

Normkonform messen mit minimalem Ausschuss

Möglichkeiten der neuen ISO-Norm für Profilabweichungen ausschöpfen

PRAXISTIPP Mit ISO 1101 (2017) wurden die Zeichnungseinträge zur Tolerierung von Profilabweichungen stark erweitert. Um diese Möglichkeiten auszuschöpfen, muss die Messsoftware einfache Lösungen für verschiedenste Messaufgaben bieten. Ist die Messung nicht nur normkonform, sondern auch funktionsgerecht, wird zusätzlich der Ausschuss reduziert.

Michael Lee

DAMIT DIE FUNKTIONALITÄT des Werkstücks gewährleistet ist, müssen viele geometrische Eigenschaften Bezüge zu anderen Elementen aufweisen. In einem vollständigen Bezugssystem ist jeder Freiheitsgrad festgelegt. In diesem Fall müssen die Bezüge ohne Einpassung der Ist-Daten auf die Soll-Daten gemessen werden. Wurde kein Bezugssystem angegeben, ist eine Einpassung nach Gauß ohne Einschränkung

der Freiheitsgrade denkbar, um eine einheitliche Anpassung an die Soll-Geometrie zu erreichen. Bei einem unvollständigen Bezugssystem müssen zunächst die gegebenen Bezüge gemessen werden, danach wird das am Werkstück gemessene Profil mit den offenen Freiheitsgraden auf die Soll-Kontur eingepasst. Die meist üblichen Einpassmethoden nach Gauß bewirken jedoch systematisch zu schlechte Ergebnisse:

Funktionsfähige Werkstücke werden unter Umständen als Ausschuss deklariert. Dies wird bei dem weiter unten beschriebenen ToleranceFit-Verfahren vermieden.

Profilform mit Multisensorik erfassen

Die Profile von Werkstücken können mit unterschiedlichen Sensoren gemessen werden. Beispielsweise bietet sich eine schnelle und einfache „Im Bild“-Messung von Profilschnitten mit optischen Koordinatenmessgeräten wie dem Werth QuickInspect oder FlatScope an. Optische Abstandssensoren wie der Werth Laser Probe (WLP) oder chromatische Fokussensoren erlauben die zerstörungsfreie Bestimmung der Linienprofilform. Der WLP ist in den Strahlengang der ebenfalls patentierten Werth-Zoom-Optik integriert, sodass Multisensor-Messungen ohne Sensorversatz möglich sind. Der Chromatic Focus Point (CFP) erreicht geringe Messunsicherheiten auch auf spiegelnden oder transparenten Oberflächen, während der Liniensensor Chromatic Focus Line (CFL) eine sowohl schnelle als auch hochgenaue 3D-Messung mit einem zusätzlichen Intensitätsbild zur Orientierung und Messung ermöglicht (Bild 1). Neben Linienprofilen innerhalb des Messbereichs lassen sich durch Scanning auch die Flächenprofile bestimmen.

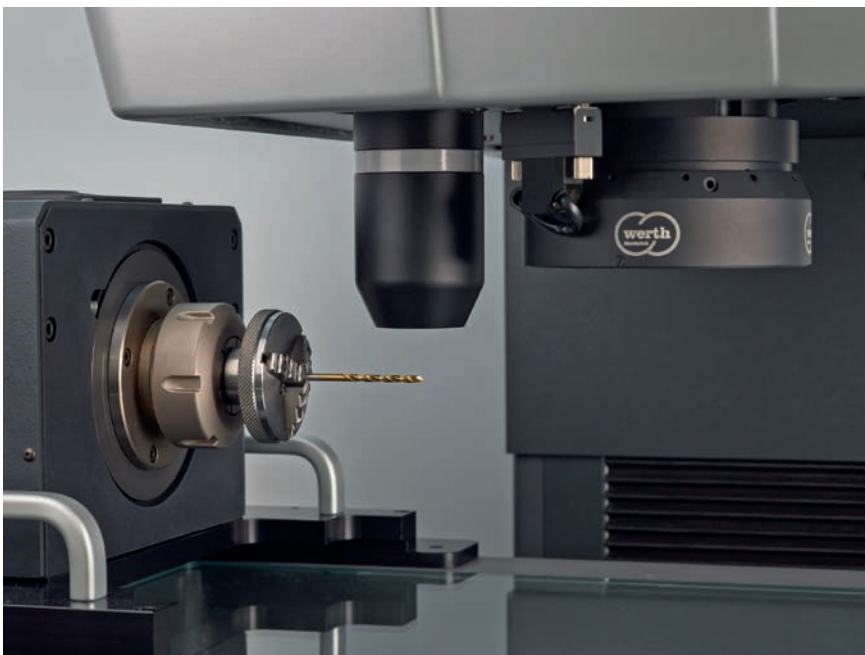


Bild 1. Multisensorik am Koordinatenmessgerät: Chromatischer Fokus-Liniensensor (links) und Bildverarbeitungssensor mit integriertem Laserabstandssensor (© Werth)

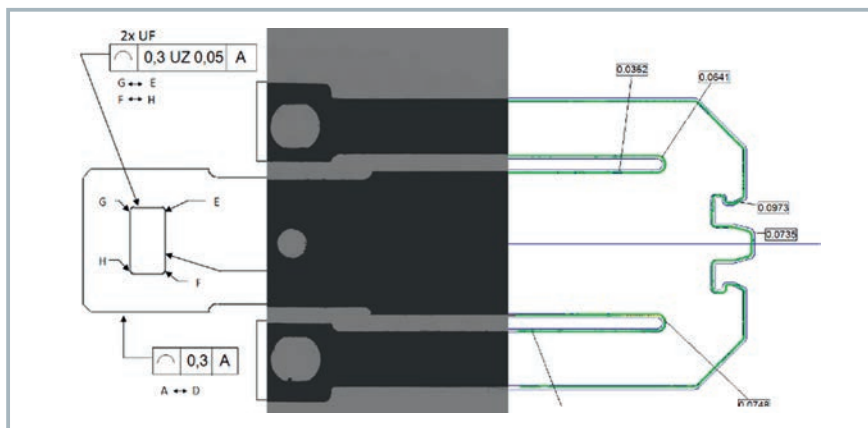


Bild 2. Links: Zeichnung mit Linienprofiltoleranzen, Mitte: automatische Erfassung des gesamten Werkstücks in hoher Auflösung durch Raster-scanning, rechts: Einpassung in die Toleranzzonen mit ToleranceFit (© Werth)

Die Linien- oder Flächenprofilform an für optische Sensoren unzugänglichen Flächen kann ohne Umspannen im selben Koordinatensystem mit taktilen Sensoren wie scanningfähigen konventionellen Tastsystemen oder dem patentierten Werth Faser-taster (WFP) gemessen werden. Der WFP erlaubt aufgrund des geringen Tastkugeldurchmessers die Messung von Mikrogeometrien wie Spritzlöchern an Kraftstoff-einspritzdüsen und aufgrund seiner geringen Antastkraft den Einsatz an elastischen Bauteilen oder auf empfindlichen Oberflächen wie optischen Bauelementen. Der ebenfalls patentierte Werth Contour Probe (WCP) scannt Profile beispielsweise an Wellen oder Werkzeugen und ersetzt mit Rauheitsmessungen im Werkstück-Koordinatensystem ein Tastschnittgerät.

Der kombinierte Einsatz der Multisensorik erlaubt neben der Bestimmung von Profilabweichungen auch das Messen anderer geometrischer Eigenschaften wie beispielsweise Maße, Lageabweichungen oder Rauheit mit demselben Koordinatensystemmessgerät. Die Wahl des optimalen Sensors für die jeweilige Messunsicherheit beziehungsweise Messgeschwindigkeit ermöglicht die Rationalisierung der Qualitätssicherung.

ToleranceFit-Verfahren erlaubt vielfältige Tolerierungen

Bei der Einpassung der gemessenen Kontur auf die Soll-Kontur nach Gauß wird das quadratische Mittel der Abweichungen zwischen den erfassten Punkten und dem Nennprofil minimiert. Dabei werden die unterschiedlichen Toleranzen verschiede-

ner Objektbereiche nicht berücksichtigt. Dadurch erzeugt die Einpassmethode nach Gauß unter Umständen Toleranzüberschreitungen, die nicht der Realität entsprechen, weil die Toleranz durch Verschieben des Koordinatensystems eingehalten werden könnte.

Das patentierte ToleranceFit-Verfahren passt die erfassten Punkte anstatt auf die Soll-Kontur in die Toleranzzonen ein (Bild 2). Ist die Einhaltung der Toleranzen nicht möglich, werden die Ist-Konturen so eingepasst, dass die Toleranzüberschreitung möglichst klein ist.

Dies entspricht einer verknüpften Betrachtung aller untersuchten Maße nach dem Maximum-Material-Prinzip. Dieses sollte möglichst häufig eingesetzt werden, da nur Werkstücke aussortiert werden, die tatsächlich nicht funktionsfähig sind. ToleranceFit ist die Einpassmethode, die eine funktionsgerechte Prüfung nach dem Maximum-Material-Prinzip ermöglicht. Die komplexen Zusammenhänge werden einfach und für jedermann verständlich angewendet. Im Ergebnis wird entweder der Ausschuss reduziert, oder die Fertigungstoleranzen können erweitert werden. In beiden Fällen ergibt sich eine Kostensenkung in der Fertigung.

Zudem wird die normkonforme Auswertung für die verschiedenen Funktionsanforderungen an Linien und Flächen nach ISO 1101 (2017) ermöglicht. Beispielsweise werden alle Profilabschnitte gemeinsam eingepasst, die mit CZ (Combined Zone) gekennzeichnet sind und sich im selben Bezugssystem befinden. Für den Zeichnungseintrag „rundum“ werden alle Profil-

abschnitte einzeln eingepasst, für alle gilt dieselbe Toleranzangabe. Ist zusätzlich CZ eingetragen, wird die Profilabweichung für jeden einzelnen Abschnitt ausgegeben. Bei UF (United Feature) dagegen erhält man nur ein Ergebnis für das gesamte Profil.

Bei der kontinuierlich veränderlichen Toleranzzone handelt es sich um eine trichterförmige Toleranzzone zwischen einem fest definierten Start- und Endpunkt. Für die UZ (Unequally Disposed Tolerance Zone) wird ein Versatz von der Mitte der Toleranzzone zum Nennprofil angegeben. Alle genannten Zeichnungseinträge lassen sich miteinander kombinieren.

Normkonform und funktionsgerecht

Die Linienprofilform kann mit dem Bildverarbeitungssensor, optischen Abstandssensoren oder taktilen Sensoren erfasst werden. Mit scanningfähigen Punktsensoren oder Liniensensoren wie dem CFL kann auch die Flächenprofilform bestimmt werden. ToleranceFit ermöglicht eine normkonforme und funktionsgerechte Auswertung nach ISO 1011 für alle oben genannten Funktionsanforderungen.

Zur Bestimmung der Profilabweichung sind nur wenige Eingaben nötig. Auch in schwierigen Fällen, zum Beispiel bei großen Profilabweichungen auf einer Seite, verschiebt das in die Software WinWerth integrierte ToleranceFit-Verfahren nach dem Prinzip einer virtuellen Lehre das erfasste Ist-Profil innerhalb der Toleranzzone. Dies ermöglicht eine eindeutige Aussage zur Funktionsfähigkeit. So wird mit einer wirtschaftlichen Qualitätssicherung der Ausschuss reduziert beziehungsweise können die Fertigungstoleranzen erweitert und überflüssige Kosten vermieden werden. ■

INFORMATION & SERVICE

KONTAKT

Werth Messtechnik GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Michael Lee
T 0641 7938-0
mail@werth.de
www.werth.de

QZ-ARCHIV

Diesen Beitrag finden Sie online:
www.qz-online.de/3939003