

# Automatische Optische Inspektion zur Prüfung von HF-Leiterplatten



Applikationsbericht

## Qualitätssicherung im SMT-Prozess

# Automatische Optische Inspektion zur Prüfung von HF-Leiterplatten

Bei der Serienfertigung von elektronischen Baugruppen ist es wünschenswert, die Herstellungs- und Prüfprozesse zu optimieren. Ein immer größer werdender Preisdruck und die gestiegenen Qualitätsanforderungen in der Elektronikfertigung erhöhen die Forderungen nach Kostenreduzierung, Prozessoptimierung, kurzen Durchlaufzeiten und Rückverfolgbarkeit. Insbesondere für Hersteller von kleineren und mittleren Stückzahlen stehen bei der Auswahl eines AOI-Systems nicht nur die Anschaffungskosten im Vordergrund. Sie legen auch besonderen Wert auf einen zeitoptimierten Produktwechsel, Programmierfreundlichkeit und wirtschaftlichen Betrieb. Diese Gründe spielten auch bei der Sennheiser electronic GmbH & Co. KG eine wichtige Rolle bei der AOI-Entscheidung.

### Sennheiser: Impulsgeber in der Elektroakustikbranche

Erstklassige Produkte und maßgeschneiderte Komplettlösungen in allen Bereichen der Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe von Ton – dafür steht der Name Sennheiser seit 60 Jahren. Die Firmengeschichte begann 1945 mit der Gründung des „Laboratoriums Wennebostel“ durch Professor Dr.-Ing. Fritz Sennheiser. Heute haben sich Sennheiser-Produkte einen festen Platz an der Weltspitze der Audiotechnik erobert. Der mittelständische Betrieb hat weltweit rund 1.600 Mitarbeiter – knapp 60% arbeiten in Deutschland – und seinen Hauptsitz in der Wedemark bei Hannover. Sennheiser produziert an vier Standorten in Deutschland, Irland und den USA. Über ein weltweites Netz von Vertriebstochtergesellschaften und langjährigen Vertragspartnern lebt das Unternehmen Kundennähe und hat stets ein „Ohr am Markt“. Diesen technischen Vorsprung ermöglichen eine große Forschungs- und Entwicklungsabteilung in Deutschland sowie ein F&E-Büro in Kalifornien. Die Weiterentwicklung der Technologien in Akustik und Elektronik schafft innovative Produkte, mit deren Hilfe Sennheiser seine Position als Global Player weiter ausbauen kann und seine führende Rolle als Impulsgeber in der Elektroakustikbranche immer wieder bestätigt. Im Jahr 2004 erzielte die Sennheiser-Gruppe einen Umsatz von 262 Millionen Euro. Der Gewinn verdoppelte sich auf 13,6 Millionen Euro.

Am zweiten deutschen Produktionsstandort in Burgdorf ist ein Großteil der HF-Fertigung (Hochfrequenz-Fertigung) angesiedelt. Hier finden die automatische Bestückung von Leiterplatten und die Montage elektro-

nischer Geräte statt. Dazu gehören vor allem die drahtlosen Mikrofone und als zweites Standbein Konferenz- und Informationssysteme. Die Eigenschaften von Sennheiser-Leiterplatten können wie folgt beschrieben werden: Sie haben eine sehr hohe Packungsdichte, werden in ganz unterschiedlichen Größen und Stückzahlen gefertigt und – eine Besonderheit insbesondere auch im Hinblick auf die Prüfaufgabe – sie haben oft einen oder mehrere HF-Abschirmdeckel. Insgesamt laufen bei Sennheiser in Burgdorf ca. 270 verschiedene Leiterplattentypen mit ca. 330 verschiedenen Bauteilen auf zwei SMT-Linien.



Prüfobjekte v.l.n.r.: Drahtlose Hörhilfe Set 810, Drahtloses Mikrofon SK 5012, Headset HMEC 300, Konferenzanlage SDC 3000 D

### AOI für die Prozessoptimierung

Sennheiser legt in seiner Unternehmensphilosophie sehr viel Wert auf Qualität, denn nur so ist es möglich, die exzellente Position auf dem Weltmarkt weiter auszubauen. Um diesem Anspruch noch mehr gerecht werden zu können, entschloss Sennheiser sich, ein AOI-System in der Elektronikbaugruppenmontage einzuführen.

Das AOI-System sollte dabei folgende Kriterien erfüllen:

- Zuverlässige Fehlerfindung
- Frühe Fehlerfindung
- Sichere Fehlererkennung auch bei hoher Packungsdichte und immer kleiner werdenden Bauelementen wie 0402- oder zukünftig 0201-Bauteilen
- Datenlieferung für die Produkt- und Prozessoptimierung
- Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit der Prüfung, was aufgrund der kleinen Bauteile rein manuell nur noch eingeschränkt möglich ist

Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, wurden folgende Anforderungen an das AOI-System gestellt:

- Niedriger (möglichst „Null“-) Schlupf bei möglichst geringer Pseudofehlerrate
- Prüfung von HF-Leiterplatten mit Abschirmrahmen und dazugehörigem Steg
- Einsatzfähig auch für zukünftig zu verarbeitende 0201-Bauelemente
- Lieferung von Daten für statistische Auswertungen und zur sofortigen Prozessoptimierung



SMD-Fertigung von Sennheiser in Burgdorf

Die Entscheidung für Viscom fiel im Rahmen einer Versuchsreihe im Jahre 2002, während der AOI-Systeme verschiedener Hersteller auf Basis der o.g. Aufgabenstellung getestet wurden. Evaluiert wurde dabei mit einer ausgewählten Baugruppe eines Empfängers. Eine besondere Herausforderung für das AOI-System waren einerseits die HF-Rahmen für später zu montierende HF-Abschirmdeckel, die teilweise die orthogonale Sicht auf die Bauelemente und deren Lötstellen verdeckten, und andererseits die dichte Bestückung. Mit einer rein orthogonalen Prüfung können diese Baugruppen nicht vollständig geprüft werden. Erst der Einsatz einer geeigneten Sensorik ermöglicht eine ausreichende Prüfsicht auf die Leiterplatte. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass die Resultate der manuellen Prozesskontrolle von drei Personen sehr unterschiedlich waren, was mit dem AOI-System erheblich verbessert werden konnte.

Auf dieser Basis konnte die AOI-Lösung bereits kurz nach der Einführung sehr schnell überzeugen, da sie sich als große Hilfe für die Prozesskontrolle erwies und so auch schnell in der Produktion akzeptiert wurde. Eine wichtige Anforderung an das AOI war das schnelle Feedback für die Linienprozesse. Dies ist aufgrund der frühzeitigen Entdeckung von Fehlern – vor allem beim Pastendruck und der Lötstellenqualität – gegeben. Die Prozesse waren nun leichter optimierbar und die Fehlerraten wurden erfolgreich reduziert. Insgesamt führte dies zu einer erheblichen Kostenreduzierung im Fertigungsablauf. „Wir versuchen, am AOI-System so viele Fehler wie möglich abzufangen, denn jeder Fehler, den wir mit der AOI finden, spart uns richtig Geld. Die

Fehler müssen wir nicht mehr in der Funktionsprüfung suchen. Da wir die Fehler nun früher finden, ist das schnelle Feedback an die Linie sichergestellt“, so Dr. Petra Hildebrandt, Fertigungssysteme Test bei Sennheiser.

Heute werden rund 80% der bestückten Leiterplatten mit der Viscom S6055 geprüft, und auch viele interne Kunden – wie die Standorte in den USA und in Irland – machen eine AOI-Prüfung mittlerweile zur Voraussetzung. Sennheiser führt derzeit Seriengrößen von ca. 40 Produktwechseln pro Woche und Linie, d.h. das AOI-System führt 16 Produktwechsel pro Tag. Die meisten Losgrößen sind dabei relativ klein. So existieren bei Sennheiser inzwischen ca. 430 AOI-Programme, teilweise Varianten. „Während anfangs, auch aufgrund der Sonderprüfaufgaben, die Programmierung einige Zeit in Anspruch nahm, fallen nun nur noch drei bis vier Stunden Zeitaufwand (inkl. der Sonderprüfaufgaben!) an. Die Linien-Fehlerrate liegt aufgrund der statistischen Prozesskontrolle bei unter 100 dpm“, so Ulrich Anke, SMD-Bestückung bei Sennheiser.

Das AOI-System ist so in die Linie integriert, dass auch Leiterplatten von der anderen Fertigungslinie manuell eingeschleust werden können – so kann das System flexibel eingesetzt werden und optimalen Nutzen bringen.

Sennheiser prüft seine Produkte dabei neben einer orthogonalen Kameraansicht generell mit einer geeigneten Kameraansicht. Dies nicht nur, weil es sich größtenteils um HF-Baugruppen mit HF-Rahmen- und Abschirmungen handelt, sondern weil nur so auch die kleinsten Chips sicher bezüglich Grabsteineffekt und Auflieger geprüft werden können. Auch bei QFP und anderen Fine



V.l.n.r.: Dr. Petra Hildebrandt, Fertigungssysteme Test, Sennheiser; Wolfgang Herbig, Viscom Repräsentant, HERBIG TECHNOLOGIES; Ulrich Anke, SMD-Bestückung Produktion Elektronische Komponenten, Sennheiser

Pitch-Bauteilen ist die geeignete Prüfung von immensem Vorteil, wie z.B. für das Finden von haarfeinen Brücken im hinteren Bereich der Anschlussbeinchen, bei Aufliegern etc. und erhöht damit deutlich die Prüftiefe.

Die Sennheiser-Gruppe hat insgesamt drei Bestücklinien – zwei befinden

Fortsetzung ►

sich in Burgdorf und eine in Albuquerque, New Mexico (USA). In beiden Werken wird die automatische optische Inspektion mit je einem Viscom S6055-System durchgeführt. Nachdem im Werk in Albuquerque im Oktober 2004 eine S6055-II installiert wurde und es in diesem Zuge zu einem Spiegelbild des Standortes Burgdorf aus- und umgebaut wurde, können die beiden Standorte ihre Erfahrungen bei der Inspektion untereinander austauschen. Zurzeit arbeiten die beiden AOI-Systeme in Burgdorf und den USA auf Basis einer einheitlichen Prüfbibliothek. Sie sind dementsprechend kalibriert, so dass auch Prüfprogramme von einem Standort zum anderen transferiert werden können.

## Ein Blick in die Zukunft

Auch für die Zukunft hat Sennheiser sich einige Ziele gesetzt. So wird bereits beim Leiterplattendesign die AOI-Prüfbarkeit berücksichtigt, indem AOI-Daten bzw. deren Ergebnisse via CAQ-System zur Verfügung gestellt werden.

Da in Zukunft auch 0201-Bauteile eingesetzt werden sollen, ist außerdem der Austausch bzw. die Erweiterung der derzeitigen AOI-Sensorik mit einer Standardauflösung von ca. 20µm/Pixel gegen eine hochauflösende Sensorik mit 10µm/Pixel geplant. Sie ermöglicht die zuverlässige Inspektion von 0201-Bauteilen und deren Lötstellen. Aber auch diesen Veränderungen blickt Dr. Petra Hildebrandt zuversichtlich entgegen.

### Zentrale:

#### Viscom AG

Carl-Buderus-Str. 9 - 15 · 30455 Hannover  
Tel.: +49 511 94996-0 · Fax: +49 511 94996-900  
info@viscom.de · www.viscom.de

Unsere internationalen Niederlassungen und Repräsentanten in Europa, USA und Asien finden Sie unter:

[www.viscom.com](http://www.viscom.com)