



1 Detailansicht eines Kalibrierkörpers.

## BIBLIOTHEK FÜR DAS 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

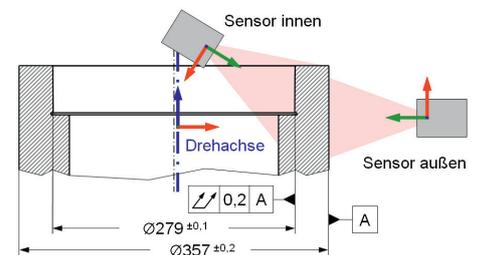
Dipl.-Ing. Ralf Warnemünde  
Telefon +49 391 4090-225  
ralf.warnemuende@iff.fraunhofer.de

[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 Laserabstandsensoren, Laserlichtschnitt- oder Streifenlichtsensoren werden vielfältig eingesetzt. Durch eine Kombination mit präzisen Achsen zur Bewegung von Sensoren oder dem Messobjekt lassen sich Messanordnungen für eine Prüfung geometrischer Merkmale eines Produkts im Produktionsprozess realisieren. Einfache Geometriemerkmale können dabei innerhalb des Messfelds eines Sensors ausgewertet werden, z.B. die Breite eines Spalts. Herausfordernder sind Merkmale, die nur im Zusammenwirken mehrerer Sensoren ermittelt werden können (siehe Skizze). Für diese Aufgabe ist eine exakte Kenntnis der räumlichen Lage der Sensoren und Achsen zueinander erforderlich, um die Daten mehrerer Sensoren und Messungen korrekt transformieren zu können.

Mit einem Modell der Messanordnung und Messungen an einem Kalibrierkörper kann die räumliche Lage der Komponenten ohne weitere Hilfsmittel eingemessen werden.

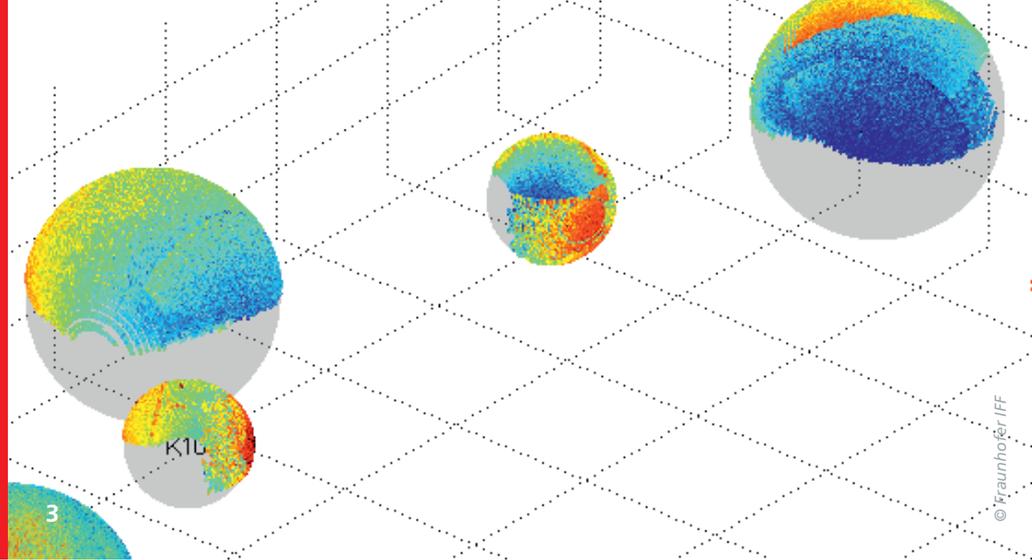


Für eine Umsetzung dieser Aufgaben wird eine Softwarebibliothek zum Erstellen eines Modells der Messanordnung, das Einmessen und die Transformation der Einzelsensordaten im Messbetrieb angeboten.



2

© Fraunhofer IFF



3

© Fraunhofer IFF

## Beschreibung der Einmessmethode

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

Die Aufgabe der Einmessmethode ist eine messtechnische Ermittlung der 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 Geometriemerkmale des Kalibrierkörpers wird als Modellfehler interpretiert und durch Variation der Parameter iterativ numerisch minimiert. Das resultierende Modell beschreibt bestmöglich die reale Anordnung der Komponenten.

Mit Hilfe des Modells und den Bewegungsparametern der Achsen (Drehwinkel, Achspositionen) wird eine Fusion der Daten einzelner Sensoren (Punkte, Profillinien, Punktwolken) in ein gemeinsames Koordinatensystem möglich.

Die Methode gestattet das Einmessen einer Messanordnung ohne externe Messtechnik durch dafür geschultes Personal des Betreibers oder Herstellers.

Das Erstellen eines geeigneten Kalibrierkörpers ist für jede neue Messanordnung eine wiederkehrende Aufgabe. Die Referenzmessung des Kalibrierkörpers sichert eine Rückführbarkeit der Messergebnisse auf nationale Standards.

## Softwarebibliothek

Die Softwarebibliothek 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.

Bei der Modellierung können beliebige Baumstrukturen von Basistransformationen (Translationen und Rotationen) erstellt werden. Messdaten, zugehörige Bewegungsparameter und Kalibrierkörperinformationen werden in einem Datencontainer strukturiert. Für die Parameterschätzung können beliebige Teilstrukturen des Modells ausgewählt werden. Neben Sensoren, die Punkte als Messergebnis haben, können auch Kameras, deren Messergebnis als Strahlen interpretiert werden können, ein gemessen werden.

## Leistungsmerkmale und Vorteile

- flexible Methode zum Einmessen von Anordnungen aus optischen Sensor- und Bewegungsachsen
- Einmessen substituiert aufwendiges und präzises Justieren der Komponenten (z.B. bei Sensortausch)
- eine reproduzierbare Bauteilauflösung ist nicht erforderlich
- Transformation von Einzelsensordaten in gemeinsames Koordinatensystem ermöglicht eine absolute Messung (keine vergleichende Messung gegen Meisterstück)
- besonders geeignet für Messaufgaben an variablem Prüfteilspektrum
- Einmessprozess vollständig automatisierbar, damit für zyklischen Messmittelfähigkeitsnachweis geeignet

## Referenzanwendungen

- Inline-Geometriemesssystem für Automoblräder (4 Lichtschnittsensoren, 2 Dreh- und 7 Linearachsen)
- Inline-Messsystem zur Geometrieprüfung von gewalzten Profilen (2 Lichtschnittsensoren, 4 Linearachsen)
- Dermatologischer Ganzkörperscanner zur Hautkrebsvorsorge (6 Kameras, 2 3D-Sensoren (Kinect))

2 Beispiel für einen Kalibrierkörper.

3 Farbcodierte Visualisierung des Restmodellfehlers nach der Optimierung.