



1 *Qualitätsprüfung durch optische Messtechniken.*

## OPTOINSPECT 3D – MESSTECHNOLOGIE ZUR GEOMETRISCHEN QUALITÄTSPRÜFUNG

### Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.  
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg

Ansprechpartner  
Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik

Dr.-Ing. Dirk Berndt  
Telefon +49 391 4090-224  
dirk.berndt@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Ralf Warnemünde  
Telefon +49 391 4090-225  
ralf.warnemuende@iff.fraunhofer.de

[www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de)

### OptoInspect 3D-Messtechnologie

Die optische 3-D-Messtechnik ersetzt zunehmend die klassische taktile Messtechnik. Neue Anwendungsfelder werden erschlossen, wenige Anwendungen sind jedoch bereits umgesetzt.

OptoInspect 3D ist eine modulare Technologie für die Realisierung anwendungsspezifischer automatisierter 3-D-Messsysteme für die Qualitätsprüfung in der industriellen Fertigung. Der Fokus ist darauf gerichtet, die Mess- und Prüftechnik direkt in den Fertigungsprozess bzw. in die Maschine zu integrieren, um qualitativ hochwertige Produkte und effiziente Fertigungsprozesse zu ermöglichen. Die Technologie OptoInspect 3D umfasst Methoden und Werkzeuge für den Entwurf, die Dimensionierung und die Simulation triangulationsbasierter Laserlichtschnittsensoren. Auch das Kalibrieren und Einmessen von anwendungsspezifisch konfigurierten Systemen aus mehreren

Sensoren und Sensorbewegungskomponenten zählen dazu. Ein weiterer wichtiger Bestandteil sind Funktionen und Methoden für eine schnelle und automatische Messdatenaufnahme, für die Datenauswertung und Geometriemerkmalbestimmung. Folgend wird am Beispiel eines Messsystems zur geometrischen Qualitätsprüfung von Fahrzeugrädern die OptoInspect 3D-Technologie beschrieben und Möglichkeiten des Technologieeinsatzes gezeigt.

### Anwendungsbeispiel Räderprüfung

#### Zielstellung

Ziel ist die automatisierte geometrische Qualitätsprüfung von Fahrzeugrädern in der Fertigung. Es sind dafür Positions-, Form- und Lageabweichungen für die Reifensitze, die Nabenbohrung, die Bolzenlöcher und die Anlageflächen der Räder zu bestimmen.



## Funktionsprinzip

Der grundlegende Ablauf der optischen Geometrieprüfung lässt sich durch folgende Schritte beschreiben:

- 3-D-Digitalisierung der Objektgeometrie
- Datenvorverarbeitung (u. a. Filterung, Bereinigung)
- Segmentierung und Approximation von Normgeometrieelementen
- Bestimmung eines Bezugskordinatensystems am Objekt
- Ermittlung von Geometrieparametern für Position, Lage und Form

## 3-D-Digitalisierung

Die Digitalisierung der Objektgeometrie erfolgt optisch und berührungslos. Die verwendeten Lasersensoren arbeiten nach dem Triangulationsprinzip (Laserschnittverfahren und punktförmige Triangulation). Die Sensoren sind zu einem Verbund konfiguriert und messen in einem gemeinsamen Koordinatensystem. Mittels eines geeigneten Bewegungssystems aus translatorischen und rotatorischen Bewegungsachsen wird der Sensorverbund über die Objektoberfläche geführt und diese somit durch Scannen erfasst. Eine vorherige Zustellung ermöglicht eine bauteiltypabhängige Anpassung an die entsprechenden Messbereiche der Sensoren. Aus der geometrischen Beschreibung der Anordnung der Sensoren, welche durch einen Einmess- und Kalibriervorgang einmalig vorab bestimmt wird, den Achspositionen und den Messdaten der Sensoren kann eine 3-D-Punktwolke im Weltkoordinatensystem berechnet werden. Die Digitalisierung erfolgt für ausgewählte Bereiche des Rades,

wie Reifensitz, Nabenbohrung, Bolzenlöcher und Anlageflächen.

## Datenvorverarbeitung

Für die Auswertung werden in einem ersten Schritt die Daten vorverarbeitet. Störungen, z. B. entstanden durch Spiegelungen oder Reflektionen, werden beseitigt, die Datenmenge durch Ausdünnung reduziert und Störgeometrien, entstanden bei Aufnahme- und Spannvorrichtungen, entfernt.

## Datenauswertung

Für das Bestimmen objektbezogener Geometrieparameter, d. h. auf das Radkoordinatensystem bezogene Parameter, müssen die Messdaten in ein Objektkoordinatensystem überführt werden. Entsprechend den Vorgaben des Bauteilbezugsystems werden dazu die Formelemente, wie z. B. Kanten, Bohrungen oder ebene Teilflächen, am Bauteil genutzt. In diese Formelemente werden durch numerische Approximation Normgeometrien, wie Ebenen, Zylinder und Kugeln eingepasst. Aus den Parametern der Normgeometrien werden Position und Lage des Objektkoordinatensystems bestimmt.

Für das digitalisierte Rad wird das Objektkoordinatensystem anhand der virtuellen Rotationsachse (Nabenbohrung und Anlagefläche) bestimmt. Liegen die Messdaten im Objektkoordinatensystem vor, können über Zwischengrößen oder direkt die gewünschten Geometrieparameter ermittelt werden. Dazu werden jeweils relevante Objektbereiche, ggf. einzelne Lichtschnitte, der Daten genutzt, um wiederum Norm-

geometrien einzupassen. Somit können folgende Parameter des Rades ermittelt werden:

Reifensitz und Nabenbohrung:

- Reifensitzdurchmesser, -umfang und -exzentrizität
- Rund- und Planlauf sowie Harmonische der Reifensitze
- Nabenbohrungsdurchmesser

Befestigungsbohrungen und Auflagefläche:

- Bohrungswinkel und -radius
- Positionsabweichungen
- Teilkreisdurchmesser
- Ebenheit der Auflagefläche

Die Messergebnisse werden mit den Soll-daten verglichen, danach wird eine Klassifikation der Bauteile in gut und schlecht vorgenommen.

Die Räderprüfung ist ein repräsentatives Beispiel einer typischen Anwendung der OptoInspect 3D-Technologie für die automatisierte und fertigungsintegrierte geometrische Qualitätsprüfung. Eine Vielzahl bereits realisierter Systemlösungen belegt die industrielle Tauglichkeit der Technologie.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie unter [www.mpt.iff.fraunhofer.de](http://www.mpt.iff.fraunhofer.de).

2 *Detailansicht. Foto: Bernd Liebl*

3 *Gesamtansicht des Räderprüfungssystems. Foto: Bernd Liebl*