

# Unsichtbares sichtbar machen

Fraunhofer *Vision* auf der Control 2007

**Bildverarbeitungssysteme kommen in der Qualitätssicherung in der Produktion zum Einsatz, um die manuelle Qualitätskontrolle der Werkstücke zu unterstützen und zu ergänzen, teilweise auch komplett zu ersetzen. In einem optischen Prüfsystem werden die menschlichen Fähigkeiten des Sehens, Bewertens und Klassifizierens im Prinzip nachgebildet, jedoch auch verbessert, in dem die Prüfergebnisse objektivierbar und nachvollziehbar werden und ermüdungsfrei ausgeführt werden können. In vielen Fällen kann mit optischen Prüfsystemen sogar eine 100-Prozent-Kontrolle im Produktionstakt durchgeführt werden.**

In zunehmendem Maße können mit Hilfe von Bildverarbeitungssystemen mittlerweile auch Aufgaben gelöst werden, die durch menschliche Prüfer überhaupt nicht oder nur zerstörend und an einzelnen Stichproben durchgeführt werden können, wenn nämlich einerseits sehr schnelle, für das menschliche Auge nicht wahrnehmbare Bewegungen bewertet werden sollen und andererseits im Inneren von Materialien Fehler gefunden werden sollen.

Die Fraunhofer-Allianz *Vision* präsentierte auf der Control 2007 in Sinsheim eine Auswahl neuer Bildverarbeitungs- und Vermessungssysteme für die Qualitätssicherung in der Produktion mit dem Themen-Schwerpunkt »Unsichtbares sichtbar ma-

chen«. Dieses aktuelle Thema wurde in Form der beiden Themenblöcke »Messen und Prüfen mit Hochgeschwindigkeit« und »Material-Inneres sichtbar machen« präsentiert.

## Unsichtbare Bewegungen sichtbar machen – Messen und Prüfen mit Hochgeschwindigkeit

### Objektvermessung mit Laserlichtschnitt

Für die schnelle dreidimensionale Erfassung von Objekten ist die Lichtschnittmesstechnik besonders vorteilhaft. Selbst bei einer Aufnahme-geschwindigkeit von 1 m/s kann eine Oberflächenkontur mit einer Auflösung von ca. 0,05 mm in Bewegungsrichtung

erfasst werden. Die Höhenauflösung kann je nach Prüfaufgabe bis in den Mikrometerbereich eingestellt werden. Ebenso kann die Messgeschwindigkeit an spezifische Anforderungen angepasst werden. Durch die Kopplung an vorhandene Maschinensteuerungen ist eine Integration in bestehende Fertigungssysteme möglich.

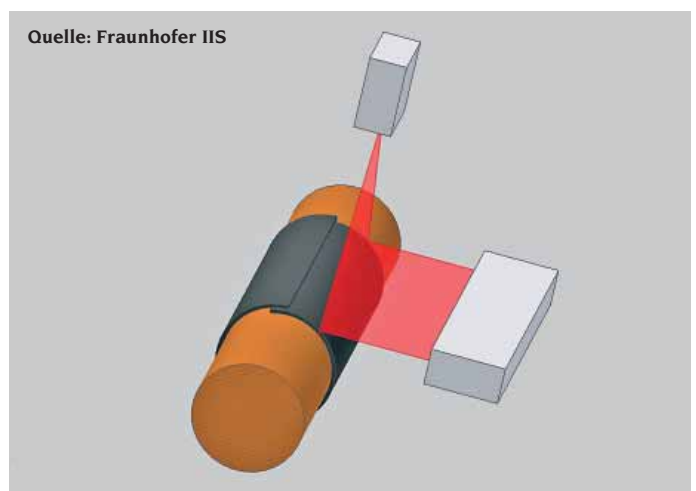
Die Systeme kommen in allen Stadien der Reifenproduktion bis hin zur Prüfung der fertigen Produkte zum Einsatz. Gemeinsam mit verschiedenen Partnern wurden bereits ca. 70 Systeme in der Reifen- und Automobilindustrie installiert.

Das Lichtschnittverfahren wird auch für die Sortierung kleiner Proben nach geometrischen Merkmalen eingesetzt. Unter Verwendung von Parallelrechnerarchitektur werden mehrere Millionen komplex aufgebaute Teile pro Stunde klassifiziert.

Ein Laser mit einer speziellen Aufweitungsoptik projiziert eine Lichtlinie auf die Oberfläche des zu erfassenden Objekts. Die Lichtlinie folgt dabei der Form der Oberfläche, so dass die Kurvenform dem Höhenverlauf der Oberfläche entspricht. Durch eine hochfre-



▲ Abb. 1: Mittels Lichtschnittverfahren vermessener Reifen



▲ Abb. 2: Schematische Darstellung der Erfassung des Wickelvorgangs von Reifen

quente Abtastung der Lichtlinie während der Bewegung des Objekts wird die Oberfläche komplett aufgenommen und zu einer 3D-Höhensinformation zusammengefasst. Das Aufnahmeverfahren ist flexibel an die geforderte Ortsauflösung in allen Raumrichtungen anpassbar.

Die so gewonnene dreidimensionale Information über die Objekt-oberfläche kann dann einer Bildverarbeitung zugeführt werden, die nach Kundenvorgaben implementiert wird. Das Leistungsspektrum reicht dabei von reinen Gut-/Schlecht-Entscheidungen über Mehrfachklassifikation bis zu komplexen Vermessungsaufgaben.

Am Beispiel des Wickelvorgangs von Reifen lässt sich der Messvorgang veranschaulichen. Bei der Herstellung von Reifen werden unterschiedliche Materiallagen auf eine Trommel gewickelt, der Reifen wird also Lage für Lage aufgebaut. Während der einzelnen Prozessschritte werden vom Lichtschnitt-Messsystem innerhalb einer Sekunde einige Tausend Höhenprofile der Materiallage aufgezeichnet. Dies ermöglicht die vollautomatische Kontrolle des Reifenaufbaus selbst bei einer Auflagegeschwindigkeit von 2 m/s.

### Optische 3D-Messtechnik

#### Prozessintegrierte optische 3D-Geometrieprüfung

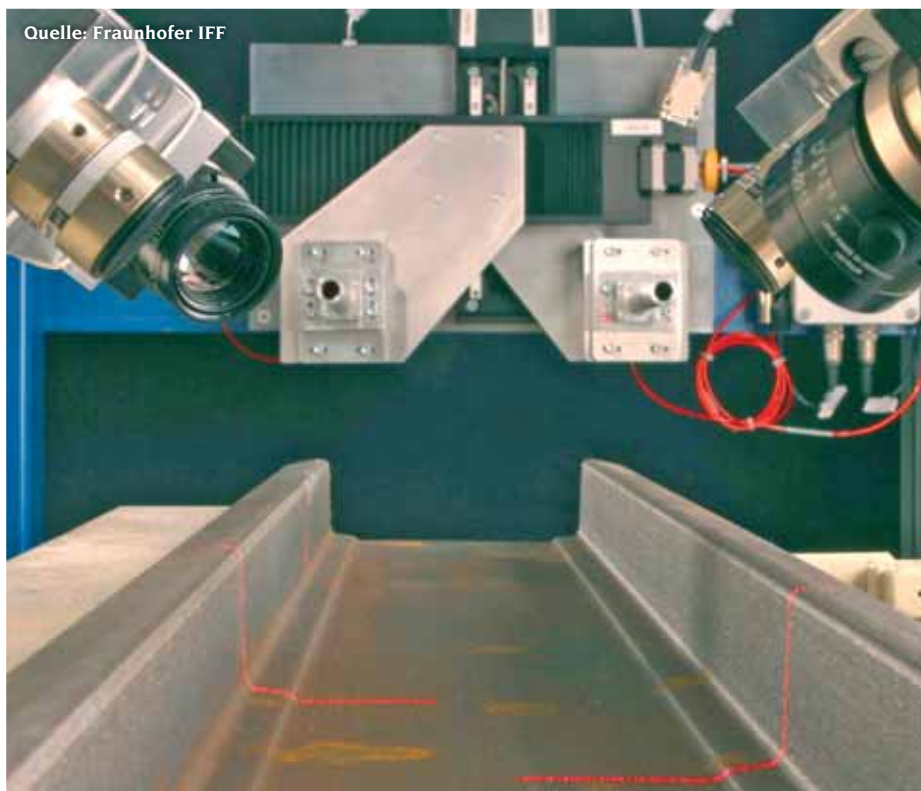
Ständig wachsende Qualitätsansprüche an industriell gefertigte Produkte stellen hohe Anforderungen an deren Fertigungsprozesse sowie die Prozess- und Qualitätskontrolle.

Für geometrische Qualitätsprüfungen ersetzt die optische 3D-Messtechnik in zunehmendem Maße die klassische taktile Messtechnik und erschließt neue Anwendungsfelder. Auf Grund der Schnelligkeit und einer berührungslosen Arbeitsweise ermöglichen optische 3D-Messsysteme eine direkte Fertigungsintegration. Die Möglichkeit einer Integration der Messtechnik in den Prozess, die Fertigung oder in die Maschine schafft gegenüber konventioneller geometrischer Messtechnik



Quelle: Fraunhofer IFF

▲ Abb. 3: Fertigungsintegrierte Geometriemessung von Kfz-Rädern



Quelle: Fraunhofer IFF

▲ Abb. 4: Fertigungsintegrierte Geradheitsprüfung von Profilen

enorme Vorteile und stellt somit ein Herausstellungsmerkmal dar. So ist durch die Bereitstellung des Messergebnisses im Fertigungstakt eine unmittelbare Rückkopplung auf den Prozess möglich, was eine direkte und unmittelbare Reaktion bei Fehlern ermöglicht. Durch die Prozessintegration der Messtechnik sind eine 100-

Prozent-Prüfung und eine lückenlose Dokumentation der Produktqualität möglich.

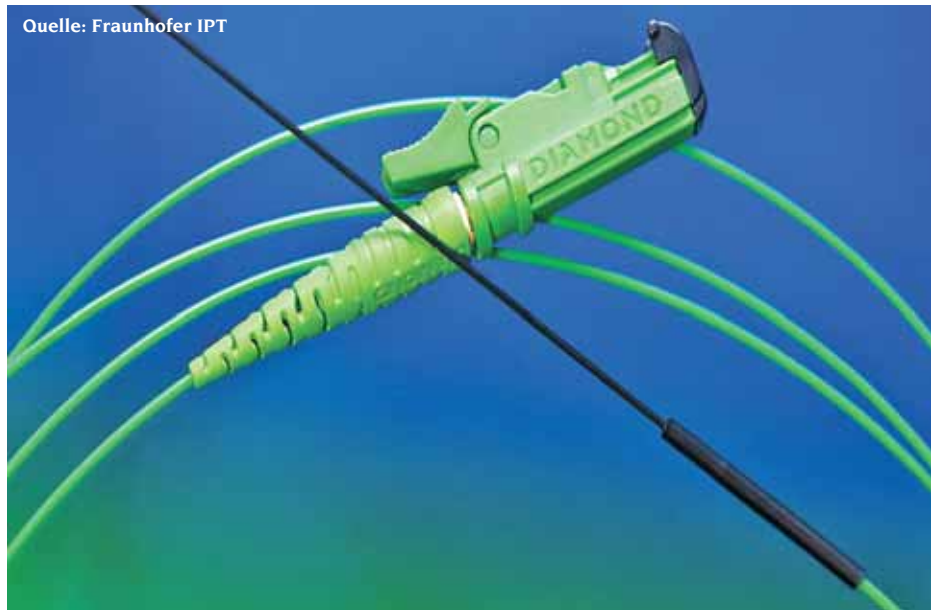
Die am Fraunhofer IFF entwickelte 3D-Messtechnologie OptoInspect 3D bildet die Grundlage für eine derartige prozess- und maschinenintegrierbare Geometriemesstechnik. OptoInspect 3D ist ein modulares System, um

anwendungsspezifische und automatisierte 3D-Messsysteme zu konfigurieren. Die eingesetzten Sensoren arbeiten auf Basis des Triangulationsprinzips (Laserlichtschnittverfahren und punktförmige Triangulation). Sie werden in Zahl und Anordnung applikationsabhängig zu Sensorverbänden konfiguriert. Die Systeme arbeiten von der 3D-Digitalisierung über die Messdatenauswertung bis hin zur geometrischen Merkmalsextraktion vollautomatisch. OptoInspect 3D ist eine in vielen industriellen Anwendungen bewährte Messtechnologie.

### Verteilte faseroptische Sensoren

Heutige Trends zur Miniaturisierung sowie die Steigerung der Komplexität von Produkten und Bauteilen wie Einspritzdüsen oder Mikroformeinsätze führen dazu, dass eine angepasste Messtechnik für die Erfassung geometrischer Merkmale unumgänglich wird. Optische Systeme bieten hier eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber taktilen Verfahren. Insbesondere die Nutzung von Lichtwellenleitern erschließt neue Möglichkeiten bezüglich der Zugänglichkeit an Messstellen und -orten. Dabei sind viele Branchen auf den Einsatz von miniaturisierten Sensoren angewiesen, da meist nur wenig Bauraum für den Einsatz des Messsystems vorgesehen ist. Viele dieser Mikrosensoren sind schon heute kommerziell erhältlich und stellen täglich ihre Leistungsfähigkeit im industriellen Einsatz unter Beweis. Zurzeit fehlen jedoch oftmals angepasste Sonden sowie ganzheitliche Systeme, die den verteilten Einsatz entsprechender Mikrosensoren in der Produktion ermöglichen.

Anlässlich der Control 2007 präsentierte das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT miniaturisierte Sensoren (Abb. 5) sowie einen optischen Multiplexer (Abb. 6) zur Kopplung eines Messsystems an mehrere Sonden. Flächige Datenaufnahmen durch Glasfaserbündel sind mit diesen Systemen ebenso möglich wie die Realisierung eines Vielstellenmess-



▲ Abb. 5: Miniaturisierte Sonde



▲ Abb. 6: Scannender Multiplexer

systems. Bei der Entwicklung der Sonden kommen innovative Werkstoffe wie Faserverbünde zum Einsatz, da diese materialspezifische Vorteile hinsichtlich der Miniaturisierungsforderung aufweisen. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Auswahl und Montage von Strahlenkungsoptiken und auf der Evaluierung und Umsetzung faserbasierter Strahlformungssysteme. Insbesondere der hohe Modularitätsgrad des Multiplexers erleichtert die Integration von bereits vorhandenen Sonden und Messsystemen.

In Zusammenarbeit mit Projektpartnern aus Forschung und Industrie wur-

den am Fraunhofer IPT sowohl faserbasierte Mikrosensoren als auch optische Multiplexer realisiert, die robust und flexibel auch unter erschwerten Produktionsbedingungen exakte Messungen durchführen.

Kontakt:  
 Dr. Norbert Bauer  
 Fraunhofer-Allianz Vision  
 Am Wolfsmantel 33  
 91058 Erlangen  
 Tel.: 091 31/776-500  
 Fax: 091 31/776-599  
 E-Mail: vision@fraunhofer.de  
 www.vision.fraunhofer.de  
 www.control-messe.de