

Amit Verma

Kostenreduktion mittels DPMO-Methode – Teil 1

Die Hersteller von elektronischen Baugruppen können mit Hilfe der DPMO-Methode die Kosten durch den gezielten Einsatz von weniger Ressourcen reduzieren. So lässt sich mittels DPMO-Daten (Defects Per Million Opportunities) das Fehlerspektrum bei künftigen Produkten voraussagen, Angebote für neue Aufträge kalkulieren, Qualitätsziele für die Fertigung festlegen, Teststrategien definieren, die Fertigungsausbeute voraussagen oder das Qualitätsniveau der ausgelieferten Ware abschätzen. Mit Werkzeugen zur Kostenberechnung können anhand der DPMO- und Stücklistendaten die Herstellungskosten abgeschätzt werden. In Kombination mit standortspezifischen Kriterien, wie z. B. Arbeitskosten, und mit der entsprechenden Teststrategie lassen sich 80 % der Baugruppenkosten problemlos berechnen, sofern geeignete DPMO-Werte verfügbar sind.

Mit korrekt ermittelten DPMO-Werten können die Hersteller sehr genaue Vorhersagen sowohl über die Prozessqualität als auch über den geplanten Gewinn machen. Inzwischen sind auch Werkzeuge verfügbar, welche mittels der DPMO-Daten eine strategische Entscheidungsfindung ermöglichen. Die Conversion Cost Roadmap der NEMI (National Electronics Manufacturing Initiative) fordert die schrittweise Reduktion der Kosten pro IO bezogen auf die Baugruppe. Ein wichtiges Kriterium dazu ist das Erreichen eines höheren Qualitätslevels, was zu einer höheren Auslastung, kürzeren Produktzykluszeiten sowie geringeren Kosten für Test, Inspektion, Reparatur sowie Ausschuss und damit insgesamt zu niedrigeren Herstellungskosten führt. Wenn ein Hersteller das Qualitätsniveau nicht verbessern kann, lassen sich auch die Herstellungskosten nicht reduzieren. Durch die zunehmende Komplexität der Elektronikbaugruppen stehen sich widersprechende Faktoren wie eher abnehmende Fertigungsausbeuten, höheren Kosten für Test und Inspektion, geringere Auslastung der Fertigungslinie sowie zunehmende Ausschussrate und Nacharbeit längeren Produktzykluszeiten gegenüber (**Bild 1**).

DPMO (Defects per Million Opportunities), also die Fehlerzahl pro einer Million möglichen Fehlern, ist eine bevorzugtes Maßzahl, um eine Qualitätssteigerung erzielen zu können. Ein effektiver Managementprozess auf der Basis der DPMO-Methode kann in der Elektronikfertigung folgende Vorteile bringen:

- ▶ Es werden Voraussetzungen geschaffen, unter denen die Qualität der Fertigungsprozesse laufend verbessert werden kann.
- ▶ Die Optimierungspläne der Fertigungsstätten können besser in Relation zu Konkurrenten und bezogen auf Industrienormen definiert werden.
- ▶ Es ist bereits sehr früh im Produktlebenszyklus eine genaue Abschätzung der Fertigungskosten für die Angebotskalkulation möglich.
- ▶ Es lassen sich nachvollziehbare DFM (Fertigungsgerechte Entwicklung (Design for Manufacturability)) und DFT-Prozesse (Prüfgerechte Entwicklung (Design for Testability)) schaffen.
- ▶ Die Kosten für Fertigung, Test, Nacharbeit und Ausschuss lassen sich reduzieren.
- ▶ Die Auslastung der Fertigungslinien kann verbessert werden.
- ▶ Es ist eine bessere Verteilung von Prioritäten bei eingeschränkten Ressourcen in globalen Umgebungen möglich.

Wie definiert man DPMO?

Gemäß IPC Standard 9261 „In-Process DPMO and Estimated Yield for PWAs“ definiert sich DPMO einfach als „die Anzahl der gemessenen Fehler aus einer Gesamtzahl“ dividiert durch „die Anzahl der möglichen Fehler in der gleichen Stichprobe“:

$$\text{DPMO} = (\text{Fehlerzahl}/\text{Fehlermöglichkeiten}) \times 10^6 \quad (\text{Gleichung 1})$$

Oftmals wird DPMO jeweils auf Lötstellen, Bauteile und Baugruppen bezogen. Ein Lötstellen-DPMO-Wert kann zum Beispiel als „DPMO_L“ und der Bauteil-DPMO-Wert als „DPMO_B“ gekennzeichnet werden. Jede DPMO-Art umfasst einzigartige Fehlerarten, die in der Fehleranzahl enthalten sind. Auch die Fehlermöglichkeiten verändern sich je nach Typ.

Der Lötstellen-DPMO-Wert umfasst beispielsweise Kurzschlüsse, Unterbrechungen und Probleme der Lötqualität in der Fehleranzahl, während die Fehlermöglichkeiten in diesem Fall die Anzahl der Lötstellen auf der Baugruppe bedeuten.

Der Bauteil-DPMO-Wert beinhaltet fehlende Bauteile, nicht funktionierende Bauteile, falsche und verdreht plazierte Bauteile in der Fehlerzahl, während die Fehlermöglichkeiten für die Gesamtzahl der Komponenten auf der Baugruppe stehen.

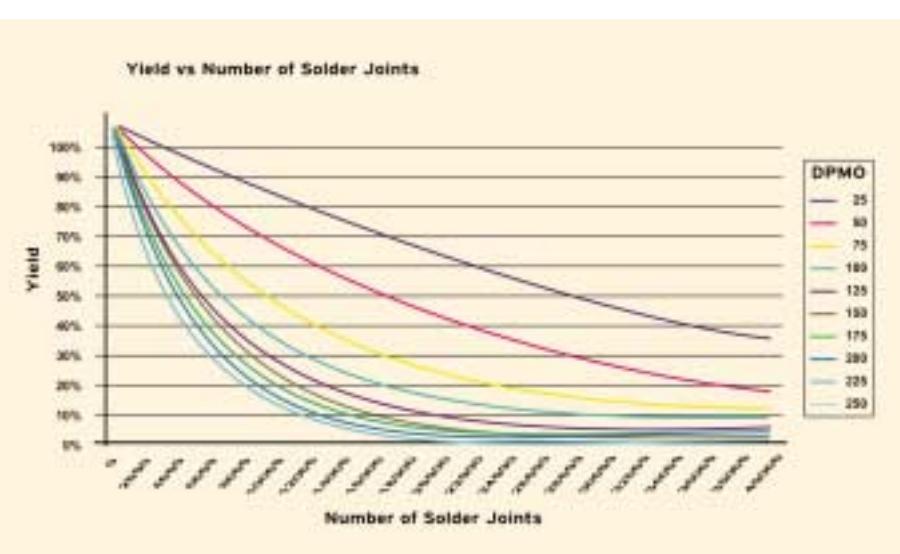


Bild 1: Die Fertigungsausbeute nimmt mit zunehmender Anzahl der Lötstellen pro Baugruppe ab. In der Grafik lässt sich bei einem bekannten DPMO-Wert für das Produkt die Fertigungsausbeute abschätzen, indem ausgehend von der Anzahl der Lötstellen der Schnittpunkt mit der entsprechenden DPMO-Kurve gesucht wird. Die Fertigungsausbeute lässt sich auch mit Gleichung 2 berechnen



all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



Der Gesamt-DPMO-Wert umfasst dagegen alle Fehlerarten und alle Fehlermöglichkeiten eines Fertigungsprozesses. Wenn mehrere Prüfstufen vorhanden sind, können die in den einzelnen Stufen gemessenen DPMO-Werte addiert werden, um den DPMO-Gesamtwert zu bilden. Die entsprechenden Details sind im Standard IPC 9261 beschrieben.

DPMO-Wert und Fertigungsausbeute

Die Fertigungsausbeute im ersten Durchlauf (First Pass Yield) einer Teststufe wie dem In-Circuit-Test (ICT), wird seit vielen Jahren als Qualitätskriterium schlechthin benutzt. Für moderne Teststrategien, die mehrere Verfahren wie AOI, AXI und ICT kombinieren, um eine möglichst vollständige Testabdeckung zu erreichen, ist der beim ICT ermittelte Wert für die Fertigungsausbeute dagegen weniger hilfreich. Dabei besteht das Problem weniger darin, dass durch mehrere Testschritte auch entsprechend viele Werte für die Fertigungsausbeute ermittelt werden müssen und damit die Auswertung kompliziert werden kann. Vielmehr ist die Genauigkeit, die Präzision und Eindeutigkeit des Messwertes wichtig, mit dem die Fertigungsausbeute in einer Testumgebung ermittelt wird.

Yield Table				
Yield	Test Coverage	Defects Found (per board)	Total Defects Present (per board)	
22%	75%	1.5	2	
37%	50%	1	2	
61%	25%	0.5	2	
78%	13%	0.25	2	
91%	5%	0.09	2	

Bild 2: Die Tabelle zeigt, warum die Fertigungsausbeute beeinträchtigt wird, wenn die Testabdeckung sinkt und die Fehlerabdeckung von Testschritt zu Testschritt inkonsistent ist. Die Fertigungsausbeute lässt sich durch die Reduktion der Testabdeckung „künstlich“ über 90 % anheben

Die „gemessene Fertigungsausbeute“ einer bestimmten Teststufe steht in direkter Beziehung zur „Testabdeckung“ dieser Stufe. Bisher lieferte der ICT eine ausgezeichnete Testabdeckung, wenn der Zugriff über Nadelbettadapter möglich war; es wurde meist ein Zugriff von mehr als 90 %, oftmals sogar von 100 % erreicht. Die Fehlerarten, welche die Hersteller finden wollten, waren für den ICT erkennbar. In der heutigen Testumgebung ist der Zugriff über Nadelbettadapter allerdings selten zu 100 % möglich. Überdies werden

inzwischen zunehmend AOI- und AXI-Verfahren eingesetzt, um strukturelle Fehler, wie ungenügende Lötstellen oder fehlende Ableit-Kondensatoren zu finden, die mittels ICT nicht gefunden werden können. Im Ergebnis ist die Fehlerabdeckung durch den ICT oft viel niedriger als früher, was damit die Aussagekraft des ICT als Kriterium für die Fertigungsausbeute in Frage stellt (**Bild 2**).

Außerdem setzen die Hersteller immer öfter verteilte Teststrategien mit unterschiedlichen Testverfahren um, wobei die Testabdeckung an einem System bewusst reduziert wird, um Zeit und Kosten zu sparen. Diese reduzierte Testabdeckung wird dann ebenso gezielt mit einer anderen Teststufe erreicht. Dadurch lassen sich unnötige Überlappungen in der Testabdeckung eliminieren. Testzeiten werden reduziert und Kosten für aufwendige ICT-Adapter eingespart. Ein weiteres Problem – was eigentlich einen Vorteil bringen soll – besteht bei der Ermittlung des DPMO-Wertes darin, dass bei Teststrategien mit verschiedenen Testmethoden oftmals Anlagen an ganz bestimmten Stellen in der Fertigungslinie eingesetzt werden, um eine schnelle Rückkopplung für den jeweiligen Fertigungsschritt zu ermöglichen. Da die einzelnen Testschritte an unterschiedlichen Stellen im Prozessablauf (nach der Bestückung, nach ▶)

dem Reflow-Löten, nach dem Wellenlöten etc.) ausgeführt werden, kann die Testabdeckung der einzelnen Tests sehr unterschiedlich ausfallen, je nachdem, welche Bauteile zum jeweiligen Testzeitpunkt bereits bestückt wurden.

All diese Faktoren und die Unterschiede von Produkt zu Produkt führen zu einer Situation, in der sich die Testabdeckung für Produkt 'A' in Testschritt 'X' (wobei 'X' für ICT oder AOI oder AXI stehen kann) von der Testabdeckung für Produkt 'B' im gleichen Testschritt total unterscheiden kann – ein Vergleich der Fertigungsausbeute zwischen Produkt 'A' und Produkt 'B' hat daher wenig Bedeutung oder Glaubwürdigkeit. Immer häufiger ist deshalb der ermittelte Wert für die Fertigungsausbeute nur innerhalb eines ganz bestimmten Bezugsystems für ein bestimmtes Produkt plausibel zu interpretieren – nie aber für jedes beliebige Produkt.

Damit fehlt einer Abschätzung, die behauptet, dass der ICT eine Fehlerabdeckung von „mehr als 90 %“ erreicht, jegliche Glaubwürdigkeit. Wie in **Bild 2** dargestellt, kann die Fertigungsausbeute ungeachtet der eigentlichen Qualität des Produktes „künstlich“ auf über 90 % angehoben werden, einfach indem die Fehlerabdeckung beim ICT entsprechend reduziert wird.

Auch die Tatsache, dass Fehler oft entdeckt und repariert werden, bevor die Baugruppen den ICT in einer verteilten Teststrategie erreichen, verkompliziert die Angelegenheit. Somit ist eine ermittelte Fertigungsausbeute bezogen auf den ICT als Kriterium zur Abschätzung der gesamten Prozessqualität nicht geeignet. Denn die Fehler, die bereits beseitigt wurden, können nicht mehr berücksichtigt werden. Es könnten sogar mehr Fehler entdeckt worden sein als mittels des ICT gefunden werden können.

Der Vorteil der DPMO-Methode gegenüber einer sonstwie ermittelten Fertigungsausbeute ist, dass die für jeden Testschritt gemessenen DPMO-Werte einfach zu einem DPMO-Gesamtwert addiert werden können. Dieser DPMO-Gesamtwert verdeutlicht viel genauer die Produktqualität, ungeachtet dessen, wo die Fehler mit Blick auf eine verteilte Teststrategie entdeckt wurden.

Aus diesen Gründen wird zur Abschätzung der Fertigungsqualität anstatt einer ermittelten Fertigungsausbeute immer häufiger der DPMO-Wert als Maßstab verwendet, da nur so ein Vergleich von Produkt 'A' mit Produkt 'B' ungeachtet des Prozessablaufs oder der Unterschiede in der Testabdeckung aufgrund verteilter Teststrategien und des Verlusts des ICT-Zugriffs möglich ist. Die Industrie akzeptiert DPMO-Werte zunehmend als absoluten Qualitätsmaßstab, der einen Vergleich mit den Zielwer-

ten anderer Produkte, den Idealwerten der Industrie („Best of Breed“) und zwischen verschiedenen Herstellern erlaubt.

Grenzen des DPMO-Wertes als Qualitätsmaßstab

Obwohl der DPMO-Gesamtwert einen viel besseren Mechanismus als die gemessene Fertigungsausbeute für Qualitätsvergleiche zwischen Produkten (und von Produkten zu Benchmark-Werten) darstellt, sollte dennoch über die Einschränkungen diskutiert werden.

DPMO-Werte sind wenig aussagekräftig, wenn die Testabdeckung nicht ausreicht. Ungeachtet dessen, wo die Fehler in einer verteilten Teststrategie gefunden werden. Wenn bestimmte Fehler im Prozess überhaupt nicht entdeckt werden können, können sie auch niemals in der DPMO-Kalkulation berücksichtigt werden. Deswegen kann nur dann ein plausibler DPMO-Gesamtwert errechnet werden, wenn die gesamte Testabdeckung aller Testschritte vollständig erfasst und aufaddiert wird. Während bei der Ermittlung der „Fertigungsausbeute“ ein Vertrauensverlust auftritt, sobald ein einziger Testschritt keine vollständige Fehlerabdeckung aufweist, wird der DPMO-Gesamtwert nur dann kleiner, wenn alle Schritte zusammengerechnet die notwendige Fehlerabdeckung nicht erreichen.

Ein zu berücksichtigender Faktor beim Vergleich der DPMO-Werte unterschiedlicher Produkte ist die relative „Komplexität“ bzw. der „Index der Herstellbarkeit“. Eigentlich wäre der Vergleich des DPMO-Werts einer in großen Stückzahlen hergestellten Automotive-Baugruppe mit einer Gesamtzahl von 3 000 Lötstellen und einer Telekommunikationskarte mit 30 000 Lötstellen technisch durchaus plausibel. Praktisch macht es jedoch keinen Sinn, da nur eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein ähnliches Qualitätsniveau bei beiden Produkten erreicht werden kann. Beim Vergleich von DPMO-Werten zwischen Produkten und Benchmarks ist es daher wichtig zu überlegen, mit welchen Kriterien ein plausibler „Vergleich“ angesetzt werden kann. Nützlich ist in dieser Hinsicht z.B. der Komplexitätsindex.

Abschätzung der Fertigungsausbeute mittels DPMO

Die Anzahl der Fehler auf einer Baugruppe lässt sich mit Hilfe des DPMO-Werts und folgender Gleichung vorab abschätzen:

$$\text{Fertigungsausbeute} = e^{-(\text{Fehleranzahl})} \times 100 \% \quad (\text{Gleichung 2})$$

Die „Fehleranzahl“ kann mit Hilfe des DPMO-Werts und der **Gleichung 1** be-

rechnet werden. Die Berechnung der Fertigungsausbeute (Yield) mittels der DPMO-Werte ist ein entscheidender Vorteil. Wenn die Fertigungsausbeute für eine spezifische Teststufe vorausgesagt werden soll, dürfen nur jene Fehler, die von der Teststufe gefunden werden können, auch in den DPMO-Wert einfließen. Obwohl die Gleichung in den meisten Fällen eine gute Abschätzung der Fertigungsausbeute einer Baugruppe ermöglicht, ist sie bei einigen Fertigungsprozessen aufgrund der Bündelung bzw. Gruppierung von Fehlern bei einzelnen Bauteilpositionen weniger genau. Für die meisten Baugruppen stellt allerdings die Poisson-Verteilung (**Gleichung 2**) eine gute Annäherung an die Baugruppen-Fertigungsausbeute dar.

Implementierung von DPMO in der Fertigungsumgebung

Die Ermittlung des DPMO-Werts ist merklich schwieriger als die Berechnung der weithin bekannten „Fertigungsausbeute“. Während die Fertigungsausbeute bezogen auf die meisten Systeme zur Erfassung von Fertigungsdaten oft automatisch berechnet oder sogar über die GUI-Schnittstelle vieler Tester gemeldet wird, haben nur wenige Hersteller heute die Möglichkeit den DPMO-Wert automatisch zu berechnen.

Während die Fehlerzahl bereits verfügbar ist, wird der Wert für die Fehlermöglichkeiten von den meisten Testern und Fertigungsinformationssystemen (FIS) oftmals nicht ohne weiteres berechnet. Obwohl alle Informationen, die für die Berechnung der Fehlermöglichkeiten erforderlich sind, in der Stückliste (BOM) oder in der „Liste der durch das Inspektionssystem getesteten Bauteile“ immer enthalten sind, wird dieser Wert durch die Software nicht explizit berechnet. Je mehr allerdings Unternehmensdatenbanken eingesetzt werden, desto einfacher wird auch die Implementierung der DPMO-Methode.

Es überrascht andererseits nicht, dass einige führende Hersteller die Berechnung der DPMO-Werte in ihre Fertigungsinformationssysteme integriert haben. Diese meist grundlegenden Implementierungen berechnen sowohl den DPMO-Wert jeder Teststufe im Prozessablauf als auch den DPMO-Gesamtwert. Umfassendere Lösungen erlauben zudem die Berechnung von DPMO-Werten für bestimmte Untergruppen, wie z. B. für bestimmte Gehäusetypen (PBGA, RPAK, 0805-Chips oder 0,5 mm-QFP, etc.) oder sogar Bestellnummern.

Der DPMO-Wert für die einzelnen Gehäusetypen ermöglicht den Einsatz sehr effektiver Methoden zur Problemlösung. Wie von Flextronics gemeldet wurde, konnte mit Hilfe der Gehäusetypendaten im Zuge einer kontinuierlichen Verbesserung die ▶

Fehlerrate bei einem Produkt über 3 Monate um 83 % (von 635 DPMO auf 93 DPMO) reduziert werden. Durch derartige Informationen wird deutlich, dass z.B. ein Gehäuse des Typs QFP 256 beim Produkt 'A' einen doppelt so hohen DPMO-Wert aufweist als beim Produkt 'B'. Die Anstrengungen zur Qualitätsverbesserung lassen sich damit schnell auf problematische Untergruppen konzentrieren. Ohne derartige Berichte wäre die hohe Fehlerrate des Gehäusetyps QFP 256 in der Gesamtqualitätsstatistik wohl kaum aufgefallen, da in einem Gesamtbericht eine große Zahl von Untergruppen dargestellt wird. Durch diese besonderen DPMO-Berichte im Hinblick auf bestimmte Gehäusetypen lassen sich bei Problemen die entsprechenden Untergruppen einfach isolieren und identifizieren.

Solche DPMO-Werte ermöglichen also die Gewinnung „aktionsfähiger“ Qualitätsinformationen über die Fertigung. Die Anstrengungen können somit auf die „wenigen wesentlichen Aufgaben fokussiert“ werden und entsprechende Verbesserungsaktionen lassen sich mit weniger Ressourcen ausführen.

„DPMO-Werte bezogen auf Bestellnummern“ bieten einen anderen wesentlichen Vorteil. Ein Fertigungsdienstleister könnte z.B. damit feststellen, dass gleiche SOIC16-Chips verschiedener Lieferanten zu ganz unterschiedlichen DPMO-Werten führen. Die Ursache könnte ein Problem des Lieferanten (verbogene Anschlusspins bei Lieferung, Koplanaritätsfehler oder sogar schlechte Benetzbarkeit der Lötfäden) oder ein Handlingproblem in der eigenen Warenannahme sein. Im Endeffekt könnte mit den DPMO-Daten Zeit und Geld gespart und sogar der Ausschuss reduziert werden.

DPMO bietet strategische Vorteile

Vielelleicht die wertvollste Verwendung von DPMO-Daten im Hinblick auf Gehäusetypen und Bestellnummern ist ihre Nutzung zur Vorhersage der Anzahl der Fehler in künftigen Produkten. Durch die Kombination der DPMO-Daten mit einer Stückliste lässt sich das Fehlerspektrum für jede beliebige Baugruppe berechnen. Diese Daten können damit zur Kalkulation neuer Projekte benutzt werden, um z.B. Qualitätsziele für die Fertigung festzusetzen, um die Wirksamkeit der DFM-Prozesse zu verbessern, Teststrategien zu definieren, die Fertigungsausbeute zu prognostizieren oder um das Qualitätsniveau der ausgelieferten Ware abzuschätzen - alles bevor überhaupt eine einzige Baugruppe jemals die Produktion durchlaufen hat. Sobald die Stückliste weitestgehend feststeht und die Fehler, die in der Fertigung auftreten können, bekannt sind, lassen sich 80 % der Baugruppenko-

sten anhand standortspezifischer Annahmen hinsichtlich der Arbeitskosten und der Teststrategie abschätzen. Aus diesem Grund ist es einfach zu verstehen, warum die DPMO-Daten für die Elektronikhersteller von strategischem Nutzen sind und ein Wettbewerbsvorteil bedeuten können. Ein weltweit aktiver Elektronikhersteller kann die ermittelten DPMO-Daten nutzen um festzustellen, welche seiner Fabriken das beste Qualitätslevel erreicht. Außerdem könnten die DPMO- und Stücklisten-daten in die Kostenrechnung einfließen und somit die Herstellungskosten abgeschätzt und neue Geschäftsmöglichkeiten erkannt werden. Auch können die Zielwerte sowohl für die Prozessqualität als auch für Gewinn und Verlust bestimmt werden - eine Kalkulationsmöglichkeit für einige der wichtigsten Kriterien in diesem Geschäft.

DPMO-Benchmarks

Da die Hersteller die DPMO-Werte nutzen können, um neue Aufträge zu kalkulieren und Verbesserungsmöglichkeiten zu planen, lässt sich leicht verstehen, warum sie die eigenen DPMO-Werte gerne auch mit den Werten anderer Unternehmen vergleichen möchten.

Es gibt gegenwärtig zwei Gruppen von Herstellern, die daran arbeiten, DPMO-Daten gemeinsam zu nutzen, so dass eine Positionierung relativ zu anderen Unternehmen möglich wird. Die von den Teams benutzte Datenerfassungsmethode stellt die Anonymität der Daten der Teilnehmer sicher und erlaubt jedem Hersteller die gemeinsame Nutzung der DPMO-Daten, ohne Angst vor Nachteilen durch den Mitbewerb zu haben. Die „SMART“-Gruppe in Großbritannien arbeitet am „PPM Project“, ein anderes Team arbeitet am „National Electronics Manufacturing Initiative (NEMI) DPMO Project“. Mit dem Abschluss dieser Projekte werden wahrscheinlich einige Erkenntnisse einer breiten Interessengemeinschaft verfügbar sein – die primären Nutznieder sind natürlich zunächst die Projektteilnehmer selbst.

Beide Projekte sind bisher einzigartig in der Industrie und verdeutlichen den Konsens und die Zuversicht der Hersteller im Hinblick auf den strategischen Wert der DPMO-Methode.

Werkzeuge für den Einsatz

Viel Zeit und Ressourcen werden in die Ermittlung der DPMO-Werte im Fertigungsprozess investiert. Welche Werkzeuge sind inzwischen verfügbar, um die gesammelten Informationen zur Reduktion der Kosten und für strategische Entscheidungen nutzen zu können?

Einige Fertigungsdienstleister haben inzwischen eigene Tools entwickelt, um die

DPMO-Daten für DFM-Aktivitäten, zur Festlegung von Qualitätszielen und zur Definition von Teststrategien nutzen zu können – ein Beispiel ist das Quality Modelling System (QMS) von Celestica. QMS war vielleicht eines der ersten Werkzeuge seiner Art, das DPMO-Informationen umfassend für Aktivitäten wie die Angebotserstellung und die Festlegung von Zielen nutzen konnte.

Seit kurzem arbeiten verschiedene Hersteller auch innerhalb von Konsortien wie NEMI zusammen, um Werkzeuge zur Kostenmodellierung zu entwickeln, welche DPMO-Daten nutzen. Das „NEMI Test Strategy Project“, in dem mittlerweile 10 Unternehmen mitarbeiten, hat eine Kalkulationstabelle auf der Basis der jeweils besten Kostenmodelle dieser Unternehmen entwickelt. Dieses Teststrategie-Kostenmodell ist auch für externe Unternehmen über eine Internetadresse kostenlos erhältlich. Natürlich sind inzwischen auch umfangreichere Standardwerkzeuge kommerziell verfügbar. Die „Strategist“-Software von Teradyne erlaubt dem Anwender beispielsweise eine Vorhersage der erwarteten Fehler auf der Basis der Stückliste und der DPMO-Daten (für Anwender, die noch keine eigene Statistik betrieben, sind DPMO-Standarddaten verfügbar). Da das Werkzeug sowohl CAD- als auch ICT-Bauteilbibliotheken nutzt, kann der physikalische Zugriff sowie die Testabdeckung für ICT, AXI und AOI bestimmt werden. Der Anwender kann die Teststrategie auf der Basis des vorausgesagten Fehlerspektrums optimieren (die Berechnung erfolgt anhand der DPMO-Daten) und dadurch die Fertigungsausbeute, die Kosten und das ausgelieferte Qualitätsniveau gut abschätzen, bevor eine einzige Baugruppe hergestellt wird.

Je mehr Hersteller DPMO-Daten als bevorzugten Qualitätsmaßstab einsetzen, desto mehr kommerzielle Softwarewerkzeuge werden verfügbar werden, um den Anwender bei derartigen strategischen Entscheidungen zu unterstützen.

(wird fortgesetzt)

 www.teradyne.com

Amit Verma (amit.verma@teradyne.com) ist Vorsitzender des „Teststrategie“-Projekts der National Electronics Manufacturing Initiative (NEMI) und nimmt zudem am „DPMO“-Projekt teil; beide Projekte weisen eine breite Beteiligung von führenden Experten der Elektronikindustrie auf. Hr. Verma hat darüber hinaus auch den Vorsitz des IPC „7-32 Automatic Inspection Technologies Subcommittee“.