

AOI – Automatische optische Inspektion

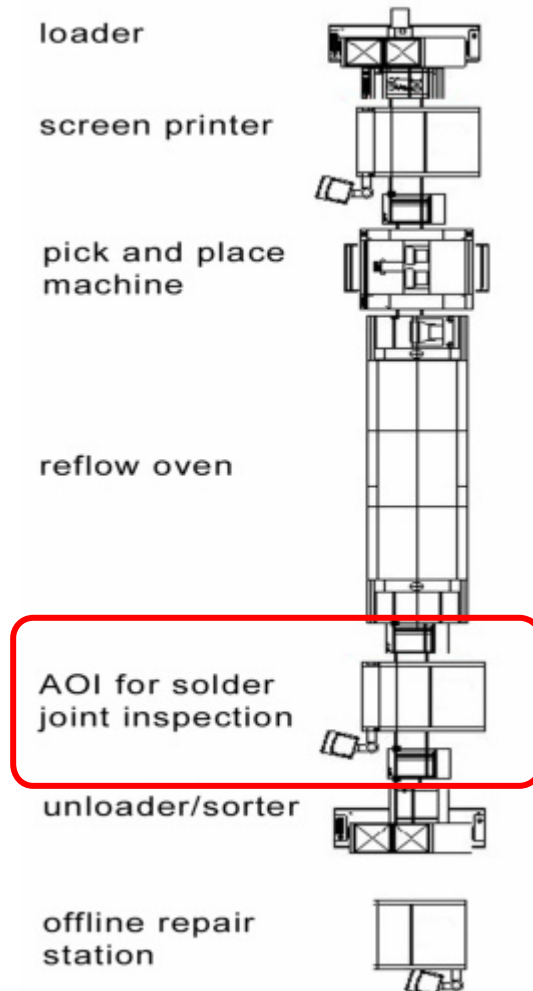
Was bedeutet AOI ?

- AOI bedeutet „automatische optische Inspektion“ von bestückten Leiterplatten (PCB).
- Allgemein: Elektronische Baugruppen werden von einem Kamerasystem inspiziert und von einer geeigneten Software ausgewertet.

Die Notwendigkeit der Inspektion:

Nach dem Bedrucken der nackten Leiterplatte mit Lotpaste und der Bestückung von Bauteilen muss die Baugruppe in einem Reflow-Ofen gelötet werden.

Da all diese Prozessschritte sehr komplex sind, kann eine Vielzahl möglicher Ursachen zu Produktionsfehlern und zum Ausfall der elektronischen Baugruppe führen. Aus diesem Grund werden die Baugruppen optisch inspiziert. (Normalerweise erfolgt die Inspektion nach dem Reflow)



Manuelle oder automatische Inspektion?

Gründe für eine manuelle Inspektion:

- Kein Investment notwendig
- Die *menschliche Erfahrung* kann auch ein perfekt programmiertes AOI nicht ersetzen
- Keine komplexe und zeitintensive Erstellung von Prüfprogrammen

Gründe für eine automatische Inspektion:

- Einmal programmiert zeigt die Maschine keine menschlichen Fehler:
 - ? Fehler, die durch die Ermüdung des menschlichen Auges entstehen
 - ? Fehler durch die der nachlassenden Konzentrationsfähigkeit (2 Stunden ? 50%)
 - ? Fehler, die ihre Ursache in der Tagesverfassung des Mitarbeiters und den zugehörigen Umwelteinflüssen wie Stress, Lärm oder Hitze haben
- Der Geschwindigkeitsvorteil ermöglicht eine akkurate Inspektion aller Baugruppen, eine Begrenzung auf Stichproben entfällt
- Ein effizientes Testen ist kostengünstig und deckt Fehlerquellen im Prozess auf (AOI-System bietet die Möglichkeit der statistischen Prozesskontrolle – SPC)

Ablauf:

Zunächst werden die CAD-Daten des Bestückers ins AOI-System importiert. Hierzu ist es meistens notwendig, das Dateiformat des Bestückungsautomaten in ein für das AOI-System kompatibles Format zu kompilieren.

Um das zu erreichen, müssen alle bestückten Positionen mit sog. „Varianten“ der AOI-Bibliothek verknüpft werden. Eine „Variante“ besteht aus einem Test-Algorithmus und einem Gesamtbild, das aus mehreren, untereinander ähnlichen Einzelbildern besteht und Größe, Form sowie Farbe (Grauwert) des Bauteils beschreibt. Ist keine Variante vorhanden, muss diese erst neu erstellt und „angelernt“ werden.

Daraufhin generiert die Software eine definierte Test- und Inspektionsmaske auf alle bestückten X/Y-Positionen und ein erstes Test-Programm wird erzeugt, welches aber noch zu bearbeiten ist. So müssen beispielsweise die Inspektionsrahmen auf korrekte Größe angepasst werden oder die Licht- und Kameraeinstellungen jedes Prüfschrittes gesetzt werden. Des Weiteren müssen alle Testparameter wie Grauwert-Schwellen und Inspektionswerte verifiziert und eingestellt werden.

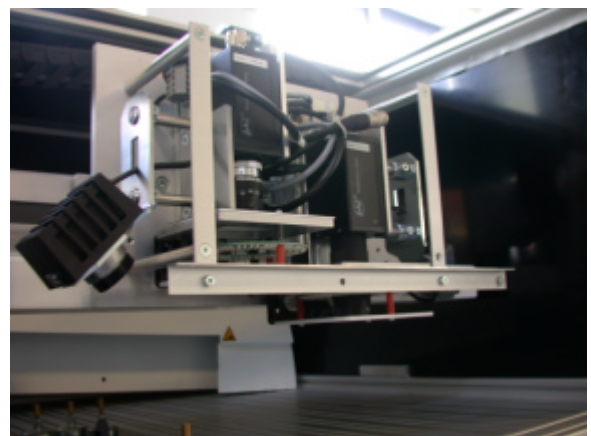
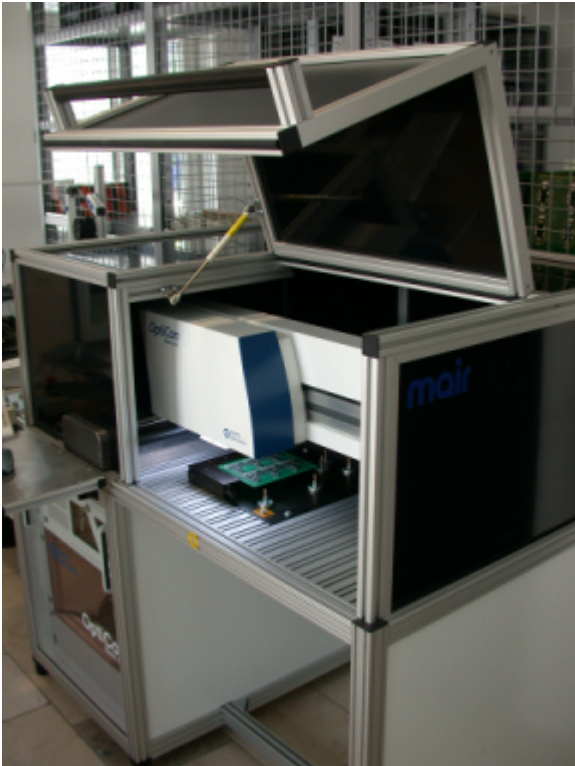
Nachdem alle Parameter gesetzt wurden kann die Baugruppe getestet werden. Dabei werden alle Prüfschritte im Bezug auf die gesetzten Schwellenwerte überprüft und einer Gut/Schlecht-Bewertung unterzogen.

Zurückgewiesene Prüfschritte werden dabei in einer separaten Reparatursoftware angezeigt, wodurch es dem Operator möglich ist die vom AOI-System vorgeschlagenen Fehlerbilder zu bewerten und zu klassifizieren.

Hardware:

Göpel Opticon BasicLine

- ? Zwei Pentax Grauton-Kamerasysteme (8-Bit); Auflösung 35µm/10µm pro Pixel
- ? Pentium 4 PC (CPU mit 2.8 GHz/1028MB RAM)
- ? Vier Lichtquellen für flexible Inspektion



Software:

Software Module für:

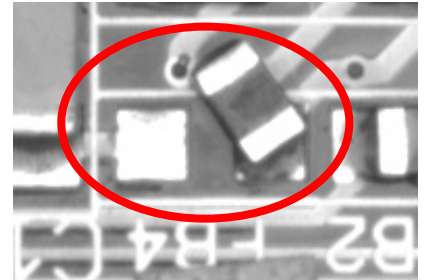
- ? CAD-Datenimport vom Bestückungsautomaten (kundenspezifischer Compiler)
- ? Anlernen neuer Baugruppen (auf Basis einer Bauteil-Bibliothek)
- ? Testen und Klassifizieren von Baugruppen (auf Basis einer Bilder-Datenbank)
- ? Statistische Prozesskontrolle (Datenbank und Charts)

The screenshot displays the mair software interface, which is used for automated optical inspection (AOI) of printed circuit boards (PCBs). The interface is divided into several main sections:

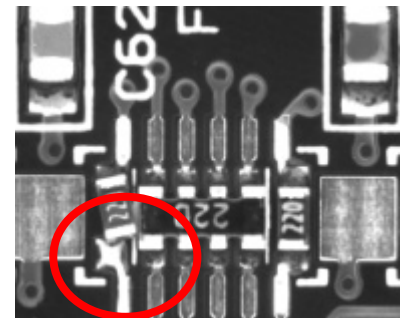
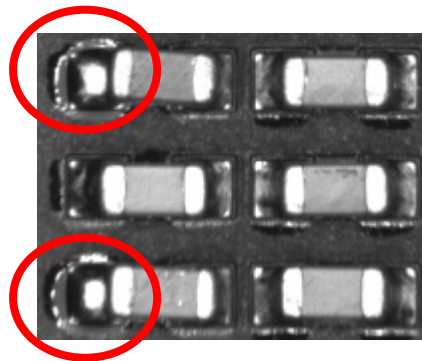
- Top Panel:** A menu bar with options like 'Datei', 'Druckansicht', 'Start', 'Debugger', 'Ereignis', 'Schemabild', 'Kreuztisch', 'Ansicht', 'Einstellungen', and 'Hilfe'. Below it is a toolbar with various icons for file operations and inspection settings.
- Left Panel:** A tree view showing the hierarchical structure of the PCB assembly, including components like 'LOFP', 'DIP', 'SMD', 'SMD Tantal', 'SO', 'SOL', 'SOP', 'SOT', and 'SOW'. A list of components with their names, classes, and variants is visible.
- Center Panel:** A 3D visualization of the PCB assembly, showing the components mounted on the board. A context menu is open over the assembly, listing various inspection and analysis options such as 'Prüfteil aufgeben', 'Prüfteil verschreiben', 'Schichtplan erzeugen', 'Werkzeugeinstellung', 'CAD-Optimierung', 'automatische Schichtkonkordanz', 'Aufkanten', 'Sortieren', 'Kontaktknoten neu laden', 'Mehrfachverträge vor Prüfteilplan ändern', 'Datenverwaltung', 'SMDs → A-Z sortieren', 'Teilplan kopieren (so dass)', 'Schichtplan-Load', 'Prüfteilplan erzeugen', 'Prüfteilplan löschen', 'Übersichtbild erzeugen', and 'Übersichtbild konfigurieren'.
- Right Panel:** A 2D top-down view of the PCB, showing the layout of components and traces. A legend on the right side of this panel identifies various defect types, such as 'Kurzschluss', 'Nicht an positioniert', 'Querschnittsfehler', 'Falsches BT', 'BT an falscher positioniert', 'Verfälschtes BT', 'Gehäuse defekt', 'Abgelesenes Pin', 'Prozessfehler', 'BT position down', and 'Pin gebogen'.
- Bottom Panel:** A statistical process control (SPC) section. It includes a 3D bar chart showing the success rate (Erfolgsrate) for different components. Below the chart is a 'Statistik' window with a pie chart and a scatter plot. The pie chart shows the distribution of defect types, and the scatter plot shows the distribution of defect counts. The statistics window also displays the date and time of the inspection process.

Anwendungen:

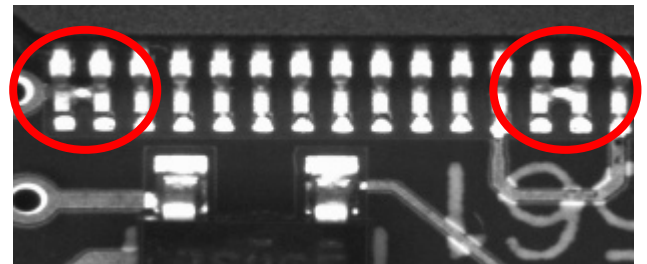
Prüfung auf Anwesenheit, Lagerichtigkeit und Polarität von Bauteilen



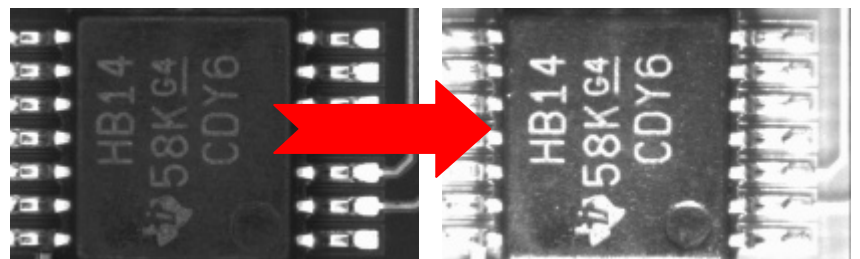
Lötstelleninspektion von SMT- und THT-Bauteilen



Detektion von Lötbrücken



Klarschrifterkennung (OCR)



Inspektion von Lötstellen:

Diese Funktion basiert auf der Anwesenheit oder dem Fehlen von Lot und der unterschiedlichen Reflektion des Lichtes in beiden Fällen.

Abhängig von der Form der Lötstelle (Meniskus) wird das eingestrahlte Licht mehr oder weniger reflektiert oder gestreut. Als Resultat dieses Effektes erscheint die Lötstelle mehr oder weniger glänzend und hell beziehungsweise matt und dunkel.

Um diesen Effekt nutzbar zu machen, werden innerhalb bestimmter Bereiche der Lötstelle die Grauwerte pro Pixel inspiziert. Die Summe aller Grauwerte der Pixel dieser Fläche ergeben einen Mittelwert (8-Bit Kamera ? 0 bis 255 Grauwerte; 0 bedeutet komplett schwarz und 255 bedeutet komplett weiß).

Der Programmierer muss demzufolge einen geeigneten Schwellenwert für die Gut/Schlecht-Bewertung setzen.

Beispiel:

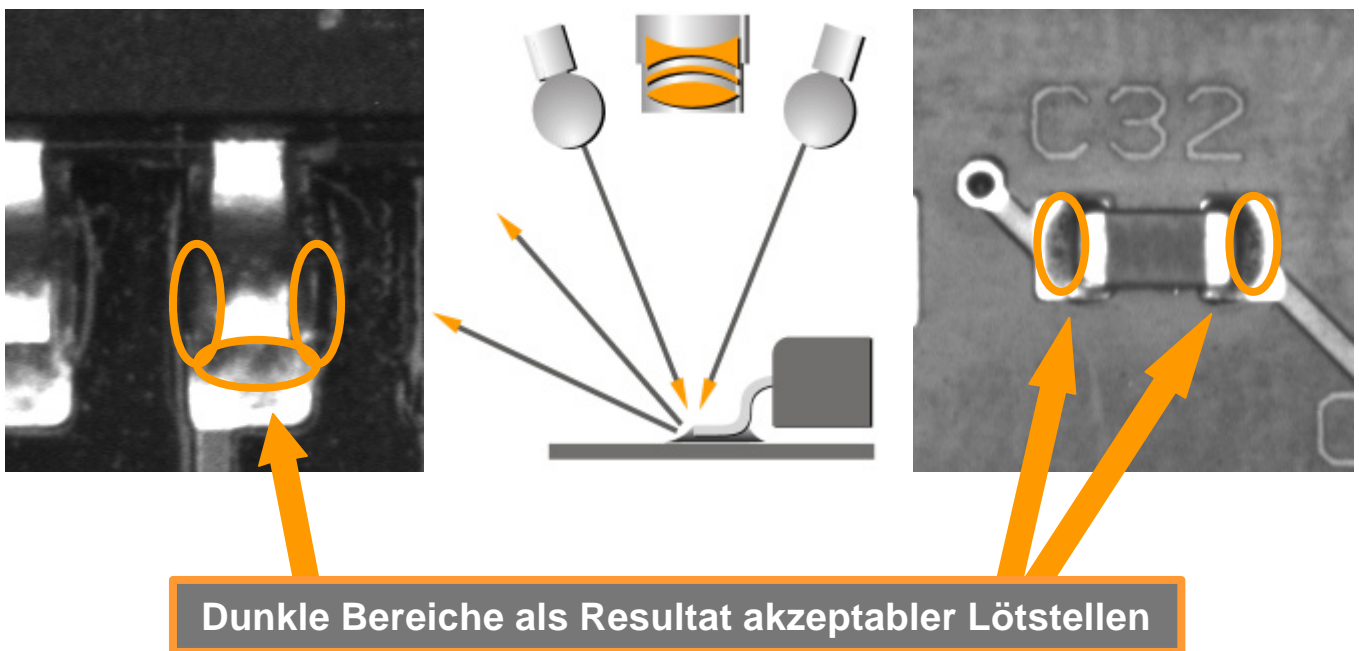
Eine akzeptable Lötstelle hat einen mittleren Grauwert von 150 (mittleres Grau).

Eine nicht akzeptable Lötstelle des gleichen Bauteils hat einen mittleren Grauwert von 200 (hell)

? Der Schellenwert zur Detektion muss bei 175 gesetzt werden.

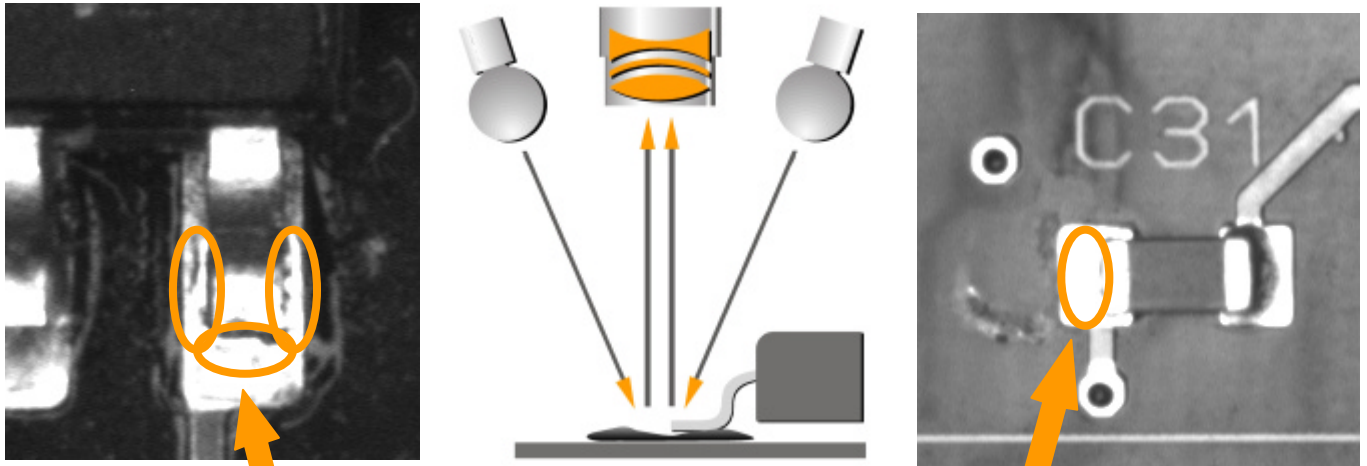
Akzeptable Lötstellen:

Der Hauptanteil des eingestrahnten Lichts wird gestreut? Die Lötstelle erscheint **dunkel**



Nicht akzeptable Lötstellen:

Der Hauptanteil des eingestrahelten Lichts wird reflektiert ? Die Lötstelle erscheint **hell**



Helle Bereiche als Resultat nicht akzeptabler Lötstellen