1/2 2016

konradin mediengruppe

epp-online.de

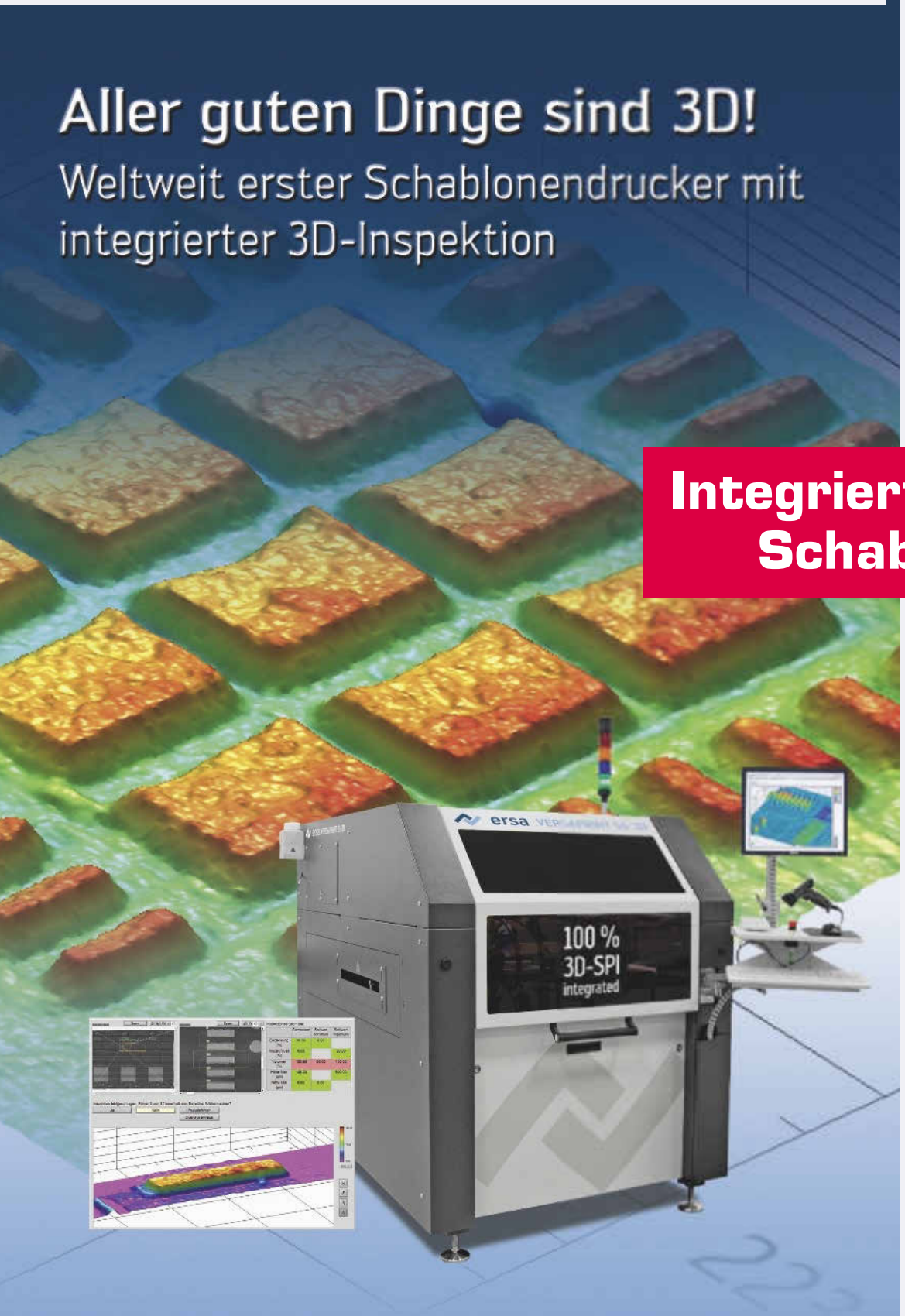
EPP

Elektronik Produktion + Prüftechnik



IM INTERVIEW

Philippe Buidin
Weller Tools
Mit der Drei-Punkte-Strategie zum Weltmarktführer für zukunftsweisende Lösungen rund ums Löten



TITELTHEMA

Integrierte SPI beim Schablonendruck

AUS DEM INHALT

Messen + Veranstaltungen
Productronica 2015

4. InnovationsForum

Innovations FORUM
EPP emsnow
10. März 2016, Kongresshalle Böblingen

Baugruppenfertigung
Vakuumbeschichtung bei Raumtemperatur

Test + Qualitätssicherung
Qualitätskontrolle in der Mikroelektronik

Liebe Leser...

productronica 2015

Die Weltleitmesse für Entwicklung und Fertigung von Elektronik bot im Jubiläumsjahr mit 1.156 Ausstellern aus 40 Ländern eine Vielzahl an Innovationen. Die bislang 19 unterschiedlichen Segmente wurden in eine neue 5-Cluster-Struktur eingegliedert und gaben so einen brillanten Überblick über die gesamte Wertschöpfungskette der Elektronikfertigung.

..... „neue Technologien werden hier entwickelt und maßgeblich voran getrieben."

Titel: Aller guten Dinge sind 3D!

Gestern war 2D der Hype, heute ist 3D in aller Munde. Die Elektronikfertigung hat anspruchsvolle Forderungen was die Qualität angeht. Ob beim Schablonendruck, der Bestückung oder dem Löten, die Baugruppen müssen zuverlässig über einen teilweise langen Zeitraum funktionieren und benötigen einen sicheren Prozess.

Vorstellung des ersten Schablonendrucker mit integrierter 3D-Inspektion.

4. InnovationsForum

Unsere Veranstaltung am 10. März 2016 in Böblingen stellt die Zukunftsthemen zur Diskussion, die Elektronikfertiger bewegen und ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten. Die Konkurrenz schläft nicht und die Herausforderungenn stehen in einem ständigen Wandel. Gerade eine High Mix / Low Volume Fertigungsumgebung verlangt nach ausgefeilten, wettbewerbsstarken und innovativen Prozessen. Begeben Sie sich frühzeitig auf den Weg zu neuen Lösungen und nutzen unsere Kontakt- und Netzwerkplattform.

„Der Wissensaustausch war für mich gelungen", so ein Teilnehmer des IF 2015.

Highlight „Industrieelektronik"

Der vom VDMA und der EPP gemeinsam organisierte Roundtable während des Highlight-Tages „Fertigung von Industrieelektronik" zur productronica mit Vertretern aus der Elektronikbranche zeigte, dass es gerade in punkto Sicherheit beim Datenaustausch noch einiges zu tun gibt. Auch die Schnittstellenproblematik wurde diskutiert, deren Lösung Standardisierung heißen könnte.

Anforderungen, Lösungen und innovative Produktionstechnik in der Industrieelektronik.



Foto: Tom Oettle

Ihre Doris Jetter

Doris Jetter
Chefredakteurin EPP

Selektivlöten?

Ersa!

Weltweit führend.
Technisch überlegen.
Modular aufgebaut.
Immer passend.



Wenn es um Selektivlöten geht, führt kein Weg an Ersa vorbei! Von den weltweit führenden VERSAFLOW Inline-Selektivlötanlagen bis hin zur smarten Insellösung dürfen Sie immer die perfekte Lösung für Ihre Anforderungen erwarten.



VERSAFLOW 3 & 4
Weltweit führende Inline-Selektivlötplattformen für höchste Ansprüche an Durchsatz und Flexibilität.



ECOCELL
In- und Offline-Selektivlötanlage, ideal für moderne Inselfertigung.



ECOSELECT 1 & 2
Selektivlötanlagen für dezentrale Fertigungskonzepte mit optimalem Preis-Leistungs-Verhältnis.



SMARTFLOW 2020
Die Neue von Ersa: kompakt ohne Kompromisse, extrem smart!

kurtz ersa
www.ersa.de

Weltweit erster Schablonendrucker mit integrierter 3D-Inspektion

Aller guten Dinge sind 3D!

Die bedeutendste Leitmesse für die elektronikproduzierende Industrie findet nur alle zwei Jahre statt. Jedes Mal ist die Productronica in München Schauplatz neuer technischer Lösungen – der ideale Rahmen zur Präsentation von Innovationen vor breitem Publikum. Die 2015er Messe nutzte Ersa als Plattform für sein „Festival of Innovations" – mit einer Fülle neuer Features bei bestehenden Systemen und komplett neuen Lösungen. Darunter der Versaprint S1-3D, seines Zeichens erster Schablonendrucker mit integrierter 3D-Inspektion.

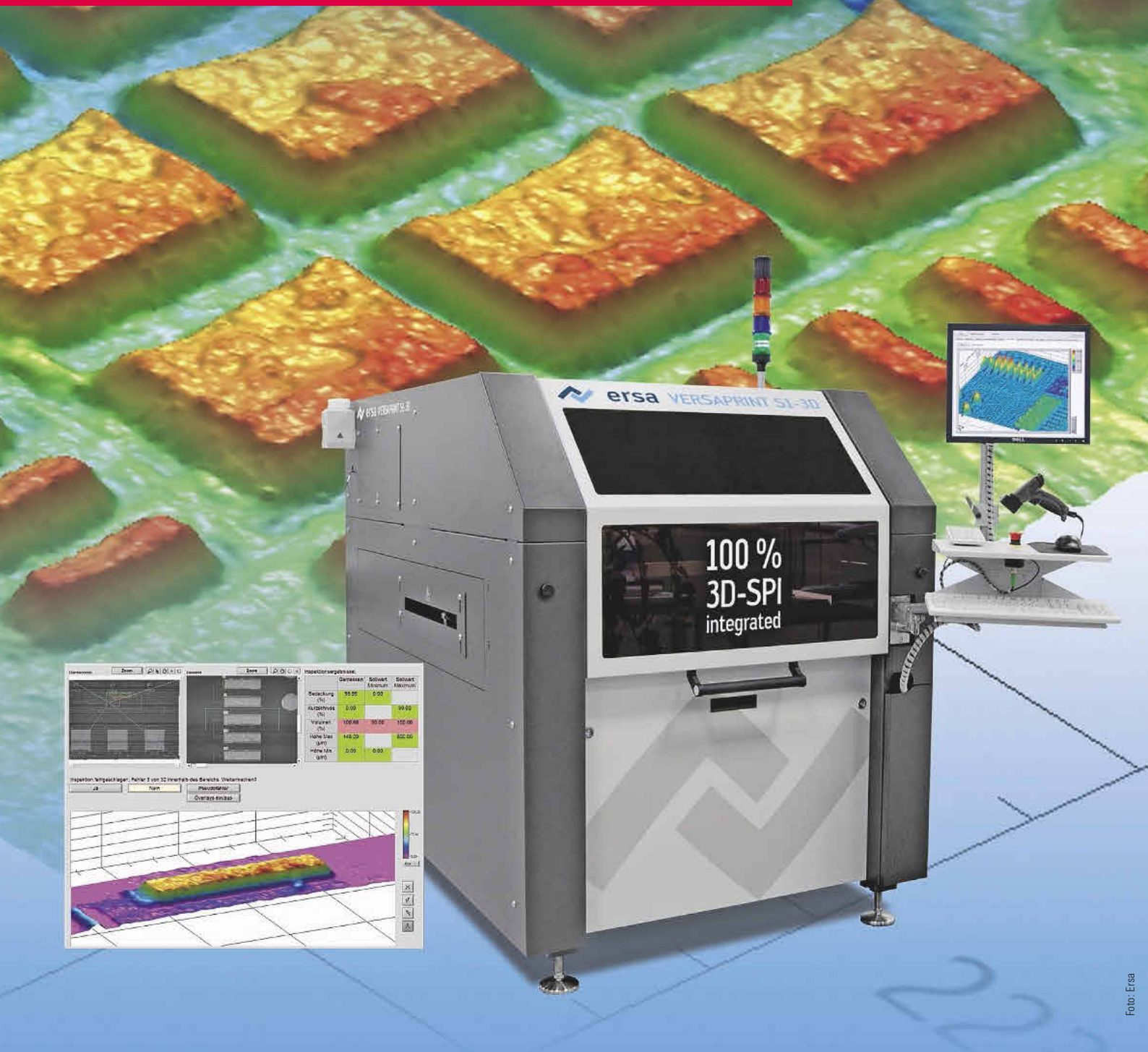


Foto: Ersa

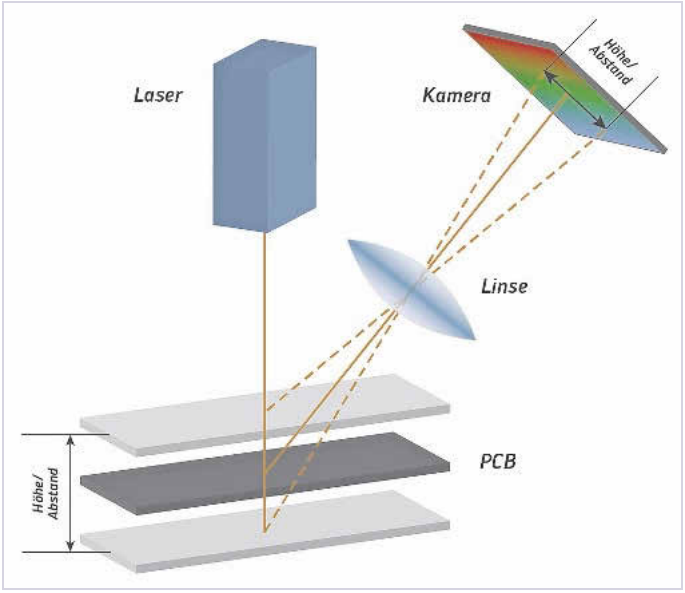


Foto: Ersa GmbH

Funktionsprinzip der Lasertriangulation.

Was vor acht Jahren als 100 % 2D-Inspektion begann, erfährt nun die nächste Innovationsstufe. Für Kunden, denen Platzbedarf, Flexibilität, Kosten und ein innovativer Partner wichtig sind, ist der Versaprint SPI die perfekte Lösung. Das 3D-SPI ist zurzeit das etablierte Verfahren zur Bestimmung der Druckqualität in der SMT-Fertigung. In der Automotive-Industrie und in allen Bereichen, in denen sicherheitsrelevante Baugruppen gefertigt werden, kommen diese Systeme zum Einsatz und sind ein Muss zur Qualitätssicherung der Baugruppen. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass sich mittlerweile eine Vielzahl von Herstellern mit den verschiedensten Modellen am Markt präsentiert. Bei der Auswahl des geeigneten Systems wird die Entscheidung schwer. Alle Systeme versuchen, durch intelligente Softwarelösungen wie ausführliche Darstellung von SPC-Daten – aufwändig grafisch aufbereitet – den Ansprüchen des Marktes gerecht zu werden und sich vom Wettbewerb abzuheben. Betrachtet man die Systeme genauer, handelt es sich im Wesentlichen um mechanisch einfache Maschinen, ausgestattet mit einem Achssystem zum Verfahren des Inspektionskopfs, und ein Transportband für Handling und Klemmung der Leiterplatte. Ergänzt durch unterschiedliche Verfahren zum Erfassen der 3D-Rohdaten: Lasertriangulation oder Weißlicht-Projektion, zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte zum Vermessen der Lotdepots.

Erfassung des Höhenprofils über Lasertriangulation

Bei der Lasertriangulation wird ein Laserstrahl auf ein Messobjekt projiziert. Das von dort reflektierte Licht wird unter einem Triangulationswinkel auf dem Sensor einer Kamera abgebildet und aus der Geometrie des optischen Aufbaus die Höheninformation berechnet. Die Aufnahme erfolgt hierbei, indem die Messvorrichtung über die Leiterplatte verfährt und das Laserprofil gescannt wird.

Bei der weißlichtbasierten Streifenprojektion, auch Moiré genannt, erfolgt eine flächenhafte Ausleuchtung des Messobjektes durch einen Streifenprojektor. Dieser projiziert unter einem Triangulationswinkel ein Streifenmuster mit einer ortsabhängigen Intensitätsverteilung auf das Messobjekt und wird von einem flächenhaften Detektor aufgenommen und ausgewertet. Die Topografie-Informationen werden hierbei stationär aufgenommen. Hauptunterschied der beiden Verfahren: Die Lasertriangulation läuft im Scanprozess ab, während die Streifenprojektion stationär aufgenommen wird.

Gemeinsam ist bei beiden Verfahren die Erfassung des Höhenprofils über den Reflexionswinkel der Beleuchtung. So verwundert es nicht, dass es bei den ermittelten Daten bezüglich Genauigkeit keinen Unterschied gibt und beide Systeme geeignet sind, um den heutigen Druckprozess und seine Anforderungen aufzunehmen und zu bewerten.

Die Funktionsweise hingegen ist bei allen Systemen gleich. Getrennt durch ein Transportband oder direkt im Anschluss an einen Schablonendrucker stehen sie in der SMT-Linie. Es kann also die nächste oder übernächste Leiterplatte nach dem Druck inspiziert und eine Aussage über die Qualität getroffen werden. Gibt es die Taktzeit der Linie her, kann man auch mit dem nächsten Druck warten, bis die Leiterplatte inspiziert worden ist, und somit mögliche Fehldrucke vermeiden. Steht das Ergebnis fest und ist der Druck fehlerfrei, wird die Leiterplatte in die Linie und dem weiteren Fertigungsschritt zugeführt – oder aus der Linie ausgeschleust, sollte sie fehlerhaft sein. Nachteile dieses Konzepts sind klar: Dem eigentlichen Kernprozess Schablonendruck innerhalb der SMT-Linie wird ein Inspektionssystem nachgeschaltet, um diesen zu überwachen. Hierfür ist ein eigenständiges System zuständig, das auf einer vollkommen eigenständigen Plattform baut, sowohl hard- als auch softwareseitig. Auf der Hardware-Seite sind Investitionskosten, Platz- und Wartungsbedarf zu sehen. Im Bereich Software beträchtliche Schulungs- und Prozesszeiten, möchte man das System auf eigene Abläufe und Anforderungen anpassen und optimal einsetzen.

Aktives Eingreifen in den Druckprozess

Steht das Ergebnis der Inspektion fest und der Druckprozess fällt fehlerhaft aus, ist der Bediener gefragt. Denn Prozessparameter wie Rakeldruck oder -geschwindigkeit kann das Inspektionssystem nicht automatisch als Rückschluss aus dem Ergebnis optimieren. Fehler wie zu hoher Pastenauftrag oder unvollständiger Druck werden zwar erkannt, aber nicht deren Ursache. Hier ist dann der Prozessingenieur gefragt.

Während des „Festival of Innovations" konnte erstmals ein Schablonendrucker mit integrierter 3D-Inspektion bestaunt werden.

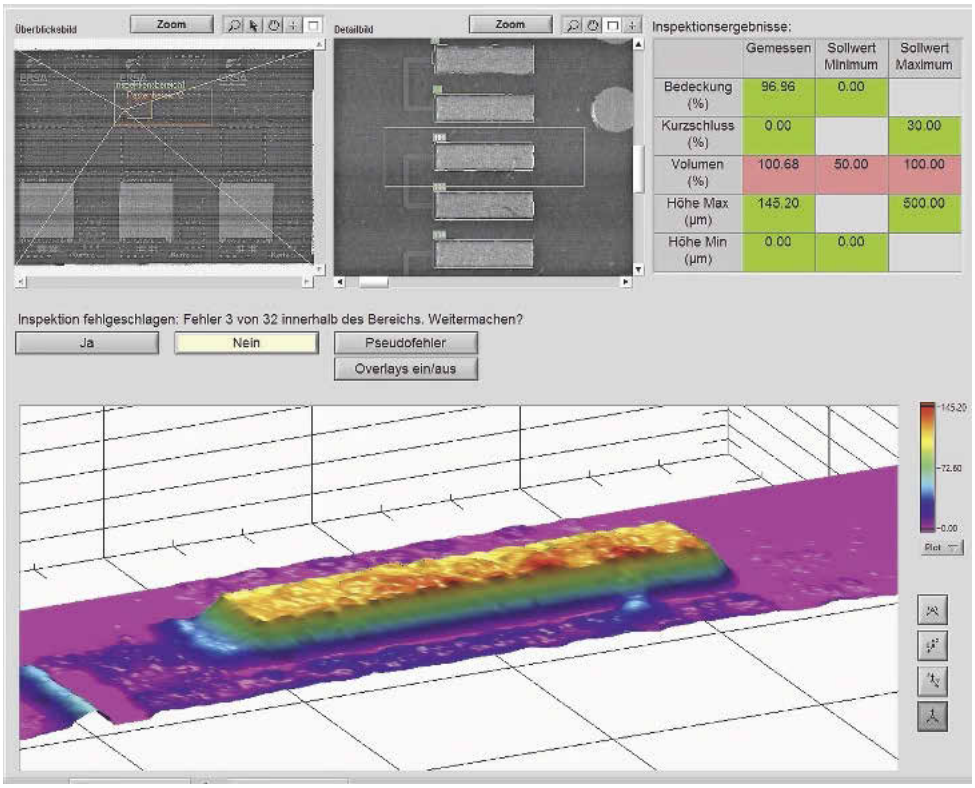


Foto: Ersa GmbH

Inspektionsergebnis, Darstellung der Position im Layout, 2D- und 3D-Bild und Ergebnis der Messung mit Soll und Ist Werten.

Eingriffsmöglichkeiten in den Prozess durch das Inspektionssystem sind sehr begrenzt und werden durch eine Closed-loop-Schnittstelle realisiert. Einen erkannten Druckoffset kann das Inspektionssystem automatisch für den nächsten Druckvorgang anpassen. Schwieriger wird es schon, einen Schablonen-Reinigungszyklus als Rückschluss einer Veränderung des Inspektionsergebnisses zu starten. So wird einer Erhöhung der Nassschichtdicke nach einigen Druckzyklen eine Ablagerung von Lotpaste auf der Unterseite der Schablone zugrunde gelegt. Diese beiden Inspektionsergebnisse sind momentan die einzige sinnvolle Möglichkeit, aktiv in den Druckprozess einzugreifen. Angetrieben von gestiegenen Anforderungen des Marktes und um steigenden Qualitätsansprüchen gerecht zu werden, traf Ersa die logische Entscheidung, im Bereich 3D-Lotpasten-Inspektion, kurz SPI, tätig zu werden. Allerdings getreu der Ersa Philosophie, Innovationstreiber und Vorreiter zu sein – und Dinge nicht als „me too" umzusetzen. Sondern mit eigenen Ideen und Konzepten. Eben etwas anders als andere. Motiviert von Wünschen und Äußerungen unserer Kunden fiel die Entscheidung schnell, dem ursprünglichen Konzept der Versaprint Baureihe –Integration der 100 % 2D-Inspektion – die dritte Dimension folgen zu lassen. Immer wieder wurde das kompakte Maschinendesign, die in sich geschlossene Softwarestruktur von Drucker und Inspektion gelobt. Allerdings seit einiger Zeit auch der Wunsch und schließlich die Forderung einer dem Druckprozess anschließenden 3D-Inspektion geäußert. Nach der Entscheidung ging es dann sehr schnell:

Als messendes Verfahren wurde aus Platzgründen die Lasertriangulation gewählt. Das Design und die Funktion der Kamera sollte neben der Höhenprofilmessung auch in der Lage sein, die Markenerkennung und Ausrichtung der Leiterplatte vorzunehmen. Damit wurde es ganz schön eng im Gehäuse. Direkte und diffuse Beleuchtungen sind notwendig, um sicher und reproduzierbar die unterschiedlichsten Markengeometrien und -gegebenheiten zu erfassen. Als Lösung dafür erwiesen sich ein aufwändiges Prisma zur Strahlteilung und eine intelligente Kamera, deren Sensorchip in mehrere Bereiche aufgeteilt werden kann. Die Auflösung der aktuell gewählten Konstellation hat eine Auflösung von 17 µm in lateraler und Scan-Richtung und weniger als 1µm für die Höhenmessung. Das System ist damit in der Lage, die zurzeit kleinsten Bauteile bzw. deren Padflächen und Lotdepots zu vermessen.

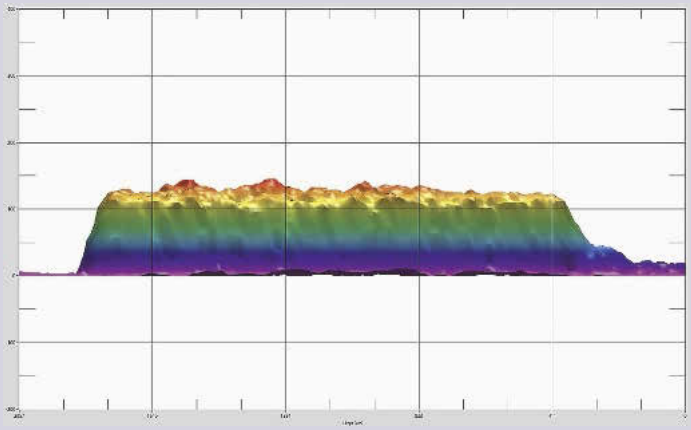


Foto: Ersa GmbH

Profilbild des Ergebnisses mit Höhenangabe.

Die Scangeschwindigkeit der Kamera beträgt aktuell 140 mm/s bei einer Scanbreite von 34 mm und benötigt ca. 15 s für die Inspektion eine Leiterplatte im Doppel-Euro-Format 220 x 160 mm. Um den Anforderungen der Kunden hinsichtlich Taktzeit gerecht zu werden, sind natürlich wieder beide bekannten Systeme der Ersa Drucker verfügbar. Die S1-3D verarbeitet die Leiterplatten seriell, die Inspektion erfolgt im Anschluss an den Druckvorgang. Die P1-3D hingegen verfügt wieder über die Möglichkeit der parallelen Verarbeitung – das heißt, während die eine Leiterplatte bedruckt wird, erfolgt bereits die Inspektion der zuvor bedruckten im Auslaufbereich der Maschine.

Anforderungen an die Inspektion

Für die 3D-Inspektion werden folgende Merkmale bewertet: Volumen, Fläche, Höhe, Kurzschluss und Offset. Als Referenz hierfür dient der Gerber-File der Schablone, der die Sollfläche definiert – lediglich die Dicke der Schablone muss der Bediener manuell eingeben. Sollte es nötig sein, etwa bei Stufenschablonen oder unterschiedlichen Prozessgrenzen einzelne Bereiche unterschiedlich zu bewerten, kann dies durch Definieren von frei zu bestimmenden Bereichen innerhalb des Layouts geschehen. Diese können jederzeit zum bestehenden Programm hinzugefügt werden und so zu einer stetigen und, wenn nötig, Optimierung der Produktion beitragen. Da der Suchbereich der einzelnen Padflächen größer ist als die Sollfläche, kann für jedes gedruckte Pad nicht nur eine Unterdruckung ermittelt werden, sondern auch ein Zuviel an Paste. Als Quasi-Abfallprodukt wird im selben Moment ein eventuell gedruckter Offset erkannt, da das ermittelte Lotdepot nicht nur in Bezug auf die Sollfläche bewertet, sondern auch zur Sollposition gesetzt wird. Beim Thema Offset und deren Korrektur im laufenden Prozess wird typischerweise nicht der volle ermittelte Wert korrigiert, sondern nur ein einzustellender prozentualer Wert. Dies ist sinnvoll, da Ausreißer somit nicht ins Gewicht fallen und der optimale Offsetwert näherungsweise ermittelt wird. Im Normalfall wird der durchschnittliche Offsetwert aller Pads zu Rate gezogen. Allerdings gibt es auch die Möglichkeit, bis zu zwei Bereiche zu definieren, um die Gewichtung der Position frei im Layout zu bestimmen. Dies ist hilfreich bei stark gestretchten Leiterplatten, um extrem kritische Bereiche zu priorisieren.

Die Kurzschlusserkennung mittels 3D-Inspektion ist problematisch. Nimmt man das Höhenprofil der Laserlinie als Merkmal, so müsste

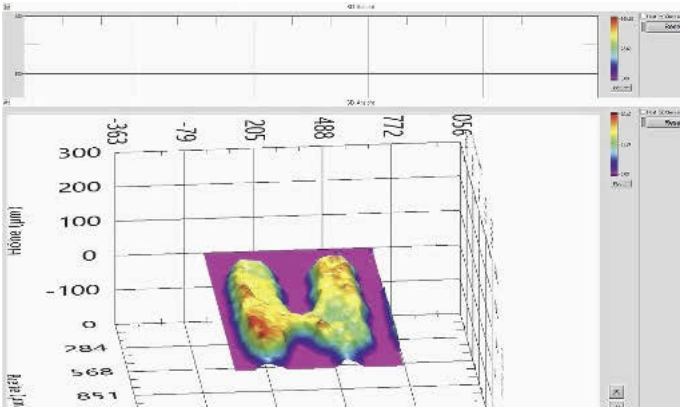
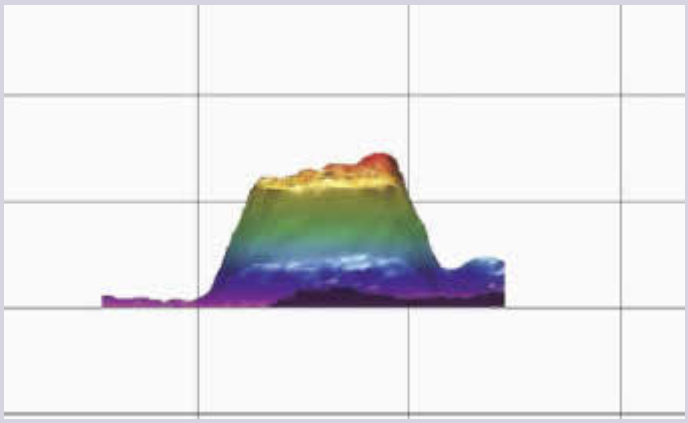


Foto: Ersa GmbH

Kurzschluss (Brückenerkennung).

zuerst eine minimale Höhe für eventuell vorhandene Paste definiert werden. Es würden dann aber auch Erhöhungen des Lötstopplacks wie etwa Leiterbahnen oder Vias als mögliche Brücke erkannt werden, Pseudofehler wären die logische Folge. Eine 2D-Messung dieser Bereiche hingegen ermöglicht eine zuverlässige Analyse der Bereiche zwischen den Pads. Diese Technik hat Ersa bei seiner 2D-Inspektion optimiert, weshalb man auch bei der Neuentwicklung daran festhält. Technisch möglich wäre eine parallele 2D- und 3D-Inspektion gleichzeitig – da aber die Taktrate der Kamera auf beide Betriebsarten aufgeteilt werden müsste, ist dies aus Zeitgründen verworfen worden. Stattdessen analysiert man das 2D-Bild der Laserlinie, die das Vorhandensein der Paste auf Lötstopplack hervorragend zeigt.

Ein wichtiges Thema der 3D-Inspektion ist immer die Nullpunkt-Bestimmung der Höhenmessung. Gemeint ist hier die Höhe des unbedruckten Pads. Da diese nach dem Druckvorgang normalerweise nicht mehr zu sehen sind, müssen sie in Relation zu Bezugspunkten in der näheren Umgebung gesetzt werden. Eine gängige Technik ist das Vermessen unbedruckter Leiterplatten als Referenz für die nachfolgende Charge. Dabei werden dem SPI-System Leiterplatten zugeführt, um die Höhe der unbedruckten Pads in Relation zum umgebenden Lötstopplack zu setzen. Eine sehr aufwändige Technik, die immer dann wiederholt werden muss, wenn sich die Höhe des Lötstopplacks ändert. Das passiert bei Leiterplatten von einem anderen Lieferanten oder einfach nur bei einer neuen Charge.


Foto: Ersa GmbH

Profilbild des Ergebnisses mit Höhenangabe – 90 Grad gedreht.

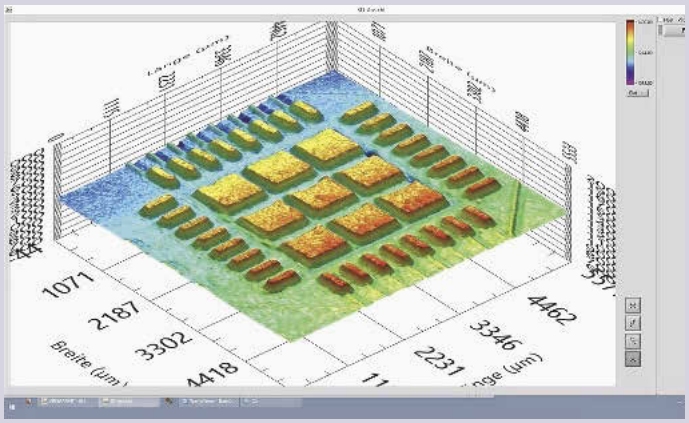


Foto: Ersa GmbH

Inspektionsergebnis.

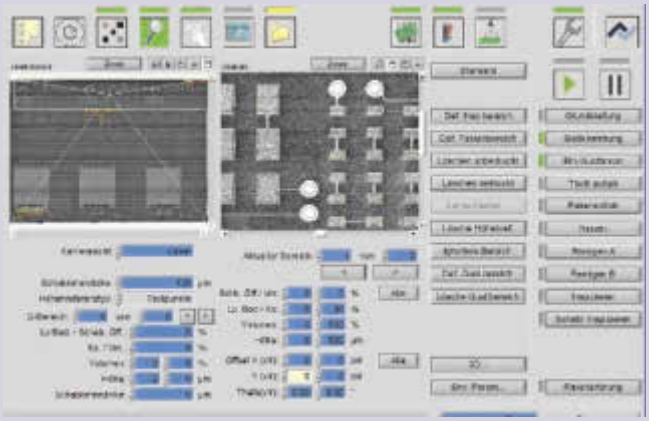


Foto: Ersa GmbH

Testpunkte zur Höhenreferenzmessung.

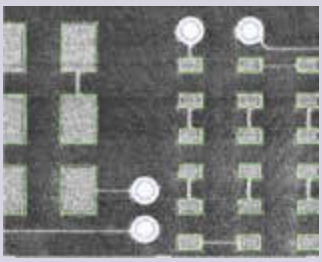


Foto: Ersa GmbH

Zoom-Ausschnitt-Höhenmessung in blau.

Hier tritt ein offensichtlicher Vorteil der integrierten Inspektion im Drucker auf: Man kann jede Leiterplatte vor dem Druck vermessen. Dies erfolgt über eine Frequenz und einen Zähler. Nach Ablauf des Zählers wird die Vorinspektion ausgesetzt und erst wieder aktiviert, ändern sich die Gegebenheiten. Das können auch Schwankungen in der Charge sein, die über regelmäßige Messungen kompensiert werden. Bei sehr hohen Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit des Ergebnisses oder aber bei Reserven hinsichtlich Taktzeit kann das System immer eine Vorinspektion vornehmen.

Ein anderes Verfahren zur Bestimmung des Pad-Nullpunktes ist die Verwendung von lokalen Marken oder Testpunkten. Gerade anspruchsvolle Leiterplatten haben meist lokale Fiducial-Marken, die für den Bestücker genutzt werden, um noch genauer Fine-Pitch-ICs zu bestücken. Oder aber Incircuit-Test-Punkte für den anschließenden Funktionstest. Mit diesen über die Leiterplatte verteilten Flächen bietet sich eine weitere Möglichkeit der Nullpunktmessung, da diese auf dem gleichen Niveau der Pads liegen. Diese Art der Nullpunktmessung hat den entscheidenden Vorteil, dass Variationen des Lötstopplacks nicht relevant sind und eine Vorinspektion entfällt. Gelernt werden diese Punkte automatisch durch einen Scan der bedruckten Leiterplatte oder per manueller Definition durch den Bediener. Die Inspektion wird ausschließlich mit der Lasertriangulation betrieben und nur im Fehlerfall zur besseren Darstellung und Analyse durch den Operator zusätzlich als 2D-Bild aufgenommen. Das 3D-Bild kann beliebig gedreht werden und ermöglicht dem Bediener eine schnelle und sichere Analyse. Höhenangaben sind dabei farblich unterlegt und in den Grenzbereichen gelb und rot eingefärbt. Weitere Darstellungsmodi wie Schnittbild oder Draufsicht sind ebenfalls vorhanden und ermöglichen dem Bediener unterschiedliche Betrachtungsarten und -winkel, um eine Bewertung des Ergebnisses zu ermöglichen. Neben den absoluten Limits der Inspektion – min./max. Volumen, min./max. Bedeckung, Höhe, Kurzschluss und Offset – gibt es die „Alert"-Limits. Sie dienen dem Operator, frühzeitig einen Trend zu erkennen und rechtzeitig gegenzusteuern, zum Beispiel kann eine automatische Schablonenreinigung aktiviert werden oder aber eine Schabloneninspektion zur besseren Bewertung.

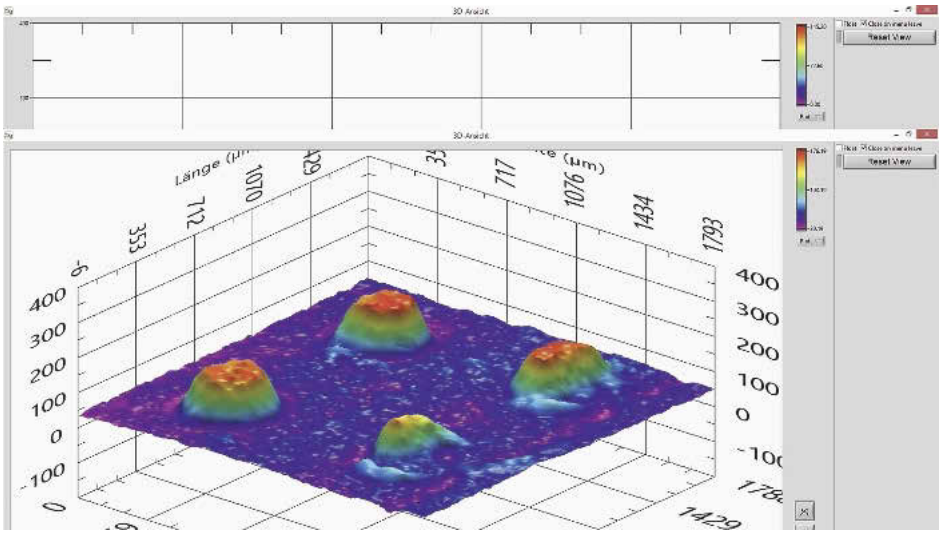


Foto: Ersa GmbH

3D-Bild eines BGA mit unvollständigem Lotdepot.

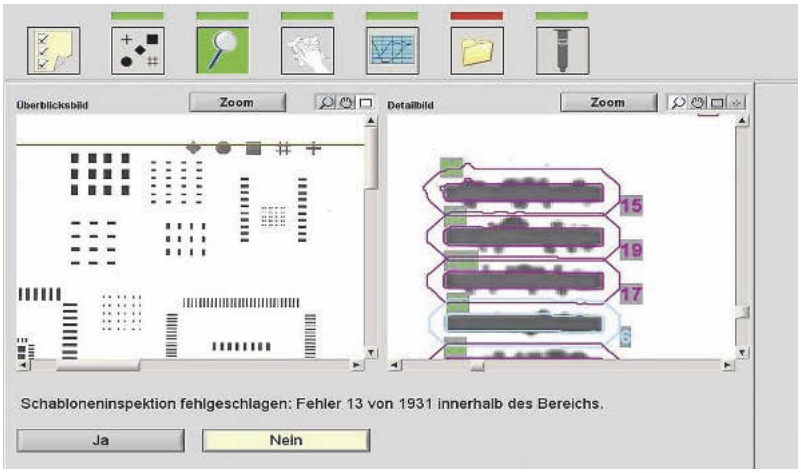


Foto: Ersa GmbH

Schablonen-inspektion mit verschmierter Unterseite.

Die Schablonenineinspektion als Merkmal der 2D-Inspektion bleibt erhalten, zeigt sie in der Praxis doch sehr gut die Möglichkeit einer Aktion in Form einer Schablonenreinigung, sollte die Verschmierung der Unterseite oder die Verstopfung der Schablone das eingestellte Limit überschritten haben.

SPC-Datenerfassung und -analyse ist ein Steckenpferd der SPI-Systeme. Ersa bietet hier ein Softwarepaket zur Verarbeitung der erfassten Rohdaten an. So werden Offsetwerte als Gauß-Kurve dargestellt, Cpk-Werte ermittelt und Trendanalysen über Produktchargen sowie ganze Fertigungsschichten und Tage gemacht. Die Ergebnisse der Inspektion können als Fehlerbild abgespeichert werden, aber auch nicht fehlerhafte Leiterplatten. Eine nachträgliche Qualifizierung und Analyse der Ergebnisse ist somit immer möglich. Die Software selbst kann an der Maschine zur sofortigen Optimierung des Prozesses verwendet werden, am Ende der Linie als Abgleich mit dem AOI-System oder als Control-Tool der Fertigungsleitung.

Vorteile gegenüber Stand-alone-3D-SPI-Modellen:

- Schablonenineinspektion erkennt Fehler, bevor sie entstehen
- Nullpunktmessung der unbedruckten Leiterplatte kann jederzeit vor dem Druck erfolgen
- Closed-loop-Funktion für Druckoffset integriert
- eine Softwareplattform für Druck und Inspektion, ein durchgängiges Bedienerkonzept
- eine Maschine für Wartung und Instandhaltung
- ein Ansprechpartner für beide Prozesse
- weniger Platzbedarf in der Fertigungslinie

Zusammenfassung: 3D-SPI wird einen immer größeren Anteil an den heutigen SMT-Linien haben und im Bewusstsein steigender Qualitätsansprüche immer häufiger zum Einsatz kommen. Die Integration von Schablonendruck und 100 % 3D-Inspektion in einer Maschine ermöglicht eine bislang nicht da gewesene Automatisierung des Prozessschrittes Schablonendruck und erzielt dadurch eine konstante und weitestgehend bedienerunabhängige Qualität des Prozesses. Es ist der logische und konsequente Schritt für unsere Kunden hin zu noch besserer Prozessüberwachung und Sicherheit ihrer Produktion.

www.kurtzersa.de



Foto: Ersa GmbH

Ersa präsentiert mit Versaprint 3D den weltweit ersten Schablonendrucker mit integrierter 3D-Inspektion.



Der Autor **Wolfram Hübsch** ist Produktmanager Schablonendrucker bei der Ersa GmbH.

Foto: Ersa GmH