

Anwenderbericht



3D-AOI

3D-AXI

3D-SPI

3D-MXI

WABCO
Modernste Getriebesteuerungen
für Nutzfahrzeuge – geprüft mit
3D-SPI und 3D-AOI von Viscom



Leitender Prozessingenieur Rüdiger Borges, Prozesstechniker Andreas Sommerfeld und Prüfmethodiker Lars Schulze neben der S3088 SPI von Viscom

Integrierte Lösung mit verknüpften Daten

ABS-Bremssysteme, Schaltgetriebe und viele andere Fahrzeugkomponenten stellen heute immer komplexere Lösungen dar. Damit steigen auch die Anforderungen an die Qualitätsprüfung. WABCO entwickelt und produziert in Hannover modernste Automobilelektronik, die später in LKWs und Bussen namhafter Hersteller zuverlässig ihre Arbeit verrichtet. In enger Zusammenarbeit mit der Viscom AG hat das Unternehmen dank einer integrierten Lösung mit 3D-SPI, 3D-AOI und der Verknüpfung der Daten über den Viscom Quality Uplink mit großem Erfolg die Fertigungsqualität optimiert.

Das Unternehmen Westinghouse Air Brake Company (WABCO) blickt auf eine lange Geschichte in den Vereinigten Staaten zurück, hat heute seinen Hauptsitz aber in der belgischen Hauptstadt Brüssel. Die Standorte verteilen sich von den USA über Australien, Indien und Japan bis hin zu vielen anderen Ländern wie etwa auch Deutschland. Am Lindener Hafen in Hannover läuft bei WABCO die Elektronikfertigung praktisch rund um die Uhr. Im Rahmen einer Entwicklungspartnerschaft entstand hier seit 2014 in mehreren Schritten eine Musterlinie mit den Systemen

S3088 SPI und S3088 *ultra* von Viscom. Ein Team von WABCO, das in engem Kontakt zu ausgewählten Viscom-Fachleuten steht, hat unter Produktionsbedingungen verschiedene Prüfmethoden von 2D über 2,5D bis hin zu 3D unter die Lupe genommen, um herauszuarbeiten, welche davon jeweils für welches Prüfkriterium am effektivsten einsetzbar ist. Das Ziel war die richtige Kombination für eine sichere Echtfehlerfindung. Im Ergebnis konnte die Pseudofehlerrate konsequent verringert und der First Pass Yield wesentlich erhöht werden.

Elektronik und Mechanik unter einem Dach

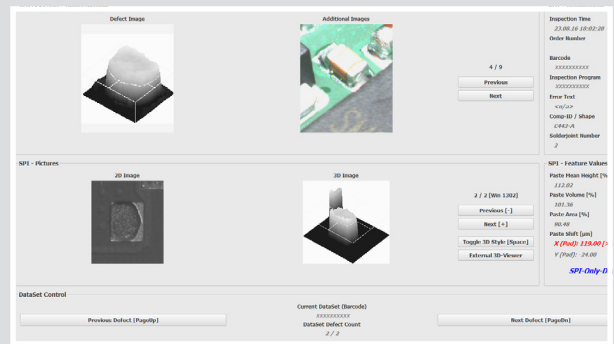
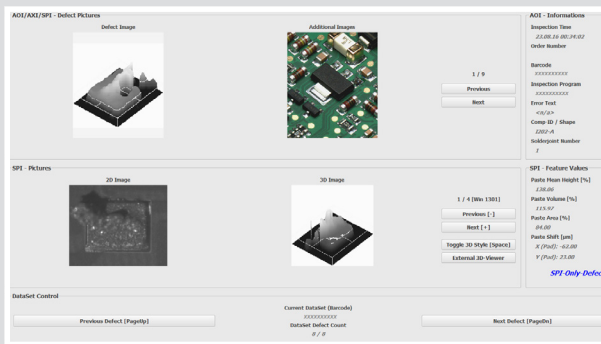
WABCO ist u. a. bekannt für seine ABS-Lösungen. „Elektronische Bremssysteme, Getriebesteuerungen, Luftfedersysteme mit der dazugehörigen Peripherie, wie etwa Kompressoren und Lufttrocknung – das sind so die Dinge, die bei uns in der Elektronik angesagt sind. Im Bremsbereich kommen noch Scheibenbremsen dazu, auch konventionelle Bremssysteme mit Trommeln“, erklärt Lars Schulze, Prüfmethodiker bei WABCO. Er betreut in der Elektronikfertigung die automatische optische Inspektion (AOI) und richtet die Prüfprogramme

dazu ein. „Die elektronischen Systeme muss man natürlich mit der Mechanik koppeln und das machen wir hier im Werk ebenfalls. Das heißt, wir stellen bei uns die Elektronik her und liefern sie in die Nachbarhalle, wo die jeweilige Mechanik dazu gebaut wird“, so Schulze. Das Schlagwort lautet Mechatronik.

Hannover ist das Hauptentwicklungszentrum der Elektronik von WABCO. Eine weitere ähnlich ausgerichtete Niederlassung ist in Wrocław im Nachbarland Polen angesiedelt. Alle anderen Produktionsstätten fokussieren sich hauptsächlich auf die mechanische Fertigung. In der niedersächsischen Landeshauptstadt beschäftigt WABCO etwa 2.600 Mitarbeiter, davon rund 250 in der Elektronikproduktion. Zu den Kunden zählen Unternehmen wie DAF Trucks, Daimler, MAN, Scania, Volvo oder auch ZF Friedrichshafen.

Platz für elektronische Bauteile zu 95 Prozent belegt

Ein aktuell sehr wichtiges Produkt von WABCO ist eine hoch komplexe Leiterplatte mit rund 450 Bauteilen, die in Nutzfahrzeugen als Herzstück der Getriebesteuerung dient. Dazu



Der Viscom Uplink Process Analyzer (VUPA) ermöglicht u. a. den Vergleich von SPI-Daten mit AOI-Bildern

Rüdiger Borges, leitender Prozessingenieur bei WABCO: „Wir haben diese Getriebeelektronik im Jahr 2015 eingeführt und der Platz, den wir für elektronische Bauteile zur Verfügung haben, ist bei dieser Leiterplatte zu 95 Prozent belegt. Das ist untypisch im Vergleich zur normalen Elektronikfertigung, wo man vielleicht einen Platzbedarf von 70 bis 80 Prozent hat.“ Gerade bei diesem Produkt mit seiner sehr hohen Packungsdichte, bei der man mit einer schrägen Kamera des Inspektionssystems teilweise nicht mehr viel sehen kann, ist die 3D-Analyse eine sehr große Hilfe. Alles ist dicht an dicht bestückt und ein guter Grund, weshalb WABCO in der Musterlinie das 3D-AOI-System S3088 *ultra* von Viscom einsetzt. Die Entwicklung geht laut Borges zudem in die Richtung von kleinen kompakten Bauformen wie QFN, bei denen die Anschlüsse gar nicht mehr oder nur eingeschränkt mit Hilfe geneigter Kameras sichtbar sind.

3D-SPI mit überzeugenden Möglichkeiten der Datenverknüpfung

Für die Lotpasteninspektion (solder paste inspection – SPI) hatte WABCO u. a. zum Ziel, den dort gebundenen Mitarbeiter mit anderen Aufgaben betrauen zu können. Das ließ sich

in der Musterlinie sehr gut mit einer S3088 SPI von Viscom realisieren. Es ist nicht das erste System zur Pastenprüfung, das WABCO für seine

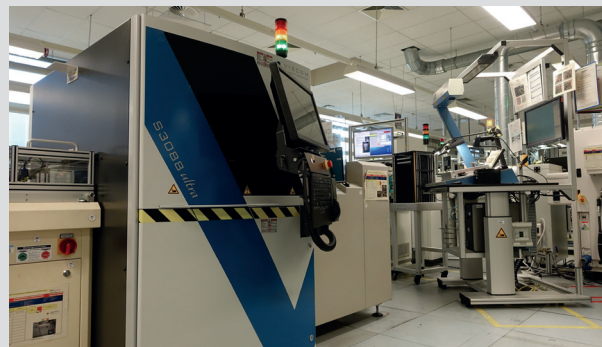
Produktion angeschafft hat. Als eine Neuinvestition anstand, konnte es sich aber aufgrund der Datenvielfalt und -konfiguration im Rahmen eines Benchmarks behaupten. Überzeugend waren dabei insbesondere die Möglichkeiten der stark automatisierten Datenverknüpfung über den Quality Uplink und den Verifikationsplatz HARAN von Viscom. Dazu Rüdiger Borges: „Wir hatten gesagt, in die Richtung wollen wir gehen und uns das genau anschauen.“ Ziel von WABCO war es, den Prozess nicht mehr nur im Ganzen beurteilen zu können, sondern auch in Einzelschritten zu verstehen. So haben zum Beispiel der Bestück- und Ofenprozess ihre besonderen, prozessrelevanten Eigenheiten.

Die Mitarbeiter von WABCO wollten möglichst genau wissen, wann eine

fehlerhafte Leiterplatte tatsächlich aus der Fertigungslinie herausgenommen werden muss, etwa schon nach dem Drucker, weil das

„Wenn man nur von oben auf die Paste schaut, sieht man nur eine Fläche. Ich weiß aber nicht: Ist dieses Pastenvolumen auch hoch genug und habe ich damit definitiv mein Minimalvolumen erreicht? Das fängt man mit einer 3D-Prüfung besser ab als mit 2D.“

SPI-System sagt, es gibt Pastenschmierung oder es ist keine Paste vorhanden. In diesen Fällen wäre eine Bestückung mit Bauteilen überflüssig. Das ist besonders vor dem Hintergrund ein großes Plus, dass WABCO bestimmte Produkte gar nicht mehr reparieren darf und deswegen nicht umhinkommt, sie zu verschrotten. Wenn fehlerhafte Leiterplatten nicht unnötig bestückt werden, lassen sich Kosten und Materialien einsparen. Je früher sie also ausgesondert werden können, desto besser. Die S3088 SPI von Viscom leistet dazu einen großen Beitrag. Dass es sich hierbei um ein modernes 3D-System handelt, hat ebenfalls seine Vorteile. „Wenn man nur von oben auf die Paste schaut, sieht man nur eine Fläche. Ich weiß aber nicht: Ist dieses Pastenvolumen auch hoch genug und habe ich damit definitiv mein Minimalvolumen



S3088 ultra, im Hintergrund der Verifikationsplatz HARAN von Viscom

erreicht? Das fängt man mit einer 3D-Prüfung besser ab als mit 2D“, erklärt Andreas Sommerfeld, Prozess-techniker bei WABCO. Sein Hauptaufgabenfeld ist das SPI-System mit den Funktionen des Quality Uplinks von Viscom sowie die dazugehörige Programmerstellung und -optimierung.

Maschinen kommunizieren miteinander

Die Bildinformationen, die das SPI-System in der Musterlinie an den AOI-Prozess übergibt, sind im Vergleich zu früher immens und werden heute mit einem Gigabit-LAN bewältigt. „In dem Moment, wo der Mitarbeiter die Baugruppe am Verifikationsplatz hinter dem AOI abscannt, müssen die Daten sofort zur Verfügung stehen“, so Sommerfeld.

Eine sehr nützliche Funktion des Quality Uplinks ist es z. B., dass sobald das SPI-System einen Fehler feststellt, das AOI-System die Anweisung bekommt, mit seinen hochauflösenden Kameras 360-Grad-Farbbildaufnahmen aus neun Perspektiven zu machen. Damit ließ sich relativ gut feststellen, dass Lötbrücken, die WABCO im Rahmen der Lotpasteninspektion oder der automatischen optischen Inspektion als typischen Pastenfehler entdeckt hatte, nicht auf mangelhafte Einstel-

lungen der Parameter am SPI- bzw. dem AOI-System oder dem Schablonendrucker zurückzuführen waren. Die Ursachen für die Entstehung der meisten Lötbrücken konnten zum einen durch ein verbessertes Leiterplattendesign und zum anderen durch eine verbesserte Reinigung der Leiterplatten im Anlieferungszustand deutlich reduziert werden.

Zum Quality Uplink gehört u. a. auch der Closed Loop von Viscom. Dahinter steckt vor allem die Kommunikation zwischen der Lotpasteninspektion und dem vorgeschalteten Schablonendrucker – z. B. ermittelt und sendet das SPI-System zyklisch bestimmte Werte an den Druckprozess. „Damit kann man den X-Y-Offset automatisch korrigieren lassen“, so Sommerfeld. Er und seine Kollegen konnten den Reinigungszyklus des Druckers auf diese Weise weit nach oben schrauben. Waren früher nur fünf oder sogar noch weniger Druckzyklen normal, so musste in einem Testlauf mit der Closed-Loop-Funktion der Drucker erst nach 20-mal wieder gereinigt werden. Das spart Zeit und Material.

Ein Beispiel für ein besseres Verständnis des Prozesses im Detail ist der Pastenauftrag für Ball Grid Arrays (BGAs). Hier war es den Mitarbeitern

von WABCO möglich, eine Toleranzgrenze von mindestens 25 Prozent des eigentlichen Solls als völlig ausreichend zu klassifizieren. „Wir haben festgestellt, dass es wegen der Vorverzinnung der BGAs eigentlich nur wichtig ist, dass diese mit der Paste in Kontakt kommt. Sofern das annähernd gegeben ist, gibt es im eingeschwungenen Lötprozess keine weiteren Probleme“, so Borges.

Auf Wunsch auch individuelle Lösungen

Ist im Rahmen der Prozessgrenzen bei der Lotpastenkontrolle doch etwas auffällig, so leistet der Viscom Quality Uplink auch hier gute Dienste. Eine Markierung sorgt dafür, dass die geprüfte Leiterplatte bzw. Baugruppe vom AOI-System für eine zusätzliche manuelle Röntgeninspektion ausgeschleust wird, obwohl es selbst eigentlich gar keinen Fehler entdeckt hat. Bisher musste dafür ein Mitarbeiter auf dem Träger außerhalb des Lötbereichs einen Punkt aufkleben. Auf Wunsch von WABCO ist dieser Schritt jetzt von den Entwicklern bei Viscom automatisiert worden. Dass diese Leiterplatte geröntgt werden muss, ist darüber hinaus für den Bediener am Verifikationsplatz HARAN über eine entsprechende Anzeige zu sehen.



Geplantes Engineering Innovation Center am Standort Hannover von WABCO

Viscom hat schon früher andere individuelle Anforderungen von WABCO umgesetzt, etwa dass an der S3088 SPI die Leiterplatten im Fehlerfall relativ schnell nur durch Öffnen der Haube rausgenommen werden können. Zuvor musste man die Maschine dafür erst herunter- und dann wieder hochfahren. Alternativ hätte man mit einem nachgeschalteten Puffermodul agieren müssen, was zusätzliche Kosten verursacht hätte. Ein weiteres Beispiel für eine individuelle Lösung von Viscom ist die jetzt mögliche manuelle Barcode-Eingabe an dem SPI-System.

Tests garantieren hohe Lebensdauer

Am Standort von WABCO in Hannover wird ebenfalls die langjährige Stabilität der Elektronik getestet. Fehlen beispielsweise bei einem Widerstand 50 Prozent an Paste, sieht man das mit dem Auge nicht, weil alles sauber verlötet ist. Die Belastungsprüfung, in der WABCO die mechanische Festigkeit im Hinblick auf eine gewünschte Lebensdauer von zehn bis 15 Jahren testet, würde diese Leiterplatte aber voraussichtlich nicht bestehen. Die Elektronik müssen dabei Temperaturschwankungen von -40 °C bis zu +150 °C aushalten können, da sie z. B. ganz dicht im

Getriebe verbaut werden können. Rüdiger Borges erklärt: „Unsere Produkte sind, etwa im Vergleich zum PKW-Bereich, wesentlich langlebiger. Im After-Sales-Market laufen einige bestimmt 15 bis 20 Jahre. Da gibt es auch immer wieder mal Elektronik,

„Unsere Produkte sind, etwa im Vergleich zum PKW-Bereich, wesentlich langlebiger. Im After-Sales-Market laufen einige bestimmt 15 bis 20 Jahre. Da gibt es auch immer wieder mal Elektronik, die wir nachbauen müssen.“

die wir nachbauen müssen. Das ist nichts Außergewöhnliches und im Prinzip auch eine Sache, die für uns einen gewissen Anspruch hat, auf der einen Seite modernste Elektronik zu entwickeln, auf dem neuesten Stand, mit den neuesten Technologien, aber auf der anderen Seite die bestehende Elektronik weiter zu produzieren.“

Interne Abläufe nach Six Sigma + Lean

Daran sieht man deutlich, dass Bewährtes und Neues bei WABCO ganz selbstverständlich nebeneinander existiert. Der weltweite Transport von Gütern und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel sind beides Trends mit viel Zukunftspotenzial. Steigende Anforderungen an die Sicherheit und

Umwelt sind wichtige Herausforderungen. Als Anbieter von intelligenten Lösungen für die Nutzfahrzeugindustrie ist WABCO mitten drin in diesen spannenden Entwicklungen. Eine intelligent vernetzte Inspektion der elektronischen Produkte ist dabei

eine wichtige Komponente. Die Qualitätsziele von WABCO unterliegen der „Six Sigma + Lean“-Philosophie. Dafür stehen intern speziell ausgebildete Mitarbeiter zur Verfügung. „Darum haben wir hier in Hannover auch unser Schulungszentrum, das offiziell auch anderen Unternehmen offensteht“, so Borges. Six Sigma + Lean werde bei WABCO in der Praxis strikt angewendet und dementsprechend seien z. B. die Fehlerfindung und die Prozessoptimierung natürlich immer unter diesem Gesichtspunkt anzugehen. Dabei spiele ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen ebenfalls eine sehr wichtige Rolle.

Auch an der S3088 *ultra* ist es wichtig, dass der Mitarbeiter einen Serienfeh-

ler, sei es eine falsche Drehlage oder etwa ein versetztes Bauteil, schnell entdeckt und sofort richtig handelt. WABCO hatte das AOI-System 2014 gemietet und für den optionalen Kauf vereinbart, dass bis 2016 bezogen auf die Baugruppen ein First Pass Yield (FPY) von mindestens 80 Prozent erreicht wird. Die 3D-Analyse der S3088 *ultra* sorgt z. B. bei Bauteilsschwankungen oder Koplanarität für schnelle und zuverlässige Ergebnisse. Viele Prüfmuster werden grundsätzlich vereinfacht, weil aufwendige, verlinkte Analyseschritte entfallen können. So sind durch die 3D-Analyse die Bauteilkörper viel besser zu detektieren, sodass z. B. Bauteil-Auflieger besser zu finden sind. „Für die Anwesenheitsprüfung benötigt man keine spezielle Kamera, keine angepasste Beleuchtung und auch keine auf die verschiedenen Bauteile und Leiterplattenfarben abgestimmten Feineinstellungen. Mit dem 3D-Raster kann man ganz einfach erkennen, ob das Bauteil da ist oder nicht“, erläutert Lars Schulze die Möglichkeiten. Er testet u. a. die vielen 3D-Optionen der S3088 *ultra* und passt sie an die Anforderungen von WABCO an. Zu seinen Hauptaufgaben gehört zudem die statistische Datenauswertung über den Viscom Uplink Process Analyzer (VUPA) und die SPC-

Funktion (statistical process control) des Quality Uplinks. „Die Inspektion war früher immer eine subjektive Bewertung, die niemals die ganze

gekauft. Beide Unternehmen sind weiterhin stark daran interessiert, gute Ideen schnell und effizient in die Praxis umzusetzen. Von der Planung

„Die Inspektion war früher immer eine subjektive Bewertung, die niemals die ganze Leiterplatte erfassen konnte. Jetzt haben wir direkte Messungen, können Häufigkeiten erfassen und statistisch die Stabilität ausrechnen.“

Leiterplatte erfassen konnte. Jetzt haben wir direkte Messungen, können Häufigkeiten erfassen und statistisch die Stabilität ausrechnen. Der Bediener kann zum Beispiel anhand der letzten 50 Leiterplatten direkt sehen, wo Toleranzbereiche überschritten werden, um auf Basis dieser Indizien Änderungen im Prozess vornehmen zu lassen“, so Schulze.

Die 80 Prozent FPY sind längst erreicht, und somit muss höchstens nur jede fünfte Baugruppe am Verifikationsplatz nachkontrolliert werden. Auch 90 Prozent FPY sind inzwischen zum großen Teil möglich. Das hat, ähnlich wie am SPI-Prüftor, dazu geführt, dass der Mitarbeiter, der früher am AOI-System stand, heute hauptsächlich das ICT-System (In-Circuit-Test) bedient. WABCO hat die S3088 *ultra* von Viscom inzwischen

über den Einsatz bis hin zur Optimierung und Weiterentwicklung ergeben sich im Rahmen der Partnerschaft von WABCO und Viscom damit auch in Zukunft mit Sicherheit spannende Synergieeffekte, von denen alle Beteiligten profitieren können. Das ist eine echte Win-win-Situation.