



Sonderdruck 10/2020

Wege zum passenden Messverfahren

Stärken von Multisensorik und Computertomografie im Vergleich

Wege zum passenden Messverfahren

Stärken von Multisensorik und Computertomografie im Vergleich

Aufgrund ihres Funktionsumfangs sind unterschiedliche Sensorprinzipien für Koordinatenmessgeräte in einzelnen Anwendungsbereichen besonders geeignet. Bei ihrer Auswahl sind Parameter wie Messunsicherheit und Messgeschwindigkeit sowie die Werkstückeigenschaften entscheidend. Drei beispielhafte Messaufgaben zeigen, wie sich im konkreten Anwendungsfall der jeweils günstigste Sensor finden lässt.

Qual der Wahl:
Koordinaten-
messgerät mit
optischer und taktiler
Multisensorik (links)
oder mit
Computer-
tomografie-
Sensorik (rechts)
© Werth



Für Multisensor-Koordinatenmessgeräte gibt es eine Reihe unterschiedlicher optischer und taktiler Sensoren. Zu den optischen Sensoren zählen Bildverarbeitungs- und Abstandssensoren. Alternativ stehen seit einigen Jahren Koordinatenmesssysteme mit Computertomografie (**Titelbild**) zur Verfügung.

Optische Sensoren

Bei der Bildverarbeitung wird das Werkstück auf eine Matrixkamera abgebildet. Mit der Konturbildverarbeitung von Werth werden anhand der Grauwerte der einzelnen Pixel alle Konturen des Werkstücks innerhalb eines Messfensters identifiziert und die Messpunkte mit Subpixelgenauigkeit berechnet. Da die Messpunkte als

zusammenhängende Konturen vorliegen, lassen sich Störeinflüsse herausfiltern. Auf diese Weise sind schnelle berührungslose Messungen kleiner und empfindlicher Geometrien mit hoher Vergrößerung und geringer Messunsicherheit möglich. Um zeitaufwendiges Positionieren auf die einzelnen Geometrielemente zu vermeiden, kann an Werth-Geräten ein hochauflösendes Gesamtbild des Werkstücks für die Auswertung erzeugt werden. Dieses wird mit der patentierten Betriebsart Raster-scanning HD aus vielen während der Bewegung des Sensors mit hoher Frequenz und Genauigkeit aufgenommen Einzelbildern zusammengesetzt.

Bei Laserabstandssensoren wird der Abstand zur Werkstückoberfläche und

damit ein Oberflächenmesspunkt durch Triangulation aus der Position des reflektierten Laserstrahls auf einem optoelektronischen Empfänger ermittelt. Abstandssensoren werden beispielsweise zum schnellen Scanning horizontaler Flächen eingesetzt. Der patentierte Laser Probe von Werth ist ohne Versatz in den Strahlengang des Zooms für den Bildverarbeitungssensor integriert. Dies ermöglicht eine einfache Bedienung, da sich die Bewegung des Laserspots auf der Werkstückoberfläche beobachten lässt.

Chromatische Fokussensoren wie der Chromatic Focus Point von Werth sind mit einer speziellen Optik ausgestattet, die den Unterschied zwischen den Fokusebenen der verschiedenen Farbanteile weißen Lichts erhöht. Der Abstand zur



Bild 1. Chromatic Focus Line: Der Sensor erfasst etwa eine Million Messpunkte innerhalb von drei Sekunden © Werth

Werkstückoberfläche wird anhand der am besten fokussierten Farbe des reflektierten Lichts mit einem Spektrometer bestimmt. Dieser Sensor kann auch auf stark reflektierenden oder transparenten Oberflächen eingesetzt werden und erreicht besonders geringe Messunsicherheiten. Der Liniensensor Chromatic Focus Line (**Bild 1**) ermöglicht nach dem gleichen physikalischen Prinzip das schnelle Messen auch großer Flächen.

Taktile Sensoren

Hauptvorteil konventioneller Tastsysteme ist die volle 3D-Fähigkeit. Beim Antasten des Geometrieelements wird ein elektrisches Signal ausgelöst und die Position des Berührungspunkts ermittelt. Aufgrund der weiten Verbreitung existieren viele Varianten wie Stern- und Scheibentaster.

Für kleine und empfindliche Geometrien steht der patentierte Mikrotaster Fiber Probe von Werth zur Verfügung. Das Antastelement ist eine bis zu 20 µm kleine Glaskugel an einer biegeelastischen Glasfaser. Die Position des Antastelements wird mithilfe optischer Sensoren ermittelt, sodass Messabweichungen durch Schaftverbiegung entfallen. Damit erreicht der Fasertaster Antastabweichungen von kleiner 0,3 µm und die Antastkraft ist bis zu 100-fach geringer als bei konventionellen Tastsystemen.

Computertomografie

Bei Koordinatenmessgeräten mit Computertomografie (CT, **Bild 2**) wird das Werkstück zwischen Röntgenröhre und Detektor gedreht. Aus den Durchstrahlungsbil-

dern in unterschiedlichen Drehlagen wird das komplette Werkstückvolumen inklusive Innengeometrien rekonstruiert. Mit einem patentierten Subvoxeling-Verfahren werden die Messpunkte an den Materialübergängen bestimmt. An der lückenlosen Punktwolke des gesamten Werkstücks lassen sich dann sehr schnell beliebig viele geometrische Eigenschaften ermitteln.

Erstbemusterung eines Pumpengehäuses

Für die Messung eines Kunststoffteils wie in **Bild 3** ist neben hoher Genauigkeit auch eine hohe Messgeschwindigkeit wichtig. Alle spezifizierten geometrischen Eigenschaften, oft über 100, müssen an einem Musterwerkstück gemessen werden. Das Ergebnis sollte möglichst schnell vorliegen, damit sich eventuell Korrekturen am Herstellungsprozess vornehmen lassen.

Mit einem Multisensor-Koordinatenmessgerät können die unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften gemessen werden: Der Bildverarbeitungssensor wird für Außenmaße, Stufen und filigrane Details eingesetzt, empfindliche Flächen wie die Dichtsitze lassen sich mit dem integrierten Laser Probe messen. Form und Lage der Bohrungen misst man taktil. Da es sich nicht um Mikrogeometrien handelt, sind konventionelle taktile Sensoren ausreichend.

Eine Alternative ist der CT-Sensor. Hier wird das gesamte Werkstück in kurzer Zeit erfasst, es muss hauptsächlich die Auswertung der Messdaten eingelernt werden. Dies kann auch CAD-gestützt an einem maschinenfernen Offline-Arbeitsplatz erfolgen; das Positionieren auf die einzelnen Geometrieelemente entfällt.

Aus einem Messprogramm für die Erstbemusterung kann sehr einfach ein Messablauf mit ausgewählten Prüfmaßen für die fertigungsbegleitende Serienmessung abgeleitet werden. Aufgrund der hohen Anzahl der Maße dauert das Erstellen des Messprogramms mit Multisensorik durch das zeitaufwendige Positionieren des Sensors jedoch bei über 100 Maßen mehrere Stunden. Die Messzeit beim Automatiklauf beträgt inklusive Auswertung nur eine Stunde. Wenn viele Merkmale optisch gemessen werden können, wird diese Zeit kürzer. Mit Computertomografie erfolgt die Messung typischerweise in 15 Minuten. Da das Auswerten der geometrischen Eigenschaften einfach durch Anklicken an der Punktwolke oder am CAD-Modell erfolgt, geht das Programmieren sehr schnell.

Bei Multisensorik liegt die Messunsicherheit für einfache geometrische Eigenschaften wie Durchmesser oder Distanzen im unteren Mikrometerbereich. Als Ergebnis erhält man alle gesuchten Maße. An besonders interessanten Stellen lassen sich 2D-Soll-Ist-Vergleiche zum CAD-Modell durchführen. Für die Erstbemusterung der Kavitäten eines 32-fach Werkzeugs ergeben sich aus dem hohen Zeitaufwand für die Vorbereitung der Messung höhere Kosten. Bei der CT-Messung entstehen etwas höhere Messunsicherheiten. Als Ergebnis der Messung stehen jedoch alle gefragten Maße nach kurzer Zeit zur Verfügung. Dies gilt sogar für einen 3D-Soll-Ist-Vergleich für das gesamte Werkstück. Die Kosten für jede Kavität sind trotz höherer Gerätepreise erheblich geringer.

Für die Erstbemusterung von Kunststoff-Werkstücken wie dem Pumpengehäuse ist die Messunsicherheit der »



Bild 2. Computertomografie: CT-Koordinatenmessgeräte rekonstruieren das komplette Werkstückvolumen inklusive Innengeometrien aus Durchstrahlungsbildern des Werkstücks

© Werth

