

## Optische Messsysteme zur Geometrieerfassung präzisionsgeschmiedeter Bauteile

Rüdiger Gillhaus, Markus Kästner und Eduard Reithmeier

*Leibniz Universität Hannover, Institut für Mess- und Regelungstechnik,  
Nienburger Str. 17, 30167 Hannover*

**Ansprechpartner:** Rüdiger Gillhaus, Tel.: 0511 762-4284, [ruediger.gillhaus@imr.uni-hannover.de](mailto:ruediger.gillhaus@imr.uni-hannover.de)

**Abstract:** Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über die in dem Sonderforschungsbereich 489 „Prozesskette zur Herstellung präzisionsgeschmiedeter Hochleistungsbauteile“ eingesetzten optischen Messtechniken zur Geometrieerfassung von präzisionsgeschmiedeten Komponenten. Die vorgestellten optischen Messsysteme eignen sich bestens zur Erfassung der Geometrie der unterschiedlichen Funktionselemente, wie Verzahnungen, Wellenschaefte, Lagersitze und Kurbelwangen, um Geometrieabweichungen durch den Herstellungs- und Härteprozess detektieren zu können. In einem Multisensorsystem werden die jeweiligen Vorteile der unterschiedlichen Messsysteme gemeinsam genutzt.

### I. Einleitung

Die Erfassung von Form-, Maß- und Lageparametern erfolgt vielfach durch klassische, taktile Messgeräte. Zunehmend werden jedoch auch optische Messsysteme eingesetzt, die aufgrund ihrer sehr viel kürzeren Messzeiten bei weitaus höherer Messpunktedichte vorteilhaft sein können. Somit eignet sich die optische Messtechnik besonders für eine flächenhafte Datenerfassung von Bauteilen und für Messungen innerhalb von Prozessen zur 100%-Prüfung. Bei präzisionsgeschmiedeten Bauteilen treten beide Anwendungsfälle auf. Eine flächenhafte Erfassung von Funktionselementen der gefertigten Bauteile wird durch die Streifenprojektionstechnik durchgeführt, während

zur prozessintegrierten Messung die konoskopische Holographie zum Einsatz kommt. Zudem wird die Schattenprojektionstechnik genutzt. Die Funktionsweise und der Aufbau der drei optischen Messprinzipien werden anhand von drei Messsystemen vorgestellt, sowie deren Einsatz in einem Multisensors

### II. Streifenprojektionstechnik

Die Streifenprojektionstechnik ist ein auf die Triangulation basierendes Messsystem und erfasst Geometrien flächenhaft. Sie findet hauptsächlich in der 3D-Geometrieerfassung und dem Reverse-Engineering Anwendung.

Der Aufbau und die Funktionsweise sind in Abb. 1 dargestellt.

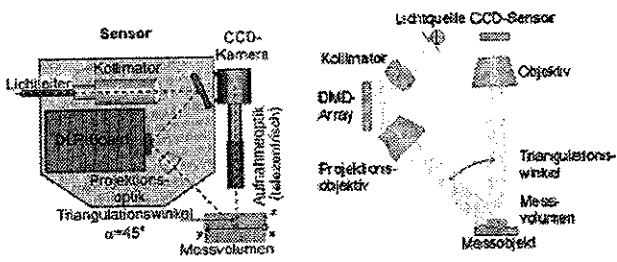


Abb. 1: Aufbau und Funktionsweise des Streifenprojektionssensors [1]

Das Messvolumen von handelsüblichen Streifenprojektionssystem liegt zwischen  $1 \times 1 \times 0,3 \text{ mm}^3$  und  $2 \times 2 \times 0,5 \text{ m}^3$ . Die Messunsicherheit verhält sich proportional zur dritten Wurzel der Messfelddiagonalen. Innerhalb von ca. 6 s könnten etwa 106 Messpunkte erfasst werden. Streifenprojektionssysteme können als kompakte Ein- und aufwendigeren Mehrkamarasystemen erworben werden.

### III. Konoskopische Sensorik

Konoskopische Sensoren arbeiten nach dem Prinzip der konoskopischen Holographie. Sie finden meist Anwendung in der 3D-Geometrieerfassung und in der Abstandsmessung. Der Aufbau und die Funktionsweise sind in Abb. 2 gezeigt. Der Messbereich, die Genauigkeit, der Arbeitsabstand etc. sind abhängig vom eingesetzten Linsensystem. So betragen beispielhaft die Genauigkeit und die Wiederholbarkeit bei einem Linsensystem mit der Fokallänge 50 mm unter  $6 \mu\text{m}$  und unter  $1 \mu\text{m}$  bei einem

Messbereich von 8 mm. Konoskopische Sensoren sind sowohl als Punkt- als auch als Liniensensoren erhältlich [3].

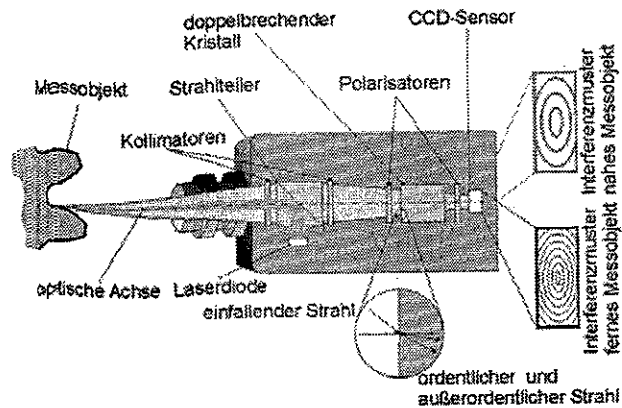


Abb. 2: Aufbau und Funktionsweise des konoskopischen Sensors [1, 2]

### IV. Schattenprojektionstechnik

Die Anwendungsbereiche der Schattenprojektion sind hauptsächlich die Längen- und Durchmesserbestimmung und die 3D-Geometrieerfassung. Der Aufbau und die Funktionsweise sind in Abb. 3 abgebildet.

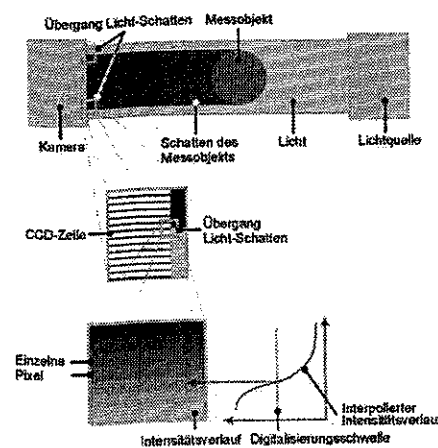


Abb. 3: Aufbau und Funktionsweise des Schattenprojektionssystems

Schattenprojektionssysteme erreichen bei einer Auflösung von  $0,5 \mu\text{m}$  Längenmessabweichungen von  $5 \mu\text{m}$  bei einer erweiterten Standardunsicherheit von ebenfalls  $5 \mu\text{m}$ . Bei der Messung von Durchmessern wird eine Abweichung von  $2 \mu\text{m}$  bei einer erweiterten Standardunsicherheit von  $1 \mu\text{m}$  erreicht.

## V. Multisensorsystem

In Abb. 4 ist ein auf einem Wellenmesssystem basierendes Multisensorsystem gezeigt. Das Wellenmesssystem selbst nutzt die Schattenprojektionstechnik und mit Hilfe eines Dreiachspositioniersystems kann entweder ein Streifenprojektionssensor oder ein konoskopischer Sensor dem zu messenden Bauteil hochgenau zu gestellt werden.

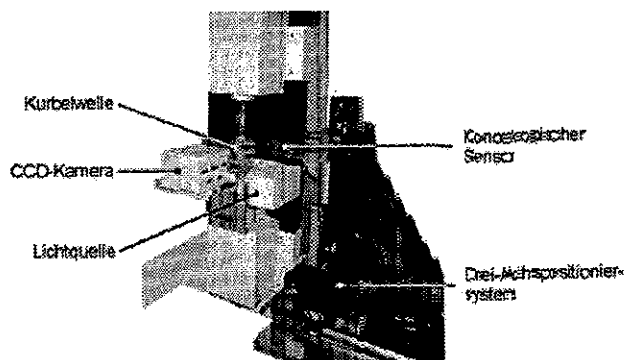


Abb. 4: Aufbau des Multisensorsystems am Beispiel des Schattenprojektionssystems und des konoskopischen Sensors

Mit diesem System ist es möglich präzisionsgeschmiedete Bauteile wie Kurbel- oder Ritzelwellen vollständig zu erfassen.

## VI. Literaturverzeichnis

[1] Kästner, M., Gillhaus, R., Seewig, J., Reithmeier, E., Frankowski, G.: Optische Multisensortechnik zur Geometrieerfassung präzisionsgeschmiedeter Bauteile. VDI-Tagung "Optische Messtechnik technischer Oberflächen in der Praxis", 09.-10.10.2007 Hannover, VDI-Berichte 1996, S. 89-100

[2] Haase, R.: Einrichtung zur schnellen Messung optisch kooperativer Zahnräder. Universität Hannover Diss. 2006

[3] NN: Conoprobe OEM Manual Version 2.1, Manual Version 2.1c. OPTIMET MANUAL P/N 3J06001. OPTIMET Optical Metrology