

< Die Qualitätsprüfung von Massenbauteilen scheiterte bisher vor allem am Bauteilhandling. Optische Prüfungen im freien Fall umgehen dieses Problem.

GRUPPE INLINE VISION SYSTEME

Der große Wurf: Bauteil-Inspektion im freien Fall

Hohe Stückzahl, geringer Preis – hohe Qualitätsanforderungen: Die Qualitätskontrolle von Massenbauteilen stellt viele Hersteller von Halbzeugen vor nahezu unlösbare Probleme. Für den Einsatz automatisierter optischer Prüfverfahren müssen die Bauteile gezielt orientiert und positioniert werden. Ein solches Schüttgut-Handling ist jedoch unverhältnismäßig teuer. Inspect 360° von Fraunhofer IPM schafft Abhilfe: Das optische System analysiert Geometrie und Oberflächenbeschaffenheit von Bauteilen im freien Fall – Handling überflüssig.

Die meisten Produkte bestehen aus einer Vielzahl von Einzelbauteilen. Bis zu tausend verschiedene Halbzeuge aus Metall oder Kunststoff sind es allein im Automobil. Produziert werden die Guss-, Stanz-, Zieh- oder Schmiedeteile im Sekundentakt, bevor sie als Schüttgut weitertransportiert werden. Trotz des geringen Preises übernehmen sie wichtige Funktionen im späteren Produkt. Einmal verbaut können geometrische Abweichung, defekte Oberflächen oder Verunreinigungen fatale Folgen haben, beispielsweise wenn es um Fahrwerks- und Bremskomponenten, Prothesen oder etwa um Dosiervorrichtungen für Medikamente geht. Daher gelten strenge, gesetzlich festgelegte Qualitätsnormen – insbesondere in sicherheitsrelevanten Branchen wie der Automobil- und Luftfahrtindustrie oder der Medizintechnik. Umso erstaunlicher ist es, dass manuelle Sichtprüfung oder taktile Lehrenprüfung auch heute noch häufig Stand der Technik bei der Qualitätsprüfung von Massenbauteilen sind.

Prüfen ohne Handling

Optische Messtechnik kann Maßhaltigkeit und Oberflächen-defekte von Bauteilen zuverlässig und sehr genau prüfen. Problematisch ist beim Schüttgut das dafür notwendige

Bauteil-Handling. Im Sekundentakt purzeln die Bauteile aus den Stanz- oder Gussmaschinen. Hier kann auch moderne Robotik nicht mithalten und wäre letztendlich wohl auch unverhältnismäßig teuer.

Das von Fraunhofer IPM gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD entwickelte Prüfsystem Inspect 360° umgeht das Handling-Problem elegant: Die Bauteile werden direkt vom Förderband nacheinander in eine Hohlkugel befördert und im freien Fall optisch analysiert. Im Bruchteil einer Sekunde passiert das Bauteil die »Prüfkugel«, die innen wie eine Ulbrichtkugel diffus reflektierend gestaltet ist. In dieser Zeit passiert einiges: 27 Kameras erfassen die homogen beleuchtete Oberfläche des fallenden Objekts vollständig in einem Schuss. Die einzelnen Objektbereiche werden aus unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen, was die Robustheit des Verfahrens deutlich erhöht. Neben 24 hochauflösenden Inspektionskameras registrieren drei Tracking-Kameras mit geringerer Auflösung und Weitwinkeloptik die Lage des Bauteils, das in beliebiger Orientierung in das Freifall-Inspektionssystem fällt.

Das Schwestersystem **F-360° ZUR REINHEITSPRÜFUNG IM FREIEN FALL** detektiert filmische Verunreinigungen und Partikel auf Oberflächen auf Basis von Fluoreszenz-Messungen. Dazu wird das Innere des Prüfvolumens mithilfe von UV-LEDs ausgeleuchtet. Das Licht regt die Fluoreszenz von Produktionsrückständen, z. B. Ölen, Fetten oder nasschemischen Reinigungsmitteln, an. Das von der Oberfläche ausgestrahlte Fluoreszenzlicht wird mithilfe von sechs Kameras aufgenommen. Das Ergebnis: ein Verschmutzungsbild der gesamten Objektoberfläche.

Echtzeit-Abgleich mit idealisiertem 3D-Modell

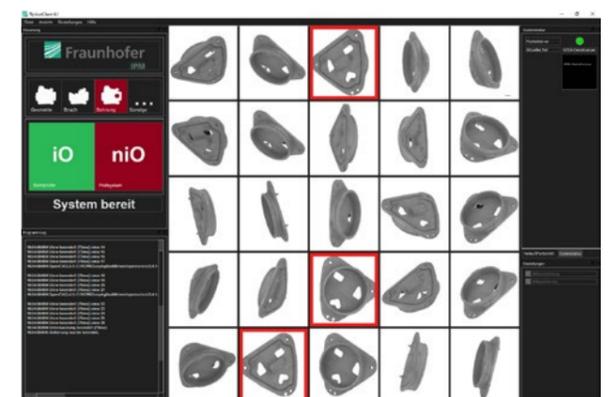
Analysiert werden die Geometrie und Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils. Das Schwestersystem F-360° misst zusätzlich Verunreinigungen und Fremdpartikel. Abweichungen bei der Maßhaltigkeit werden über einen Abgleich mit einem zuvor erstellten CAD-konformen 3D-Modell des Bauteils ermittelt. Typische Oberflächendefekte – z. B. Risse, Löcher, Riefen oder Pickel – werden durch den Abgleich mit Gut-Teilen detektiert. Dabei werden geometrische Abweichungen sowie Risse oder Löcher von wenigen 100 µm erkannt.

Die geometrische Komplexität der Bauteile spielt für Inspect 360° keine Rolle – abgesehen von optisch nicht zugänglichen Kavitäten und transparenten Bauteilen. Das System prüft Bauteile mit Durchmessern oder Kantenlängen ab wenigen Millimetern bis zu einem Durchmesser von 20 cm – je nach Anforderung wird der Prüfraum entsprechend ausgelegt. Speziell angeordnete Hochleistungs-LED sorgen für die geeignete Beleuchtung im Inneren der Hohlkugel. Um Hintergrund- oder Fremdlicht vollständig auszublenden, ist das Inspektionssystem bis auf die beiden kleinen Öffnungen zum Ein- und Austritt des Prüfobjekts vollständig gekapselt.

»Bits statt Robots«

Die Freifall-Inspektion im Produktionstakt stellt hohe Anforderungen nicht nur an Optik- und Systemdesign, sondern auch an die Datenverarbeitung. Speziell entwickelte

KI-basierte Algorithmen ermitteln den Bauteiltyp und die Lage der Prüflinge direkt nach der Aufnahme. Anschließend werden die Einzelbilder der entsprechenden Ansicht des Bauteil-CAD-Modells zugeordnet. So wird die Textur der Gesamtoberfläche durch Echtzeit-Bildverarbeitung auswertbar gemacht. Definierte Bereiche auf dem Modell können ausgeblendet oder gezielt auf Defekte untersucht werden. Auch die Unterscheidung nach Qualitätsklassen anhand zuvor definierter Normabweichungen ist möglich. Qualitätskonforme Teile werden beim Austritt aus dem Prüfraum als solche klassifiziert, Mängelbeispiele aussortiert.



Bedienoberfläche von Inspect 360°: Bildperspektiven, auf denen Fehler festgestellt wurden, sind markiert. Durch Abgleich der Ergebnisse von Sichtprüfung und Prüfsystem können Prüfkriterien und Schwellenwerte nachträglich angepasst werden.