöteter Baugruppen. Nachfolgend werden Grundlagen zur Anordnung optischer Komponenten in AOI-Systemen sowie zu deren Auswertalgorithmen dargestellt. Der Einsatz von zwei unterschiedlichen Erkennungsverfahren wurde anhand von typischen Baugruppen getestet und deren Prüfergebnisse gegenübergestellt.

### Anordnung der optischen Komponenten bei AOI-Systemen

Der größte Teil der auf dem Markt befindlichen AOI-Systeme zeichnet sich durch eine oder mehrere senkrecht auf den Prüfling gerichtete Kameras aus. Um diese Kameras sind Beleuchtungseinrichtungen angeordnet, welche das

Bauteil bzw. die Lötstelle aus verschiedenen Richtungen mit teils gerichtetem, teils diffusem Licht ausleuchten. Ziel dieser Anordnung ist es, das auftreffende Licht am Winkel des Lötmeniskus reflektieren zu lassen und somit signifikante, dunkle Bereiche zu erzeugen.

### Erscheinungsbild bleihaltiger Lötstellen

Bedingt durch die glatte Ausprägung der Oberfläche bleihaltiger Lötstellen ergeben sich nahezu ideale Gegebenheiten hinsichtlich der Reflexion auftreffender Lichtstrahlen. Diese erzeugen im Abbild der Lötstelle dunkle Bereiche, welche sich durch Grundfunktionen der digitalen Bildverarbeitung sicher auswerten lassen. Die Eindeutigkeit dieser Merkmale erlaubt den Einsatz von Basisfunktionen, wie z.B. einer einfachen Grauwertanalyse (Histogramm).

### Erscheinungsbild bleifreier Lötstellen

Bleifreie Lötstellen weisen eine stark körnige Oberfläche auf, welche das auftreffende Licht in unterschiedliche Richtungen reflektiert. Da aufgrund dieser Körnigkeit Lichtstrahlen auch direkt in die Kamera reflektiert werden, entsteht im Bereich des Meniskus eine höhere Helligkeit als bei bleihaltigen Lötstellen. Dadurch ergibt sich ein geringerer Unterschied zwischen einer korrekt gelöteten und einer offenen Lötstelle.

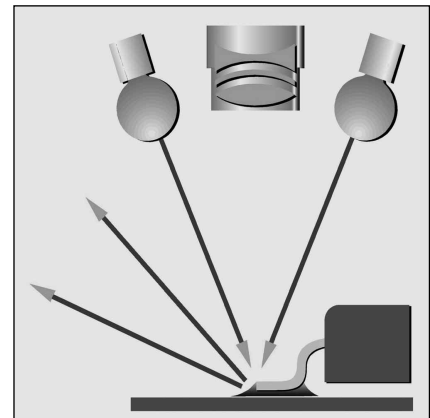


Abb. 1: Reflektionsverhältnisse an bleihaltigen Lötstellen

### Auswirkungen auf die Erkennungsqualität und Resultate für den Prüfalgorithmus des AOI-Systems

Entsprechend der eben angesprochenen Gegebenheiten an bleifrei gelöteten Baugruppen ist bei der Prüfung eine geringere optische Helligkeitsdifferenz zwischen korrekt gelöteten und fehlerhaften Lötstellen zu verzeichnen. Daraus resultiert bei Nutzung des eingangs beschriebenen Algorithmus eine höhere Pseudofehlerrate oder ein höherer Fehlerschlupf. Änderungen hinsichtlich des Einfallswinkels und der spektralen Zusammensetzung des Lichtes führten zwar zu einer geringfügigen Verbesserung der Ergebnisse, jedoch ist es nicht möglich, Resultate analog der Prüfung bleihaltiger Lötstellen zu erzielen.

**Autor**  
Dipl.-Ing. JENS KOKOTT ist Bereichsleiter AOI-Systeme bei Göpel Electronic; Goeschwitzer Straße 58/60 D-07745 Jena Fon: 03641/6896-0, Fax: 03641/6896-44 E-Mail: sales@goepel.com

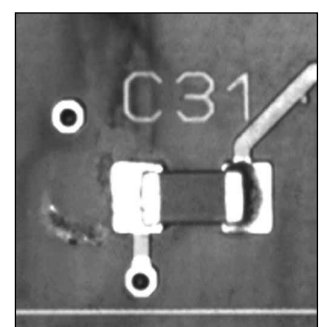
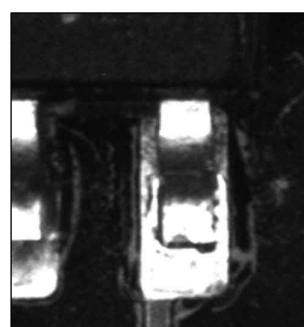
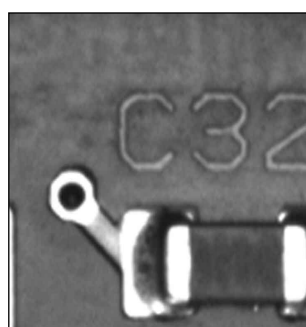
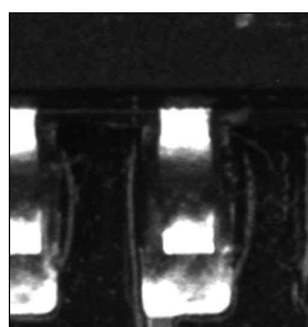


Abb. 2 und 3: Erscheinungsbild korrekt gelöteter, bleihaltiger Lötstellen

Abb. 4 und 5: Erscheinungsbild nicht gelöteter, bleihaltiger Lötstellen

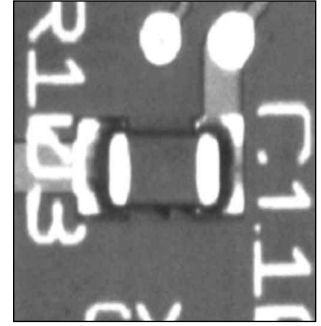
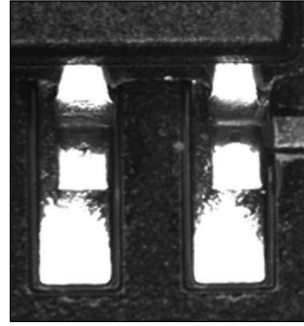
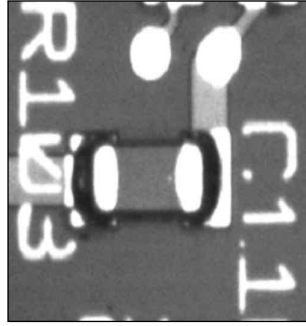
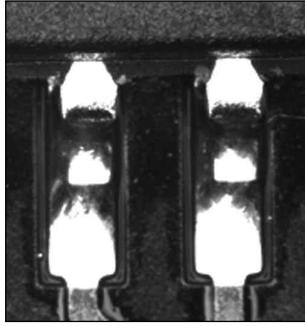


Abb. 7 und 8: Erscheinungsbild korrekt gelöteter, bleihaltiger Lötstellen

Abb 9 und 10: Erscheinungsbild korrekt gelöteter, bleifreier Lötstellen

Softwareseitige Anpassungen von AOI-Systemen bezüglich der Prüfung bleifrei gelöteter Baugruppen würde den Vorteil aufweisen, auf mechanische Umrüstungen verzichten zu können und somit eine kostengünstige Adaptierung ermöglichen.

In den Prüfsystemen der ‚OptiCon‘-Serie von Göpel Electronic wurde neben den Funktionen zur Bestimmung des Helligkeitswertes auch der PARL-Algorithmus integriert, welcher unter Hinzunahme zusätzlicher statistischer Parameter eine wesentlich stabilere Auswertung von Lötstellen bei äußerst geringer Pseudofehlerrate und minimalem Schlupf ermöglicht.

In den vorliegenden Untersuchungen kamen sowohl die ursprüngliche Funktion der Helligkeitsbewertung sowie der PARL-Algorithmus zum Einsatz.

### Untersuchungen zum Einsatz der Algorithmen anhand typischer Baugruppen

In den Abb. 7 bis 10 sind ausgewählte, repräsentative Lötstellen von einer bleihaltigen gelöteten und einer bleifrei gelöteten Baugruppe dargestellt. Deutlich erkennbar ist dabei die erhöhte Helligkeit der bleifreien Lötstellen.

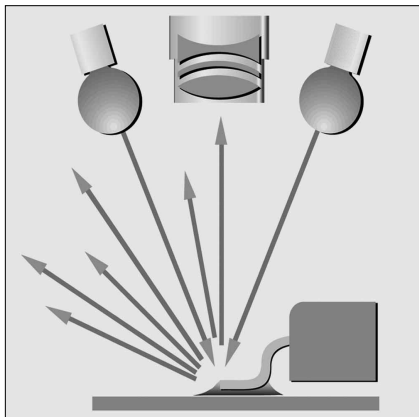


Abb. 6: Reflektionsverhältnisse an bleifreien Lötstellen

Für den Test an den Baugruppen wurde anhand der vorliegenden Bestückdaten das Prüfprogramm erstellt und unter Verwendung einer bleihaltigen Baugruppe optimiert. Das erstellte Prüfprogramm umfasste 190 Bauelemente mit insgesamt 748 Lötstellen. Zur Prüfung wurden die Standard-Bibliothekseinträge der OptiCon-Systemfamilie verwendet, welche in ihrer Ausgangsparametrierung eine hohe Prüfschärfe, d.h. minimalen Fehler-schlupf aufweisen. Dabei erfolgte die Prüfung von Lötstellen an zweipoligen Bauelementen durch die Bestimmung des mittleren Helligkeitswertes des Lötmeniskus und der Test der Lötstellen an Gullwing-Pins mittels PARL-Algorithmus.

Der Durchlauf der bleihaltigen Baugruppe ergab nur Fehler, welche auf eine reale Bestückabweichung der Bauelemente zurückzuführen waren. Pseudofehler traten nicht auf.

Der Durchlauf einer bleifrei gelöteten Baugruppe mit gleichen Parametereinstellungen ergab eine Rückweisung von 18 Lötstellen. Dabei handelte es sich ausschließlich um Lötstellen an zweipoligen Bauteilen.

Dies führt zu der Erkenntnis, dass die Nutzung des Helligkeitswertes einer Lötstelle als einziges Bewertungskriterium eine erhöhte Pseudofehlerrate bewirkt. Die Bewertung mittels PARL-Algorithmus (eingesetzt zur Prüfung von Gullwing-Lötstellen) brachte hingegen keine zusätzlichen Pseudofehler im Vergleich zu einer bleihaltig gelöteten Baugruppe.

Nach Umstellung des Prüfprogramms auf Einsatz der Prüffunktion analog dem Test von Gullwing-Pins für alle Lötstellen unter Nutzung analoger Parametervorgaben erfolgte eine Rückweisung von durchschnittlich zwei Lötstellen, welche jedoch bei manueller Betrachtung leichte Abweichungen von einer Norm-Lötstelle aufwiesen. Durch Modifizierung der Parameter ist auch dafür eine Akzeptanz erreichbar.

Tests an zwei weiteren Baugruppentypen unterschiedlicher Hersteller führten zu gleichen Ergebnissen entsprechend den oben dargestellten Untersuchungen.

### Zusammenfassung der Untersuchungen

Wie eingangs erwähnt, bewirken bleifreie Lötstellen einen größeren Helligkeitswert im Bereich des Lötmeniskus. Dies führt bei einer Prüfung mittels Grauwertschwelle zu einer erhöhten Pseudofehlerrate, welcher durch Anpassung von Grenzwerten und Veränderung optischer Gegebenheiten nur geringfügig entgegengewirkt werden kann.

Erfolgt hingegen die Bewertung der Lötstellen mittels PARL-Algorithmus, können ohne jegliche Hardwaremodifikationen die Lötstellen sicher getestet werden. Diese Funktion ist bereits seit ca. zwei Jahren in den AOI-Systemen der OptiCon-Serie im Einsatz und garantiert eine hohe Erkennungssicherheit.

#### Beitrag als PDF im Internet:

www.duv24.net  
more @ click TK4C0503

## How to use

### more @ click !

1. www.duv24.net
2. ‚more@click‘-Code eingeben
3. Anbieter kontaktieren – diskutieren – recherchieren