

WIE SIE MIT EINEM KONTURVERGLEICH DEN AUSSCHUSS REDUZIEREN

## Funktionsgerechte Prüfung mit virtueller Lehre



Bild 1. Messgeräte mit Bildverarbeitung erfassen das Messobjekt in einem Bild.

**Die Betrachtung von Einzelmesswerten und einfachen Form- und Lagetoleranzen ohne Materialbedingungen kann zum Aussortieren funktionsfähiger Werkstücke führen. Die Auswertung nach dem Maximum-Material-Prinzip sowie der Konturvergleich mit toleranzonenabhängigem Einpassen bieten Möglichkeiten zur funktionellen Prüfung. Dies reduziert den Ausschuss und macht die Fertigung wirtschaftlicher.**

Das Ermitteln numerischer Messwerte zur Beurteilung der Qualität eines Messobjekts hat in der Messtechnik einen festen Stellenwert. Einzelne Messwerte liefern jedoch oft keine verwertbaren Aussagen über die Funktionsfähigkeit eines Werkstücks. Beispielsweise sind Winkelmaße mit sehr kurzen Schenkellängen mathematisch bedingt großen Streuungen unterworfen, selbst wenn die Einzelpunkt-Messunsicherheiten sehr gering sind.

Ebenfalls alltäglich sind Radien mit sehr kleinen Winkelsegmenten; hier können fehlerhafte Radienübergänge oder eine ungünstige Auswahl der Messpunkte das Ergebnis stark verfälschen. Wird die Menge der zur Auswertung herangezogenen Punkte zu gering gewählt, ergibt sich eine relativ große Streuung. Werden zu vie-

le Punkte gewählt, können angrenzende Bereiche mit zur Auswertung beitragen und das Messergebnis verfälschen. Die Auswertung hängt in diesem Fall stark vom Bediener ab, da dieser die Auswahl der Messpunkte festlegen muss. Der so ermittelte Messwert führt zu „nicht fähigen“ Messprozessen und somit zu höherem Ausschuss, da aufgrund des nicht ausreichend reproduzierbaren Messprozesses auch funktionsfähige Teile als fehlerhaft bewertet werden.

### Der Konturvergleich

Während numerische Messwerte oft lediglich einen unsicheren Messwert für Radien oder Maße an kurzen Konturabschnitten liefern, bietet der Konturvergleich die Möglichkeit, auch die Ursache der Abweichung zu ermitteln. So lässt sich beispielsweise der Produktionsprozess optimal korrigieren. Auch die Verknüpfung mehrerer Merkmale, wie Radius, Radiusübergang und Radiusposition, kann durch einen Konturvergleich analysiert werden. Hierdurch wird die Interpretation der Messergebnisse erheblich vereinfacht und zusätzlich zur maßlichen auch eine qualitative Betrachtung des Werkstücks ermöglicht.

In der Praxis kommt der Konturvergleich seit Jahrzehnten in der Messtechnik

zum Einsatz. Profilprojektoren liefern eine maßstabsgetreue Abbildung der Konturen des Messobjekts, die mit einer Schablone verglichen werden. Dies ermöglicht eine umfassende Prüfung von Werkstücken in wenigen einfachen Schritten und liefert ein leicht verständliches Ergebnis mit hoher Aussagekraft.

Nachteile dieser Methode sind jedoch die fehlende Dokumentation des Messergebnisses sowie eine mangelnde Objektivität durch eine starke Abhängigkeit vom Bediener, da dieser die Einpassung manuell vornehmen muss. Eine bedienerunabhängige Lösung mit umfassenden Dokumentationsmöglichkeiten bietet dagegen die softwaregestützte Einpassung einer ermittelten Kontur.

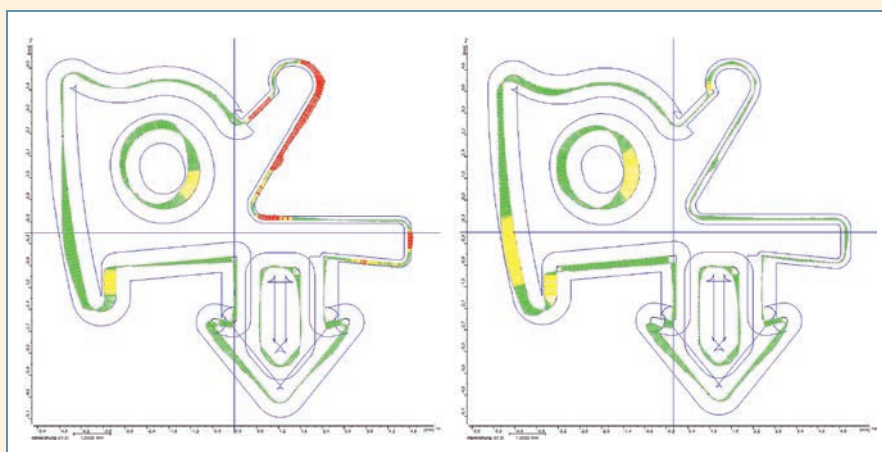
### Software für schnelle Einpassung

Konturen können heute mit unterschiedlichen Sensoren erfasst werden. Dem Profilprojektor am nächsten kommen Messgeräte mit Bildverarbeitung, wie beispielsweise der Werth QuickInspect, die das Messobjekt in einem Bild erfassen (Bild 1, links).

Um größere Objekte mit der gleichen Strukturauflösung zu messen – dies ist wichtig, um auch kleine Elemente noch sinnvoll bewerten zu können –, können diese durch das patentierte Raster-scanning erfasst werden. Dabei wird die Oberfläche des Messobjekts in mehreren Bildern erfasst, die anschließend mit der Präzision des Koordinatenmessgeräts entsprechend

den Positionen bei der Aufnahme zusammengesetzt werden (Bild 1, rechts). Hierdurch entsteht ein Gesamtbild des Messobjekts, das sowohl zum Erfassen der Kontur als auch zur maßlichen Auswertung herangezogen werden kann. Die Bedienung ist so einfach wie beim Messen „im Bild“. Auch die Ergebnisse anderer scanningfähiger Sensoren können für einen Konturvergleich herangezogen werden. Diese Sensoren wie z.B. konventionelle Taster, der Werth Laser Probe oder auch der Werth Fasertaster erweitern so das Anwendungsspektrum des Konturvergleichs erheblich. Die erfassten Konturen können durch die Software Werth BestFit automatisch auf eine Vorgabekontur eingepasst werden. Hierdurch wird eine schnelle Einpassung garantiert, auch wenn Vorgabe- und gemessene Kontur einen stark abweichenden Koordinatenursprung haben, d.h. weit voneinander entfernt liegen, wie es oft bei konstruierten Bezugspunkten der Fall ist. Bei Bedarf kann diese Methode noch um eine genauere Einpassung ergänzt werden.

Die verbleibenden Abweichungen nach optimaler Einpassung können in einer Stachelardarstellung visualisiert werden. Somit lässt sich leicht erkennen, wo Abweichungen am Messobjekt vorliegen, wie groß diese sind und welche Maßnahmen zur Korrektur des Werkstücks ergriffen werden müssen. Darüber hinaus können die Abweichungen für eine automatische Werkzeugkorrektur herangezogen werden.



**Bild 2.** Bei Einpassung der gemessenen Kontur auf die Sollkontur mit BestFit scheint das Werkstück nicht funktionsfähig (links) – die Einpassung mit ToleranceFit berücksichtigt dagegen die Zusammenhänge zwischen den Toleranzen (rechts).

### Simulation des mechanischen Lehrens

Beim patentierten Programm ToleranceFit werden, anders als bei BestFit, die Konturpunkte nicht auf eine Sollkontur eingepasst, sondern in das die Vorgabekontur umgebende Toleranzband (Bild 2). Dadurch wird ein mechanisches Lehren simuliert, also eine funktionsgerechte Prüfung vorgenommen. Zur Überprüfung der Funktion des Werkstücks stellt dies laut Werth Messtechnik die einzig richtige Methode der Einpassung dar, da die vorgegebenen Toleranzbänder bei der BestFit-Einpassung auf die Sollkontur unberücksichtigt bleiben. Da bei dieser Methode alle zur Verfügung stehenden Messpunkte für die Auswertung der ausgewählten Elemente herangezogen werden, liefert ToleranceFit eine verknüpfte Betrachtung aller untersuchten Maße. Die Software bietet dadurch auch optimale Ergebnisse in Bezug auf Tolerierungen nach dem Maximum-Material-Prinzip.

Ein Beispiel ist die Positionstoleranz eines Bolzens. Ist der Bolzendurchmesser innerhalb seiner Toleranzen kleiner als der Nominalwert, kann er in der späteren Funktion die vorgesehene Bohrung treffen, obwohl seine Positionstoleranz überschritten wurde. Die Positionstoleranz kann dadurch um den Wert, den der reelle Bolzendurchmesser kleiner ist, erhöht werden, ohne die Funktion dabei zu beeinträchtigen.

Auf die gleiche Art und Weise lassen sich verschiedene Geometrielemente miteinander verknüpfen. Durch das funktionsgerechte Prüfen ist eine signifikante Reduzierung des Ausschusses bzw. eine Erweiterung der Fertigungstoleranzen und somit eine Kostensenkung möglich. Die relativ komplexen Zusammenhänge des Maximum-Material-Prinzips lassen sich über die Einpassung mit ToleranceFit einfach und für jedermann verständlich anwenden. □

► **Werth Messtechnik GmbH**  
Dipl.-Phys. Ingo Heller  
T 0641 7938-0  
mail@werth.de  
www.werth.de

### QZ-Archiv

Diesen Beitrag finden Sie online:  
[www.qz-online.de/1018225](http://www.qz-online.de/1018225)