


### Prozess- und Qualitätsoptimierung in der Elektronikfertigung

# Modulare Prüftechnologien

Um Qualität, Kosten und den Durchsatz in der Produktion abzusichern, sind Optimierungsprozesse in der heutigen Fertigungstechnologie unverzichtbar. Beim Einsatz neuer Bauelemente, Baugruppen, Verfahren und Betriebsmittel müssen allerdings auch deren Auswirkungen auf den Fertigungsprozess beurteilt werden können. Dabei gilt es heute eingesetzte Prüftechnologien für die jeweilige Anwendung zu bewerten und vor allem auch die Notwendigkeit und Erfordernisse der Geräte-Endprüfung zu berücksichtigen.

Die Einflussfaktoren in der Produktion sind vielfältig. Das Zusammenwirken der Bauteile Beschaffungsprozesses mit den eingesetzten Produktionsmaschinen entscheidet über den Durchsatz und die Qualität des gefertigten Produktes. Die Parameter sind nur schwierig voneinander zu isolieren (**Bild 1**). Weitere Faktoren sind der Ausbildungsstand des Personals sowie die Regelkenngößen zur Überwachung der laufenden Produktion. **Bild 2**

**AUTOR**



Dieter Rosner  
(rosner@he-handke.com)  
leitet die Entwicklung  
optischer und elektrischer  
Testsysteme der Handke-Gruppe

zeigt die Haupt-Prozesse mit den zugehörigen Einfluss-Parametern.

Die Einführung mechanischer und elektrischer Bauelemente in die Produktion bringt eine zunehmende Automatisierung der Fertigungstechnologien mit sich. Im Folgenden werden die Grundlagen und Prinzipien unterschiedlicher Testmöglichkeiten näher beleuchtet.

#### Der In-Circuit-Test (ICT)

Zielsetzung bei der Überprüfung von Leiterplatten ist die Erkennung von

- ▶ Verbindungsfehlern,
- ▶ Montagefehlern sowie
- ▶ Bauteilefehlern.

Der ICT soll jede Komponente der Baugruppe prüfen. Diese Strategie funktioniert

nur eingeschränkt, da die Bauelemente einer Baugruppe im Verbund Netzwerkknoten bilden. Diese können nicht komplett unabhängig voneinander gemessen werden. Es bilden sich layoutbedingt Reihen- bzw. Parallelschaltungen oder gemischte Reihen-Parallelschaltungen.

Realisiert wird dies mit einer geeigneten Messelektronik und einer sogenannten Adaption für die Baugruppe. Ein Nadelbettadapter stellt über Federkontakte eine elektrische Verbindung zwischen jedem Schaltungsknoten der Baugruppe und dem Testsystem her. Tests werden dann für jede einzelne Komponente als Bauelemente-Test durchgeführt.

Die Vorteile dabei sind:

- ▶ Der Test erfordert kein Verständnis für die Gesamtfunktion der Baugruppe.

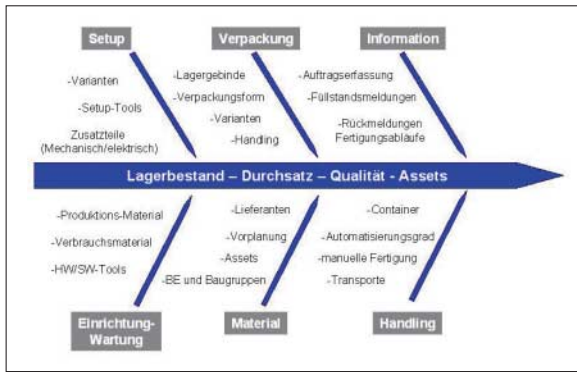


Bild 1: Einflüsse auf die Fertigungsvorbereitung

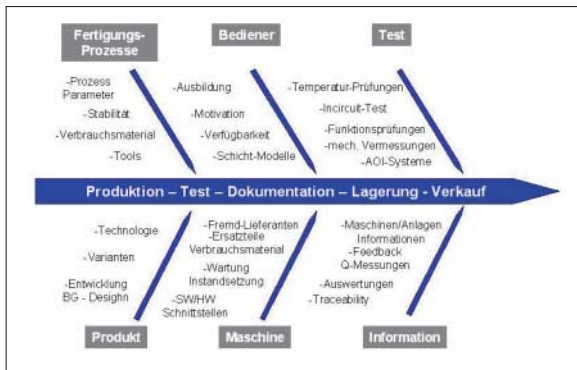


Bild 2: Einflüsse auf die Produktion und Auslagerung

- ▶ Defekte Schaltungsknoten werden schnell und genau lokalisiert.
- ▶ In einem Prüfungslauf sind mehrere Fehler auffindbar und
- ▶ es wird nicht mit der originalen Spannungsversorgung der Bauelemente gearbeitet, was eine geringe Gefahr der Zerstörung mit sich bringt.

Der Testablauf eines klassischen ICT umfasst:

- ▶ Kontaktierungstest,
- ▶ Kurzschlussstest der Gesamtschaltung,
- ▶ Verbindungstest,
- ▶ Prüfung der Widerstands- bzw. Potentiometerwerte,
- ▶ der Werte von Kondensatoren und Elektrolyt-Kondensatoren,
- ▶ von Induktivitäten,
- ▶ von Dioden, LEDs oder Z-Dioden,
- ▶ von Transistoren,
- ▶ von digitalen Bauelementen sowie
- ▶ Bustests.

## Elektrischer Funktionstest (FKT)

Für den elektrischen Funktionstest wird die Außenwelt des Prüflings so genau wie möglich nachgebildet. Für den normalen Betrieb der Baugruppe wählt man typi-

sche Versorgungsspannungen und Signale, um so realistisch wie möglich den späteren Betriebszustand zu simulieren.

Mit dieser Teststrategie findet man Fehler, die bei Interaktionen von Bauelementen auftreten oder im Zusammenwirken von Funktionen der Baugruppe begründet sind.

Über Nadelbettadapter erfolgt der Zugriff auf die Schaltungsknoten um Versorgungsspannungen und Signale einzuspeisen und Messungen durchzuführen. Um eine stabile und prozessfähige Kontaktierung des Prüflings zu ermöglichen sind sogenannte Messpads (>0,5 mm) bei der Layoutentwicklung der Leiterplatte vorzusehen.

## Testbarkeit

Um die Testbarkeit einer Baugruppe für den ICT oder den FKT zu realisieren sollten die Positionen der Passstiftlöcher oder Erkennungs-Marken zusammen mit dem Layout der Baugruppe im CAD-System definiert sein. Um die Positionsgenauigkeit zu gewährleisten, müssen alle Löcher für Passstifte und Bauteilebohrungen in einem Arbeitsgang gefertigt werden. Erkennungspunkte wie Passlöcher bzw. Fiducal Marks sollten diagonal und möglichst weit voneinander angeordnet sein.

Dabei gilt es zu beachten, dass sich keine Messkontakte am Rand der Leiterplatte (Transportbereich) befinden: Ideal sind ca. 7 mm Abstand vom Leiterplattenrand. Zudem sollte die Zugänglichkeit aller zu berücksichtigenden Messpads von einer Seite her möglich sein.

## Automatische optische Inspektion (AOI)

Dort, wo sich ein ICT oder FKT nur umständlich realisieren lässt oder der elektrische Test keine Fehler detektieren kann, müssen Kamera- bzw. Röntgen-Testsysteme zum Einsatz kommen. Dabei beein-

flussen zahlreiche Parameter die Testergebnisse, wie z. B.

- ▶ die Auflösung der Kamera,
- ▶ die Beleuchtung des Objekts oder
- ▶ die Verwendung von Bauelementen mit nicht sichtbaren oder zugänglichen Anschlüssen,
- ▶ der Aufwand bei Änderungen der Bauelemente und Chargen oder
- ▶ die Positioniergenauigkeiten der Bauelemente auf der Baugruppe und somit die Definition der Toleranz oder Messfenster.

Bei 2D-Kamera-Systemen wird die zu prüfende Baugruppe von der Ober- bzw. Unterseite inspiziert. Schwierig ist dann die Beurteilung von Bauteilhöhen sowie die Beurteilung von Lötstellen, welche je nach Lötzinn-Menge oder Schwankungen im Vorprozess verfälschte Ergebnisse liefern. Entsprechendes Know-how des Bedienpersonals ist Voraussetzung.

Der Röntgensystemtest (X-Ray-Test) wird eingesetzt, um Fehler an Bauelementen zu detektieren, die mit herkömmlichen Mitteln wie ICT- oder AOI-Systemen nicht mehr auffindbar sind – dies ist der Fall beim Einsatz von aktiven Halbleiter Bauelementen mit J-Leads, BGAs oder Area Array-Bauteilen mit nicht sichtbaren Anschlüssen unter dem Bauelement.

### Boundary Scan und Traceability

Die Erfassungen von Bauelement-Kenn-daten ist ein wesentlicher Bestandteil, um den Herstellungsprozess abzusichern. Diese Daten nutzt der Baugruppen-Hersteller, um die Funktionalität seiner verwendeten Bauelemente nachzuweisen. Für die Dokumentation der zulässigen Toleranzbereiche vom Warenein- bis zum Warenausgang finden Software-basierende Track and Trace-Systeme ihren Einsatz.

Als Alternative wurde in den letzten Jahren häufig die Boundary Scan-Technologie propagiert. Wesentliche Grundvoraussetzung für den Boundary Scan-Test ist, dass bei der Chipentwicklung bereits die Prüffunktionalität berücksichtigt wird.

Für die Produktion stellt sich die Frage, mit welchen Mitteln können Traceability und Qualitätsanforderungen gewährleistet

werden. Zunächst ist die Prüftiefe und deren sinnvolle Festlegung ein entscheidendes Kriterium. Bei sicherheitsrelevanten Baugruppen wie z. B. für die Automobil-Industrie ist dies von größter Bedeutung, um aufwändige und kostenintensive Rückrufaktionen zu vermeiden.

Da jeder Prüfprozess jedoch einen gewissen Schlupf aufweist, gibt es keine wirkliche Sicherheit, dass eine Elektronik zu 100 % fehlerfrei ist. Häufig werden aus diesem Grunde während der Geräte-Endprüfung noch zusätzliche, absichernde Maßnahmen durchgeführt, um diese Lücke so gut wie möglich zu schließen. Letztlich stellt diese qualitätssichernde Maßnahme jedoch keine Wertschöpfung dar.

### Fazit

Gleichgültig welche Prüf-Philosophie verfolgt wird ergibt sich folgendes Fazit. Die Endgeräteprüfung muss eine

- ▶ kostengünstige Adaption,
- ▶ flexible Umrüstung,
- ▶ einbinden verschiedener Teststrategien,
- ▶ freie Konfigurierbarkeit der Prüftiefe sowie
- ▶ Traceability-Funktionen für Prozess und Produkt bieten.

Das modulare Hiscan-System von Handke ermöglicht die variable Anpassung an die jeweiligen Prüfaufgaben. Es wird in der Produktion als flexibles Testsystem eingesetzt und ist sowohl für die optische als auch für die elektrische Prüfung von Produkten geeignet. Das Grundkonzept ist so ausgelegt, dass ein breites Spektrum von Messaufgaben gelöst werden kann.

So lässt sich Hiscan als Qualitätssicherungs-Instrument an mehreren Stellen in der Produktion einsetzen: Im Final-Assembly-Bereich, zur Prozesskontrolle von Bestückungsaufgaben im Odd-Component-Placement-Bereich und natürlich im gesamten SMT-Bereich.

	<b>infoDIRECT</b>	<b>420pro407</b>
<a href="http://www.all-electronics.de">www.all-electronics.de</a>		
▶ <a href="#">Link zu Handke</a>		