

Lösungen zur Präzisionsbestückung

Moderne Applikationen stellen erhöhte Präzisionsanforderungen an EMS-Dienstleister. Die Genauigkeit von Standard-Bestückungsprozessen reicht nicht mehr aus, um diesen Ansprüchen nachzukommen. Der EMS Spezialist cms electronics mit Produktionsstandorten in Österreich, Ungarn und Deutschland hat daher neuartige Lösungen zur Präzisionsbestückung entwickelt, die ihm eine Vorreiterrolle auf diesem Gebiet in der Branche zusichern.

Bisher waren Form und Größe des Gehäuses für die Abmessung einer Baugruppe und ihre Positionierung im System ausschlaggebend. Das Layout bestimmt die Anordnung der einzelnen Bauteile. Heute wird jedoch ihre Lage zueinander durch Referenzsysteme gewährleistet, ihre Lage im System durch Aufnah-

mebohrungen, in der Regel durch ein Rund- und ein Langloch. Der Trend zur Miniaturisierung forderte in der Vergangenheit von Bestückern und Automatenherstellern immer kleinere Bauelemente in engen Toleranzen zu applizieren und das mit hoher Geschwindigkeit und Prozesssicherheit. Waren vor Jahren noch von 3 σ -Prozessen die Rede, so sind heute 6 σ und mehr in der langfristigen Prozessfähigkeit gefordert – entsprechend einer (nahezu) Null-Fehler-Produktion.

Elektronik plus Mechanik

Neuartige Anwendungen gehen über die Realisierung der elektrischen Funktion hinaus, erfordern eine hochpräzise Ausrichtung des Bauteils oder des Bauteilzentrums, damit die Baugruppe im eingebauten Zustand ihren Zweck erfüllen kann. cms electronics Geschäftsführer Michael Velmeden spricht von einem Paradigmenwechsel: „Elektronik hat eine neue Aufgabe bekommen. Elektronik und Mechanik wachsen zusammen.“ Applikationsbeispiele für diese neue Herausforderung finden sich in der LED Technik und Sensorik. Um z. B. eine zielgerichtete Ausleuchtung in einer Entfernung bis zu 700 m zu gewährleisten, sind die Leuchtmittelpunkte der LEDs in Autoscheinwerfern im μm -Bereich zu platzieren.

Legende:

a = Bohrung zu Bohrung

b = Bauteil zu Bauteil

c = Layout zu Bohrung

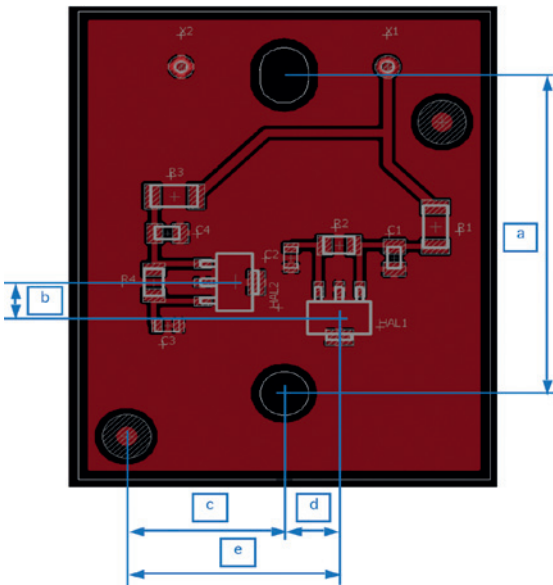
d = Bohrung zu Bauteil

e = Layout zu Bauteil

LP = Leiterplatte

EBG = elektronische Baugruppe

Layout = Kupfer / Lötstopplack



Technologie	Referenz	a	b	c	d	e
Standard	Layout	$\pm 100 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 300 \mu$	$\pm 150 \mu$
optisches Bohren LP	Layout	$\pm 50 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 50 \mu$	$\pm 200 \mu$	$\pm 150 \mu$
optisches Bohren EBG	Bauteil	$\pm 50 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 50 \mu$	$\pm 150 \mu$
Standardbohren LP & präzisionsbestücken EBG	Bohrung	$\pm 100 \mu$	$\pm 30 \mu$	$\pm 150 \mu$	$\pm 30 \mu$	$\pm 130 \mu$
optisches Bohren LP & präzisionsbestücken EBG	Bohrung	$\pm 50 \mu$	$\pm 30 \mu$	$\pm 50 \mu$	$\pm 30 \mu$	$\pm 80 \mu$

Toleranzwerte (prozesssicher) bei optimalem Layout und Abständen < 100 mm

Referenzierungsgrundlage: Bohrung = Mittelpunkt von Bohrung und Startbohrung Langloch

Bauteil & Layout = Mittelpunkt oder Summenmittelpunkt und jegliches optisches und geometrisches Merkmal an der Ober- oder Unterseite

Nach Velmeden sind derartige Herausforderungen die Innovationstreiber in der EMS Industrie. Ausgehend von den Applikationen, werden die erforderlichen technologischen Innovationen zu deren Fertigung bereits in vorgelagerten Schritten der Produktionskette festgelegt. Als Follower hat der EMS-Dienstleister keinen Einfluss auf deren Ausgestaltung. „Wir definieren nicht die Prints, die werden durch die Applikation definiert.“ Der EMS-Dienstleister muss diese Produkte verarbeiten können, sein innovativer Beitrag ist die Übertragung der innovativen Prozessbearbeitung in andere Märkte. Jeder EMS-Dienstleister entscheidet, wie er diese Umsetzung gestaltet. In seiner Umsetzungs-kompetenz kann er aber durchaus Innovationstreiber sein, eine Vorreiterrolle in der Branche spielen und sich damit einen zeitlichen Wettbewerbsvorteil sichern. Mit der Präzisionsbestückung hat sich cms electronics genau in dieser Richtung platziert.

Wege zur Präzisionsbestückung

Ausgehend vom gegenwärtigen Standard hat cms electronics in Zusammenarbeit mit den Maschinenherstellern eine vierstufige Technologie entwickelt, in deren Abfolge die Toleranzen im Herstellungsprozess beim Leiterplattenhersteller und Bestücker bei Beibehaltung der Prozessfähigkeit reduziert werden können. Michael Polligger, in der cms electronics Geschäftsführung verantwortlich für Produktion und Technologie, gab detailliert Auskunft über die die einzelnen Stufen, summarisch verdeutlicht in *Abbildung 1*.



Abb. 2: Die optische Bohrmaschine ist in einem klimatisierten Raum aufgestellt

Standardmäßig kann heute das Aufnahmesystem in der Leiterplatte mit einer Toleranz von $\pm 100 \mu\text{m}$ (im Stapel) gebohrt werden. Bestückmaschinen sind in der Lage, die Bauteile mit einer Toleranz von $\pm 45 \mu\text{m}$ und einer Prozessfähigkeit Cpk 2,0 zu platzieren. Andere Toleranzen, wie die des Layouts, eingeschlossen, führt das zu einer Prozessfähigkeit im $\pm 3/10 \text{ mm}$ -Toleranzbereich.

Optisches Bohren der Leiterplatte

Durch das optische Verbohren der unbestückten Leiterplatte (1-lagig) kann die Toleranz des Abstandes der Aufnahme Löcher halbiert werden, ebenso die Toleranz zwischen Bezugspunkt im Layout und Aufnahmesystem. In der Folge führt das zu einer Reduzierung der Toleranz des relevanten Abstandes Bohrung zu Bauteil um $1/10 \text{ mm}$ auf $\pm 200 \mu\text{m}$.

Die Firma cms electronics hat das optische Bohren zusammen mit dem Maschinenhersteller Schmill entwickelt. Das Ergebnis ist eine Bohrmaschine vom Typ MX1-CCD, deren Kamera auf LEDs und optische Marken referenzieren kann. Die Maschine arbeitet in einem klimatisierten Raum und ist in der Lage, bestückte IMS Leiterplatten zu bearbeiten (*Abb. 2*).

Optisches Bohren der Baugruppe

Im nächsten Schritt wird das Aufnahmesystem erst nach der Bestückung gebohrt und zwar mit der Referenz zum funktionsbestimmenden Bauteil. Dessen Position muss genau vermessen werden, beim LED Chip ist der Leuchtmittelpunkt für die Funktion ausschlaggebend. Mit dieser Referenzierung werden



Abb. 3: SMT-Fertigungslinie mit dem Präzisionsbestücker Hybrid 5

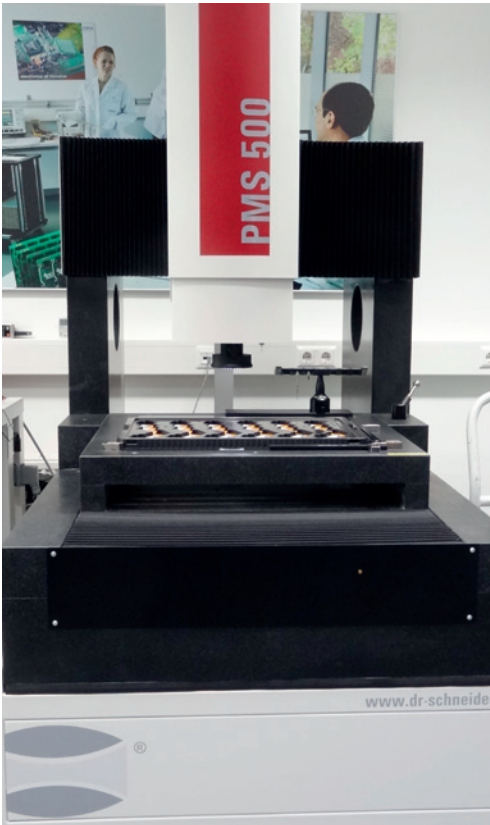


Abb. 4: Messmaschine zur Überprüfung präzisionsbestückter Baugruppen

praktisch alle vorhergehenden Toleranzen ausgeschaltet, was einen Quantensprung hinsichtlich der Präzision gleichkommt.

Dieser Schritt bringt eine Reduzierung der Toleranz des Abstandes Bohrung zu funktionsbestimmenden Bauteil auf $\pm 50 \mu\text{m}$. Sind mehrere Bauteile funktionsbestimmend, dann wird aus der Vermessung ein Summenschwerpunkt ermittelt auf den referenziert wird. Der Prozess driftet in diesem Falle insgesamt ab und die Toleranz wird auf etwa $\pm 120 \mu\text{m}$ aufgeweitet.

Standardbohren der Leiterplatte und präzisionsbestückte Baugruppe

Hier kommt die neu investierte, hochpräzise Bestückungsanlage Hybrid 5 (Abb. 3) von Asmleon (jetzt Teil von Kulicke & Soffa) ins Spiel, die Bestückungsgenauigkeiten von bis zu $17,5 \mu\text{m}$ (Option

$10,0 \mu\text{m}$) bei $C_{pk} > 2$ erreicht. Da der Toleranzgewinn durch das Einschwimmverhalten beim Aufschmelzen möglicherweise zunichte gemacht wird, fixiert cms electronics die funktionsbestimmenden Bauteile durch einen Klebepunkt. Vor dem Aufschmelzen des Lots im Reflow-Ofen wird der Kleber in der Vorheizung des Reflow-Prozesses (ab $100 \text{ }^\circ\text{C}$) ausgehärtet, ein Einschwimmen wird dadurch unterbunden.

Referenziert wird auf die Aufnahmebohrung in der Leiterplatte. Die hohe Präzision der Hybrid 5, die vom Hersteller sogar in Richtung Advanced Packaging Bestücker konfiguriert werden kann, ermöglicht eine Abstandstoleranz der platzierten funktionsbestimmenden Bauteile zur Aufnahmebohrung von $\pm 30 \mu\text{m}$. Die Toleranzen des Abstandes der Aufnahmelöcher sowie deren Abstand zum Layout entsprechen allerdings den (hohen) Werten einer standardmäßig verbohrten Leiterplatte und das Bauteil kann – obwohl präzise gesetzt – im Extremfall außerhalb der Anschlussfläche liegen.

Optisches Bohren der Leiterplatte und präzisionsbestückte Baugruppe

Erst durch diese Kombination wird das Optimum erreicht. Durch das optische Bohren der Leiterplatte wird der Versatz des Layouts zum Aufnahmesystem auf $\pm 80 \mu\text{m}$ minimiert und die Vorteile des Präzisionsbestückens mit $\pm 30 \mu\text{m}$ kommen somit voll zur Geltung.

Prozessfähigkeitsuntersuchungen

Ein sicherer Prozess ist für eine derartig verfeinerte Produktion unerlässlich, eine Selektion durch Vermessung im herkömmlichen Sinne wäre nicht bezahlbar. Zur Dokumentation der Prozessfähigkeit hat cms electronics in eine Messmaschine investiert (Abb. 4), die in der Lage ist, feinste Strukturen genau zu vermessen. Im Umgang mit dem Kunden werden in der Regel Stichprobenprüfungen vereinbart und die Prozessfähigkeit in Langzeit dokumentiert.

Die Langzeit-Prozessfähigkeit (unter Berücksichtigung von Mittelwertschwankungen) für Abweichung in x-Richtung ist beispielhaft in *Abbildung 5* für das optische Bohren und in *Abbildung 6* für das Präzisionsbestücken wiedergegeben. Die potenzielle Prozessfähigkeit C_{pk} und die Gesamtprozessfähigkeit P_{pk} beträgt hier 1,66 bzw. 1,88, was in etwa einem 5σ -Prozess entspricht.

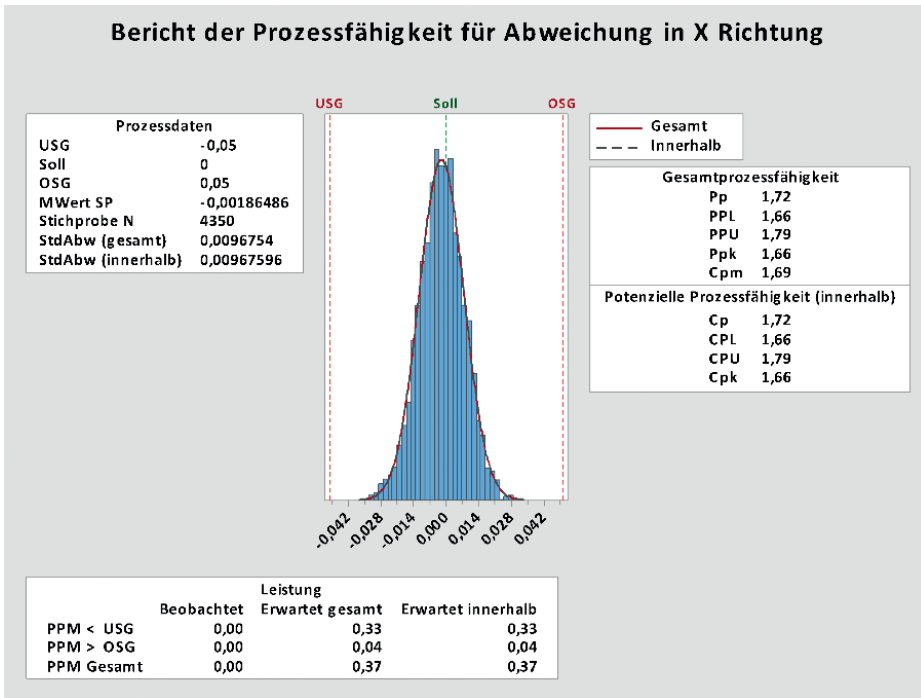


Abb. 5: Optisches Bohren: Prozessfähigkeit für Abweichung in x-Richtung

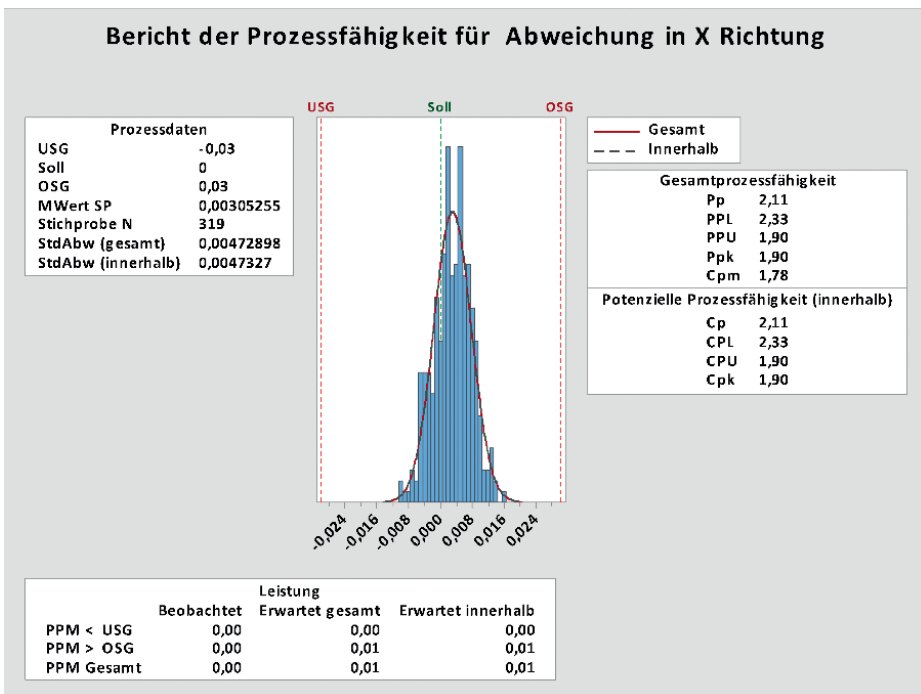


Abb. 6: Präzisionsbestücken: Prozessfähigkeit für Abweichung in x-Richtung

Marktaussichten Präzisionsbestückung

Im Gegensatz zu Standardprozessen, bei denen die Möglichkeit der Vermessung eher beschränkt ist, kann durch heutige optische Bohrmaschinen und Bestückungsautomaten jedes Bauteil vermessen werden und zwar nach jedem optischen oder geometrischen Kriterium sowohl auf der Unter- als auch auf der Oberseite. Die beschriebenen Prozesslösungen stellen teilweise eine Verschiebung von Prozessschritten innerhalb der Wertschöpfungskette dar.

Die Lösungen von cms electronics zur Präzisionsbestückung sind eine Antwort auf Forderungen des Marktes. Damit übernimmt das Unternehmen diesbezüglich eine Vorreiterrolle in der EMS Branche. Man ist in Klagenfurt davon überzeugt, dass zukünftig vermehrt Applikationen eine Präzisionsbestückung a' la cms electronics oder in einer anderen Form einfordern. Man rechnet damit, dass die nachgewiesene Machbarkeit über die Trendsetter hinaus auch weitere Marktteilnehmer animieren wird, in ihrer Produktgestaltung die Präzisionsbestückung innovativ zu nutzen.

Solange der Markt noch nicht so groß ist, dass der neue Bestückungsautomat Hybrid 5 mit Präzisionsbestückung ausgelastet ist, kann auf dieser Linie auch der Standard verarbeitet werden und zwar mit höherer Geschwindigkeit (bis zu 121 000 Bauteile pro Stunde) als auf Standardautomaten, wodurch die Investitionskosten in jedem Falle kompensiert werden. Analoges gilt für die optische Bohrmaschine. Der Vermessungsprozess kostet Prozesszeit; werden die Maschinen nur für den normalen Prozess eingesetzt, so sind sie wesentlich schneller als die heutigen Standardmaschinen.

Unternehmensentwicklung

Das Unternehmen cms electronics wird auch in diesem Jahr zweistellig wachsen und prognostiziert einen Umsatz von 73,0 Mio. € zum Jahresende. Nach Michael Velmeden ist Wachstum im EMS-Geschäft über steigenden Wertschöpfungsanteil nicht zu generieren, sondern nur über den Ausbau des Kundengeschäfts und die Gewinnung neuer Märkte.

Die Übernahme der Hopp Elektronik in March bei Freiburg im Breisgau am Beginn dieses Jahres war ein strategischer Schritt, um die Position der cms electronics auf dem westeuropäischen Markt und insbesondere in Deutschland weiter auszubauen. Das



Abb. 7: Blick in die Produktion der cms electronics germany

nun als cms electronics germany agierende Unternehmen ist im Kleinserien- und Prototypenbau personell und anlagenmäßig sehr gut aufgestellt und so für die Akquirierung neuer Projekte und Kunden eine veritable Ausgangsbasis (Abb. 7). Größere Aufträge können dann auf den automatischen SMT-Linien im Hauptwerk gefertigt werden. Zudem ist das Unternehmen stark in der Medizintechnik involviert und verfügt auch über die entsprechende Zertifizierung ISO 13485. Als Kompetenzzentrum für Medizintechnik soll cms electronics germany helfen, diesen Anwendungsbereich weiter auszubauen.

Auch die cms electronics hungary in Fonyod am Balaton erfährt insofern eine räumliche Erweiterung als bisher fremdgenutzte Teile des Gebäudes übernommen werden und damit weitere 2000 m² Produktionsfläche zur Verfügung stehen. Eine neue Wellenlötanlage soll die Kapazität der Handbestückungslinien erweitern. Neben der Handbestückung sollen nachgelagerte Systeme wie etwa das Lackieren oder die automatisierten Systeme zur Konfektionierung in Ungarn konzentriert werden.

Die cms electronics hat in diesem Jahr mehr als 3 Mio. € für kundenspezifische Produktions- und Testsysteme investiert.

Mittelfristig ist cms electronic bestrebt, im Ranking sich unter den Top 20 EMS in Europa zu positionieren. Selbständigkeit und organisches Wachstum sind dabei Grundpfeiler der strategischen Ausrichtung. Gemäß dem Prinzip follow the customer folgt das Unternehmen global seinen Kunden soweit das einem Mittelständler seiner Größe möglich ist. Für das Jahr 2020 wird eine Überschreitung der 100 Mio. € Umsatzmarke angepeilt. Michael Velmeden hält dieses Ziel bei der Fortschreibung des gegenwärtigen Wachstums durchaus erreichbar, vorausgesetzt externe, die Weltwirtschaft beeinflussende Ereignisse kommen nicht dazwischen. -wr-