

1 Detailansicht eines Kalibrierkörpers.

## OptoInspect3D Calib – SOFTWARE-BIBLIOTHEK ZUM EINMESSEN VON LASERLICHTSCHNITTSSENSOREN

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

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

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg

Ansprechpartner  
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/mpt](http://www.iff.fraunhofer.de/mpt)



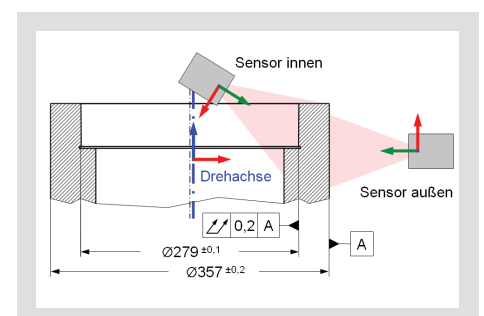
### Motivation

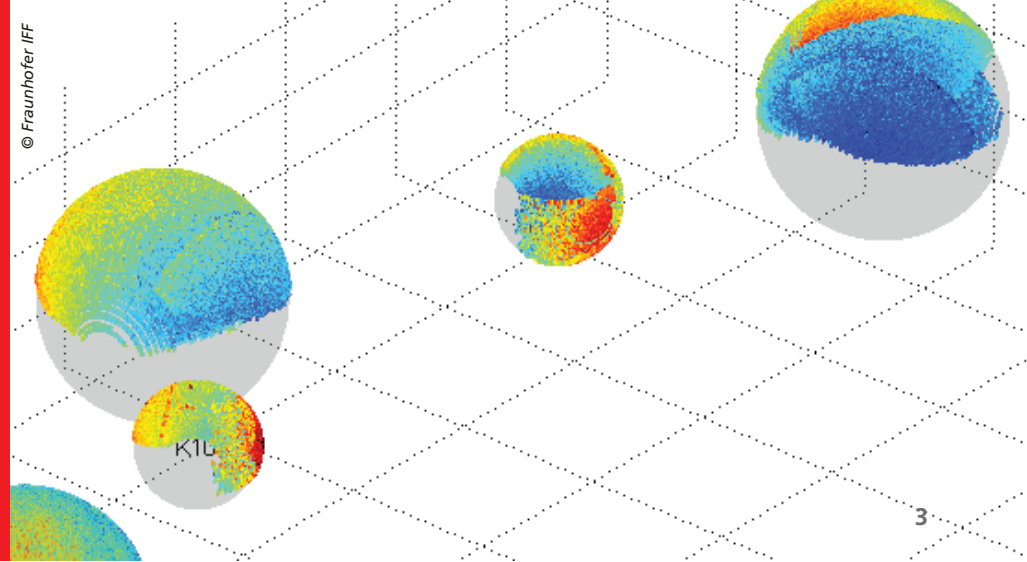
Das Angebot optischer Sensoren zur 3D-Geometriemessung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Einfache Laserabstusensoren, Laserlichtschnitt- oder Streifenlichtsensoren werden vielfältig eingesetzt. Durch eine Kombination mit präzisen Achsen zur Bewegung von Sensoren oder dem Messobjekt lassen sich Messsysteme für die Prüfung geometrischer und maßlicher Merkmale eines Produkts im Produktionsprozess realisieren.

Einfache Geometriemerkmale können dabei innerhalb des Messfelds eines Sensors ausgewertet werden, z. B. die Breite eines Spalts. Eine Herausforderung sind Merkmale, die sich nur aus den Daten mehrerer Sensoren ermitteln lassen, wie z. B. der Rundlauf einer Zylinderfläche mit Bezug zu einer Achse (siehe Grafik). Für diese Aufgabe ist eine exakte Kenntnis der räumlichen

Lage der Sensoren und Achsen zueinander erforderlich, um die Daten der Sensoren und Messungen korrekt in ein gemeinsames Koordinatensystem transformieren zu können.

OptoInspect3D Calib bietet hierfür eine einfache Lösung. Die Softwarebibliothek stellt Funktionen zur Lagebestimmung von Sensoren und Bewegungsachsen bereit. Die Grundlage bilden eine Modellbeschreibung der Messanordnung und Messungen an einem Kalibrierkörper.





## Beschreibung der Einmessmethode

Grundlage der Methode zum Einmessen einer Messanordnung ist deren Beschreibung als ein parametrisches Modell. Jede Komponente (Sensoren und Achsen) wird durch ein Koordinatensystem repräsentiert. Transformationen (Abstände, Winkel) beschreiben die räumliche Lage der Komponenten untereinander.

Die Einmessmethode ermittelt die Transformationsparameter des Modells. Hierfür wird ein geeigneter Kalibrierkörper genutzt. Dieser besitzt räumlich verteilte geometrische Elemente, deren Lage durch ein Referenzmesssystem, in der Regel ein Koordinatenmessgerät, einmalig bestimmt wird. Der eigentliche Einmessprozess besteht aus einer Serie von Messungen am Kalibrierkörper. Mit Hilfe des aufgestellten Modells werden die Messungen der geometrischen Elemente des Kalibrierkörpers transformiert. Der verbleibende Abstand der Messpunkte zum Geometriemerkmal des Kalibrierkörpers wird als Modellfehler interpretiert und durch Variation der Parameter iterativ numerisch minimiert.

Mit Hilfe des Modells und den Drehwinkeln bzw. Achspositionen werden die Daten der einzelnen Sensoren (Punkte, Profillinien, Punktwolken) in ein gemeinsames Koordinatensystem überführt.

## Softwarebibliothek

Die Softwarebibliothek *OptoInspect3D Calib* stellt Funktionen für die Modellierung einer Messanordnung, die Bestimmung der Modellparameter durch numerische Optimierungsmethoden und die Transformation von Daten einzelner Sensoren in ein gemeinsames Koordinatensystem bereit. Darüber hinaus steht ein Tool zum Entwurf von Kalibrierkörpern zur Verfügung.

Bei der Modellierung können beliebige Baumstrukturen von Basistransformationen erstellt werden. Messdaten, zugehörige Bewegungsparameter und Kalibrierkörperinformationen werden in einem Datencontainer strukturiert. Für die Parameterschätzung können beliebige Teilstrukturen des Modells ausgewählt werden. Neben 2D- und 3D-Lasersensoren werden auch Kameras damit eingemessen.

## Leistungsmerkmale und Vorteile

- flexible Methode zum Einmessen von optischen Sensoren und Bewegungsachsen einer Messanordnung
- Transformation von Einzelsensordaten in gemeinsames Koordinatensystem ermöglicht eine absolute Messung (keine vergleichende Messung gegen Meisterteil)
- Rückführbarkeit der Messung auf ein nationales Längennormal durch Referenzvermessung des Kalibrierkörpers

- eine reproduzierbare Bauteilaufspannung ist nicht mehr erforderlich
- Einmessen substituiert aufwendiges und präzises Justieren der Komponenten (z. B. bei Sensortausch)
- Einmessprozess vollständig automatisierbar
- einfache Einbindung der Bibliothek in eigene Anwendungen

## Referenzanwendungen

- Inline-Geometriemesssysteme für Automoblräder: 4 Laserlichtschnittsensoren (LLS), 2 Dreh- und 7 Linearachsen
- Inline-Messsysteme zur Geometrieprüfung gewalzter Profile: 2 LLS, 4 Linearachsen
- Dermatologischer Ganzkörperscanner: 6 Kameras, 2 3D-Flächensensoren, Drehachse
- Prüfzellen für Schmiede- und Gussteile: beliebige Anzahl LLS, Drehachse
- Montageassistenzsysteme für Spannvorrichtungen: 4 Kameras, Linearachse

**2** Beispiel für einen Kalibrierkörper.

**3** Farbcodierte Visualisierung des Restmodellfehlers nach der Optimierung.