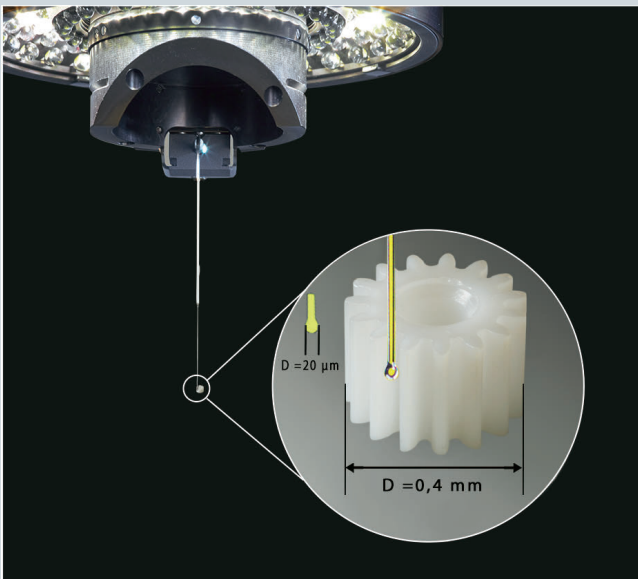




# Flexibel und oberflächenunabhängig

Taktile Sensorik in der Koordinatenmesstechnik



## Impressum

Verlag: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Kolbergerstr. 22, 81679 München; Druck: alpha-teamDRUCK GmbH, Haager Str. 9, 81671 München. © Carl Hanser Verlag, München. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen und der elektronischen Wiedergabe sowie der Übersetzung dieses Sonderdrucks behält sich der Verlag vor.

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

# Flexibel und oberflächenunabhängig

## Taktile Sensorik in der Koordinatenmesstechnik

**GRUNDLAGEN TEIL 2** In der Koordinatenmesstechnik kommen überwiegend taktile und optische Sensoren sowie die Röntgen-Computertomografie zum Einsatz. Taktile Sensoren unterscheiden sich in Funktionsprinzip und Aufbau aus Mechanik, Optik, Elektronik und Software und somit in ihren Eigenschaften, deren prinzipielles Verständnis für einen optimalen Einsatz hilfreich ist. Die taktile Messung ist weitgehend unabhängig von den Oberflächeneigenschaften der zu messenden Objekte.

Das Funktionsprinzip aller taktilen Sensoren beruht auf dem mechanischen Berühren des Messobjekts. Hieraus werden die elektrischen Signale zur Weiterverarbeitung abgeleitet. Es werden schaltende und messende Tastsysteme unterschieden. Bei einem taktilen Sensor sind im Messergebnis sowohl die Geometrie (= Form und Größe) des Antastformelements (Kugel) als auch die Raumlage und geometrische Gestalt der zu messenden Objektoberfläche enthalten. Die Lage des Antastpunkts beim taktilen Scannen wird durch eine mathematische Korrektur aus den bekannten Koordinaten des Tastkugelmittelpunkts unter Berücksichtigung der Werkstückgeometrie bestimmt.

Die taktile Messung entspricht den traditionellen manuellen Messmethoden (Messschieber, Höhenmesser) und ist weitgehend unabhängig von den Oberflächeneigenschaften der zu messenden Objekte. Mit »Sterntastern« und Taststiftwechsel kann ein Objekt mit relativ geringem Aufwand aus allen Richtungen dreidimensional gemessen werden.

### Taktilelektrische Sensoren

Bei schaltenden Tastsystemen wird ein Signal (Trigger) zum Auslesen der Maßstabssysteme des Koordinatenmessgeräts erzeugt, sobald die Tastkugel das Messobjekt berührt. Der Messpunkt ergibt sich aus den Koordinaten des Messgeräts und bezieht

sich auf den Mittelpunkt der Tastkugel. Gemeinsamer Nachteil aller schaltenden Taster ist, dass das Koordinatenmessgerät zum Ermitteln eines Messpunkts mit dem Messobjekt in Kontakt gebracht wird und anschließend wieder aus dem Kontakt herauszufahren ist.

Bei einem messenden Tastsystem verfügt der Sensor über eigene Wegmesssysteme (Maßstäbe, induktive Sensoren, optische Messsysteme). Wird die Tastkugel bei Berührung mit dem Messobjekt in einer beliebigen Richtung ausgelenkt, kann die Größe dieser Auslenkung aus den Informationen dieser Wegmesssysteme ermittelt werden. Der Messpunkt wird durch Überlagerung der Sensorauslenkung mit der Sensorposition im Koordinatensystem des Geräts gewonnen.

Für das Messen von Einzelpunkten ist es durch das messende Prinzip des Tastsystems möglich, während des gesamten Antastvorgangs (Auslenken und Zurückbewegen) ständig Messpunkte zu erfassen. Hieraus lassen sich gemittelte und somit reproduzierbare Messpunkte bestimmen. Auch der komplette Verlauf der Antastung kann aufgenommen und daraus der Antastpunkt für eine angenommene Auslenkung null (Antasten mit 0 N Antastkraft) extrapoliert werden. Dies ist z.B. für das Messen nachgiebiger Werkstücke nützlich.

In Kombination mit einer entsprechenden Steuerung können messende Tastsysteme auch für das automatische Scannen

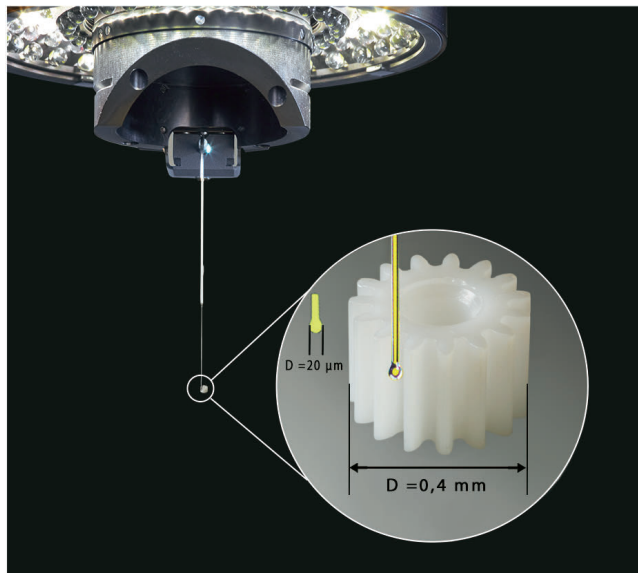


Bild 1. Messung eines Mikrozahnrads mit dem Fasertaster – die Faser wird in einer Metallkanüle geführt.

(© Werth)

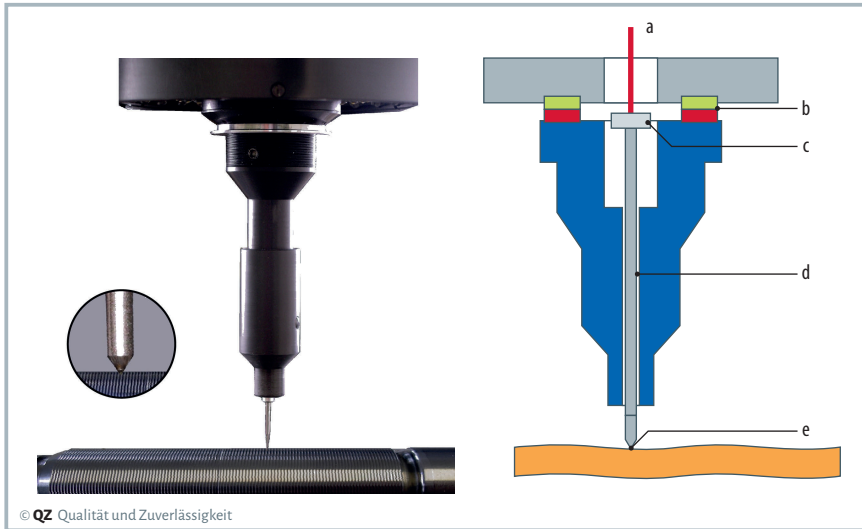


Bild 2. Taktill-optischer Kontursensor: a) Messstrahl, b) Magnetschnittstelle, c) Spiegel, d) Lagerung, e) Tastspitze, f) Werkstück (© Werth)

der Messobjektflächen eingesetzt werden. Mit diesem Verfahren können viele Oberflächenpunkte in relativ kurzer Zeit gemessen werden. Das Scanning kann auch an unbekannt dreidimensionalen Oberflächen oder unter Berücksichtigung von vorgegebenen Bahnen (z. B. aus CAD-Daten) erfolgen. Hierdurch ist es möglich, erheblich schneller zu scannen, da der Vorgang nach der Tasterauslenkung einfacher wird oder vollständig entfallen kann. Der Einsatz von messenden Tastersystemen ist universell möglich, sofern die Werkstückeigenschaften dies zulassen (Empfindlichkeit, Merkmalsgröße).

### Taktill-optischer Mikrotaster

Herkömmliche taktile Sensoren haben gemeinsam, dass die Signalübertragung vom Antastformelement über einen starren Schaft zum eigentlichen Sensor (Schalter, Piezoelement) erfolgt. Da sich jede Durchbiegung des Tasters auf das Messergebnis auswirkt, ist man bestrebt, möglichst steife Taststifte zu verwenden. In Verbindung mit der verwendeten Sensorik führt dies zu relativ großen Abmessungen und Antastkräften.

Diese Nachteile werden bei messenden taktill-optischen Sensoren dadurch umgangen, dass der Tasterschaft lediglich zum Positionieren der Tastkugel genutzt wird. Die Bestimmung der Auslenkung der Tastkugel in lateraler Richtung zum Schaft (x, y) erfolgt beim Fasertaster (Werth Fiber Probe) mit einem Bildverarbeitungssensor. Durch das messende Sensorprinzip sind sowohl

Einzelpunktmessungen als auch Scanning-Verfahren realisierbar. Typische Anwendungen für den Fasertaster sind Bohrungen und Schlitze mit Maßen unter 0,5 mm bis zu einigen 10 µm, Lichtwellenleiterstecker, Mikrozahnräder (Modul ca. 0,1 mm, siehe Bild 1) und Kraftstoffeinspritzdüsen. Der Fasertaster ist außerdem für Rauheitsmessungen geeignet.

Durch Integration eines zusätzlichen optischen Abstandssensors lässt sich auch die Tasterauslenkung in Schaftrichtung messen. Der Werth Fasertaster 3D kann in allen Betriebsarten genutzt werden, die auch für die herkömmlichen messenden Taster zur Verfügung stehen. Anwendungen sind zum Beispiel das Messen von Mikrooptiken (Linsen für Mobiltelefone) und Gummiformteilen sowie das Scannen von schrägverzahnten Mikrozahnrädern mit einer Drehachse.

Aufgrund der geringen Abmessungen und Antastkräfte ist ein Einsatz des Fasertasters an besonders berührungsempfindlichen oder leicht verformbaren Messobjekten möglich. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Bildverarbeitung und der Abstandssensor auch zum direkten optischen Messen der Werkstückgeometrie genutzt werden können. Ein so ausgestattetes Gerät lässt sich ohne zusätzliche Sensoren als optisch-taktilen Multisensor-Koordinatenmessgerät einsetzen. Bedingt durch sein Wirkungsprinzip gehört der Fasertaster neben dem Bildverarbeitungssensor zu den derzeit genauesten Sensoren für Koordinatenmessgeräte.

### Taktill-optischer Kontursensor

Der taktill-optische Kontursensor (Werth Contour Probe) kombiniert die von Konturmessgeräten bekannten Tastschnittnadeln mit einem Laserabstandssensor und der Bildverarbeitung (Bild 2). Mit diesem Kontursensor lassen sich Rauheits- und Konturmessungen mit hoher Genauigkeit im Koordinatenmessgerät durchführen. Durch Ablegen des Konturtasters in einem Taststiftwechsler kann alternativ mit dem Lasersensor oder der Bildverarbeitung direkt gemessen werden. Die Einbindung des taktill-optischen Kontursensors in ein Koordinatenmessgerät ermöglicht eine hohe Positionsgenauigkeit der Messung im Werkstück-Bezugssystem und eine beliebige Scanrichtung in der Ebene. Anwendungsbeispiele sind Profilmessungen an Verzahnungssegmenten und Rauheitsmessungen von Stanzbiegeteilen an definierten Positionen. ■

## INFORMATION & SERVICE

### BEITRAGSREIHE

Auszug aus dem Fachbuch „Multisensor-Koordinatenmesstechnik“, weiterführende Informationen finden Sie dort (siehe Literatur).

Der nächste Beitrag zum Messen mit Computertomografie-Sensorik wird in QZ 2/2020 veröffentlicht. In QZ 10/2019 erschien ein Beitrag zum Thema Optische Sensorik in der Koordinatenmesstechnik.

### LITERATUR

- 1 Christoph, R.; Neumann, H. J.: Multisensor-Koordinatenmesstechnik.
- 2 überarbeitete Auflage, SZ Scala GmbH, München 2019 (Die Bibliothek der Technik, Band 352)

### AUTOREN

**Dr.-Ing. habil. Ralf Christoph** ist Inhaber und Geschäftsführer der Werth Messtechnik GmbH, Gießen, und Leiter der Entwicklung.

**Dipl.-Ing. (FH) Hans Joachim Neumann** hat bei Zeiss die Anfänge der Koordinatenmesstechnik mitgestaltet und war über Jahrzehnte aktiv in der Normungsarbeit. Er ist Ehrenmitglied des VDI.

**Dr.-Ing. Schirin Heidari Batani** ist verantwortlich für die Technische Redaktion bei der Werth Messtechnik GmbH, Gießen.

### KONTAKT

Werth Messtechnik GmbH  
T 0641 7938-0  
marketing@werth.de  
www.werth.de



Werth Messtechnik GmbH  
Siemensstraße 19  
35394 Gießen  
Telefon: +49 641 7938-0  
Fax: +49 641 7938-719  
Internet: [www.werth.de](http://www.werth.de)  
E-Mail: [mail@werth.de](mailto:mail@werth.de)