

Optische Qualitätskontrolle von Massenteilen



Nur 100% geprüfte C-Teile sichern eine problemlose Weiterverarbeitung. Unplanmäßige Stillstände, zum Beispiel durch fehlerhafte Zuführteile, lassen sich durch den Einsatz bildverarbeitungsbasierter Mess- und Sortiermaschinen weitgehend vermeiden.

Die Qualität von Massenteilen wie Schrauben, Muttern, Scheiben, Stanz-Biegeteilen oder auch Spritzgussteilen entscheidet in vielen Fällen über die Effizienz und Wirtschaftlichkeit automatisierter Montageprozesse. Mechanische Kleinteile werden zumeist als Schüttgut angeliefert und zur weiteren Verarbeitung mit Hilfe von mechanischen Zuführreinrichtungen bereitgestellt. Sind die zuzuführenden Teile funktional nicht 100%ig i.O., sind Anlagenstörungen vorprogrammiert. Je höher die weiterverarbeitenden Prozesse automatisiert werden, desto lauter verlangen die Betreiber eine Fehlerquote von 0 ppm oder 100 % Qualität. Statistische QS-Methoden können das nicht leisten.

Genauer Blick auf die Details

Das Aufspüren attributiver Fehler wie Riefen, Kratzer, Kerben oder Schlagstellen erfordert Sichtkontrollen. Und wenn es sich nicht nur um Schönheitsfehler, sondern um Fehler auf Funktionsflächen handelt, ist die objektive Sichtkontrolle obligat. Von Menschen ausgeführte Sichtkontrollen sind freilich wenig zuverlässig; die

Ergebnisse variieren von Person zu Person, sie hängen von der Tagesform ab und sind darüber hinaus sehr anstrengend und ermüdend.

Wer sich bei der Qualitätssicherung von Massenteilen nicht nur auf Stichproben und statistische Methoden verlassen will, investiert in eine Mess- und Sortiermaschine. Vorab stellt sich allerdings die Frage nach dem geeigneten Messverfahren.

Neben dem taktilen Messen und dem Einsatz der Lasermesstechnik beweist sich die Bildverarbeitung immer öfter als Alternative und ist häufig sowohl prozessual als auch wirtschaftlich die überlegene Technik. Und die Bildverarbeitung entwickelt sich rasant weiter: Kameras mit immer höheren Auflösungen und steigender Verarbeitungsgeschwindigkeit erschließen ständig neue Einsatzfelder.

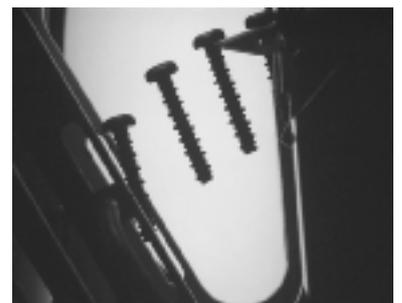
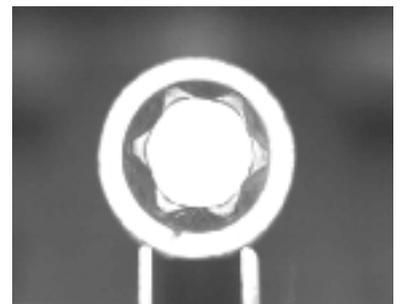
Lageorientierung ist Pflicht

Zwecks Zuführung der Prüflinge in das Messfeld der BV-Kamera(s) eignen sich insbesondere: Förderbänder, Glasprismen (Glasrutschen) und Glasplatten (Glasteller). Für spezielle Anwendungen, z. B. Schrauben, hat sich außerdem das »Messen im Flug« bewährt.

Förderbänder sind eine relativ preiswerte Lösung, um die zu prüfenden und zu vermessenden Produkte liegend vor die Kamera zu bringen. Positiv ist auch, dass neben Prüfstationen auch eine Wirbelstromeinheit zur Rissprüfung, eine Wendestation oder mehrere Sortierweichen an einem Förderband angebaut werden können. Allerdings haben Förderbänder auch



Weltrekordler: Mit der visiSort-E lassen sich über zwanzig Merkmale einer Schraube buchstäblich im Flug überprüfen. Durchsatz: bis zu 1.200 Schrauben/min.



Die Autoren

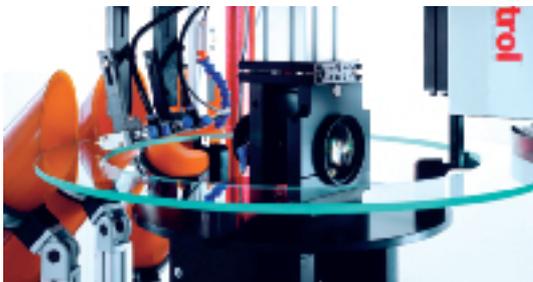
Volker Jauch ist Geschäftsführer der Visicontrol GmbH, Weingarten. Klaus Dieter Hennecke ist freier Journalist und PR-Berater aus Olpe.

gung. Von Menschen ausgeführte Sichtkontrollen sind freilich wenig zuverlässig; die

Nachteile. Dadurch, dass der Prüfling auf dem Förderband aufliegt, kann sein größter Durchmesser (Berührungspunkt zum Förderband) nicht direkt, sondern nur über Ersatzmaße festgestellt werden. Sollen relativ kleine Merkmale an Prüflingen oder insgesamt kleine Prüflinge im Kamerabild untersucht werden, so können die Nahtstelle des Förderbandgurttes oder an der Seite des Gurttes abstehende Fasern Messungen verhindern oder zu erhöhtem Pseudoausschuss führen. Sollen Einzelmerkmale unter Auflichtbedingungen kontrolliert werden, so ist auch die zunehmende Verschmutzung des Gurttes ein Problem, das meist nur durch den Wechsel des Gurttes gelöst werden kann.

Die Technik, Prüflinge auf einem ca. 45° geneigten Prisma der Kamera zur Bildaufnahme zur Verfügung zu stellen, eignet sich vorzugsweise für achsenförmige Teile. Universeller wird die Glasrutsche, wenn das „V“ drehbar gelagert wird und damit zum „L“ umgestellt werden kann. In der „L“-Stellung können neben achsenförmigen- auch scheibenförmige Teile zugeführt und vermessen werden.

Besonders wichtig für ein sicheres und schnelles Vermessen ist die stabile Lage der Prüflinge im Moment der Bildaufnahme. Hierbei ist die Form des Prüflings entscheidend. Unzulässig sind Teile mit einem Mittelbund; sie rutschen instabil, kippen um den Mittelbund und führen zu vermehrtem Pseudoausschuss.



Überlegte Anordnung der Kameras

Umgesetzt wird die Prismen-/Rutschen-technik in der visiSort-S. Beim Vergleich der Lage des Prüflings auf der Glasrutsche mit

Auf $\pm 3 \mu\text{m}$ genau: Das modulare Maschinenkonzept der visiSort-T (Glasteller) erlaubt den schrittweisen Ausbau von einer bis zu sechs Kameras.

der auf dem Förderband wird der erhebliche Vorteil erkennbar, nämlich dass der Prüfling aus der Sicht des Kamerasystems praktisch schwebt. Es ist damit kein Problem, mit gleich bleibender Messgenauigkeit sämtliche Maße, die im Durchlicht gesehen werden können, zu vermessen. Dieser Effekt entsteht dadurch, dass der Prüfling im Prisma nicht an seinem größten Durchmesser aufliegt. Üblicherweise werden an der Glasrutsche zwei um 90° versetzt angeordnete Kameras eingesetzt, die zwei Ansichten liefern. Soll die Maschine für unterschiedlich lange Teilefamilien eingesetzt werden, lassen sich z. B. durch den Einsatz von vier Kameras die Umrüstvorgänge rationalisieren. Die beiden jeweils parallel angeordneten Kameras, zwischen denen gewählt werden kann, sind mit unterschiedlich großen Objektiven ausgestattet und auf einem Gleitschlitten montiert. Kameras wie auch Beleuchtung sollten mit telezentrischer Optik ausgestattet sein.

Geeignetes Zuführkonzept wählen

Obwohl die visiSort-S Maschine durch die um 90° schwenkbare Glasschiene auch für scheibenförmige Teile umgerüstet werden kann, lassen sich damit nicht alle Anwendungsfälle optimal lösen. Erfordert das zu prüfende Produkt zum Beispiel eine Messwiederholgenauigkeit, von bis zu $\pm 3 \mu\text{m}$ oder will man nicht nur zwischen guten und schlechten Teilen unterscheiden, empfiehlt sich als Zuführung ein Glasring. Dieses Zuführprinzip wurde in der visiSort-T sehr erfolgreich umgesetzt. Klammert man die achsenförmigen Teile aus, so bietet die visiSort-T mehr Flexibilität für ein breiteres Teilespektrum. Das sehr modulare Maschinenkonzept erlaubt den schrittweisen Ausbau von einer bis zu sechs Kameras mit drei Triggerpositionen für die unterschiedlichsten Aufgaben. Mehrere Ausschleusestellen ermöglichen das Sortieren nach verschiedenen Kriterien. Das Betrachten der Teile von deren Ober- und Unterseite, Anwesenheit von Innengewinden, Teilevermessung mit hoher Genauigkeit sowie Oberflächeninspektionen für hohe Ansprüche sind mit einer Glasringmaschine zuverlässig realisierbar.

Während Maßkontrollen mit der Bildverarbeitung recht einfach zu lösen sind, erfordern Oberflächeninspektionen erheblich mehr Erfah-

rung mit dem Thema Beleuchtung und viel Anwendungswissen für den Einsatz des idealen Algorithmus. Die Kunst besteht darin, die guten von den schlechten Produkten zu trennen, obwohl auch die guten unterschiedliche Oberflächenhelligkeiten oder -farben haben und es kein objektiv richtiges (unstrittiges) Kriterium gibt, welches die guten von den schlechten Prüflingen unterscheidet. Oft sind es kleinste radiale Kratzer, die auf der Dichtfläche einer Scheibe gefunden werden müssen und zu Ausschuss führen, während ebenso kleine Kratzer, die nicht radial verlaufen oder kleinste Schlagstellen akzeptabel sind. Würden diese auch als Fehlerteile aussortiert, wäre dies teurer Pseudoausschuss.

Die bisher beschriebenen Techniken zur Teilehandhabung im Bereich der Kamera waren darauf optimiert das zu prüfende Teil vor der Optik möglichst ruhig und stabil zu präsentieren, um möglichst genaue und möglichst umfangreiche Messungen durchführen zu können. Zwar war der Teiledurchsatz auch von großer Bedeutung, wurde aber im Interessenkonflikt Präzision gegen Durchsatz mit der zweiten Priorität versehen.

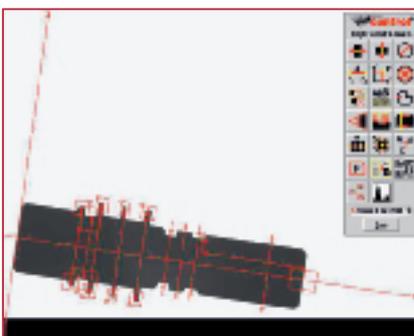
Die Entwicklung und Vermarktung der visiSort-Maschinen wurde viele Jahre durch die Anforderungen der Drehteileindustrie bestimmt. Bis sich Anfragen von Schraubenherstellern häuften und



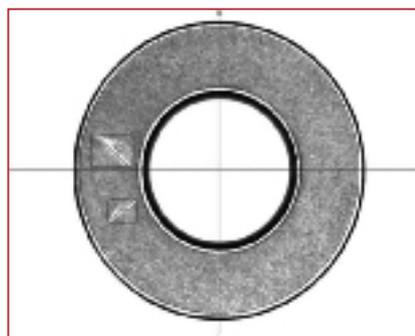
Das modulare Maschinenkonzept der visiSort-T ermöglicht den schrittweisen Ausbau von einer bis zu sechs Kameras. Mehrere Ausschleusepositionen ermöglichen das Sortieren nach verschiedenen Kriterien.

ein völlig neues Zuführkonzept erforderten, denn Schrauben werden in weit höheren Stückzahlen produziert als Drehteile. Glasrutsche und Gestelle sind nicht schnell genug um eine gesamte Produktion zu kontrollieren. Der parallele Einsatz von mehreren visiSort-S oder visiSort-T würde die Prüfkosten in die Höhe treiben. Das Ergebnis der Entwicklungsarbeit heißt visiSort-E. Die Mess- und Sortiermaschine für Schrauben realisiert die Forderung nach »Inspektion aller sichtbaren Maße«, indem von den Prüflingen im freien Flug die erforderlichen Kamerabilder gemacht werden. Basis hierfür ist eine hindernisfreie Zuführung und Vereinzelnung in Kombination mit gut aufeinander abgestimmter Sensorik, Aktorik und Software. Mit einer Kamera zur Seitenansicht und einer zur Draufsicht auf den Schraubenkopf können über zwanzig Merkmale einer Schraube überprüft werden.

- In der Seitenansicht sind das:
- Fremdteil- und Spankontrolle,
 - Gesamtlänge inkl. Kopf-, Schaftlänge,
 - Schaftdurchmesser,
 - Halslänge,
 - Gewindeanwesenheit,
 - Gewindelänge,



Die Bedien- und Programmiersoftware visiTeach stellt leistungsfähige BV-Funktionen und Filter zur Verfügung.



Oberflächeninspektionen erfordern deutlich mehr Know-how als Messaufgaben.



- Außen- und Kerndurchmesser,
- Anwesenheit Sicherungslack,
- Kopfdurchmesser (rund),
- Kopfhöhe,
- Winkelmessung (Schaft/Kopf).

In der Draufsicht werden ermittelt:

- Kopfform,
- Schlüsselweitenkontrolle,
- Verquetschungen am Kopf,
- Qualitätskontrolle Kopf,
- grobe Kopfrispe,
- Anwesenheit des Antriebs,
- Grat am Kopfaußen-durchmesser.

Auch die Anwesenheit bereits montierter Scheiben oder besondere Schraubenunterkopfformen können überprüft werden.

Fasst man die technischen Vor- teile aller drei Mess- und Sortierma- schinen zusammen, so ergibt sich als aktueller Stand der Technik fol- gendes Leistungsspektrum:

- Sortierleistung 80 bis 1.200 Teile/min,
- Messwiederholgenauigkeit ab $\pm 3 \mu\text{m}$,
- Maßkontrollen,
- Oberflächeninspektion,
- Erkennen von Spänen,
- robuste Teilezuführung,
- sichere Teileführung im Bereich der Optik.

Wirtschaftlichkeits- betrachtung

Das Thema Wirtschaftlichkeit so- wie zur Frage make or buy ist ebenfalls zu beachten. „C“-Teile können zu „A“-Problemen werden! Obwohl die Kosten für das Sortie- ren von z. B. Schrauben in Relation zum Teilepreis relativ hoch sind (5 % bis 15 %), amortisiert sich die Investition in eine visiSort durch vermiedene Folgekosten fast immer in wenigen Monaten. Und im Ver- gleich zu den möglichen Folgen ei- ner Rückrufaktion sind die Kosten für den Sortiervorgang gar nichts. Wie bei jedem Schritt entlang der Wertschöpfungskette kann natür- lich auch beim Sortieren mit BV-ge- stützten Mess- und Sortiermaschi- nen die Frage gestellt werden, ob man sich eine Maschine anschafft oder die Teile zum Lohnsortierer bringt. Abgesehen vom Logistikauf- wand sollte in die Entscheidung mit einfließen, dass Dienstleister, wenn sie sechs Merkmalen prüfen, eine höhere Rechnung stellen, als wenn sie nur nach drei Merkmalen sortie- ren. Mit einer visiSort im eigenen Haus hat die Zahl der überprüften Merkmale keinen Einfluss auf die Kosten. Man kann sich sogar den „Luxus“ leisten, eigentliche Aus- schussware in Zeiten geringerer

Auslastung noch mal zu sortieren um damit eventuellen Pseudoaus- schuss zu minimieren.

Betrachtet man die Kosten einer Schraubverbindung, stellt man fest, dass der Preis einer Schraube nur 15 % der Gesamtkosten einer Schraub- verbindung ausmacht. Der Gewinn sortierter Schrauben liegt nicht in der Einsparung von Materialkosten, sondern in der Aufrechterhaltung des sicher laufenden Montagepro- zesses. Denn wenn Schrauben auto- matisch verarbeitet werden können, darf mit einer Kostenreduktion von bis zu 80 % gerechnet werden.

Die Anschaffungskosten für eine visiSort richten sich nach der Anzahl der integrierten Kameras, der Quali- tät der Objektive, den adaptierten Peripheriegeräten, und beträgt zwi- schen 50.000 € und 200.000 €. Macht man zum Thema 100%-Kon- trolle und Sortierung die Kostenrech- nung für einen Dreischichtbetrieb auf und vergleicht die Kosten für das erforderliche Prüfpersonal mit der Investition in eine Maschine, so ist ziemlich klar, welche Lösung wirt- schaftlicher und zuverlässiger ist.

KENNZIFFER 062

*Visicontrol Gesellschaft für elektroni-
sche Bildverarbeitung mbH*
www.visicontrol.com