

KOORDINATENMESSGERÄT NUTZT RÖNTGENTOMOGRAFIE

Zum Röntgen bitte

Werth erhielt für sein TomoScope den ›Goldenen Euromold Award 2005‹. Zu Recht, denn damit hat die Computertomografie in die Koordinatenmesstechnik Einzug gehalten. So könnte beispielsweise im Werkzeugbau die Erstbemusterung von Kunststoffteilen nicht mehr Tage, sondern nur noch Stunden dauern.

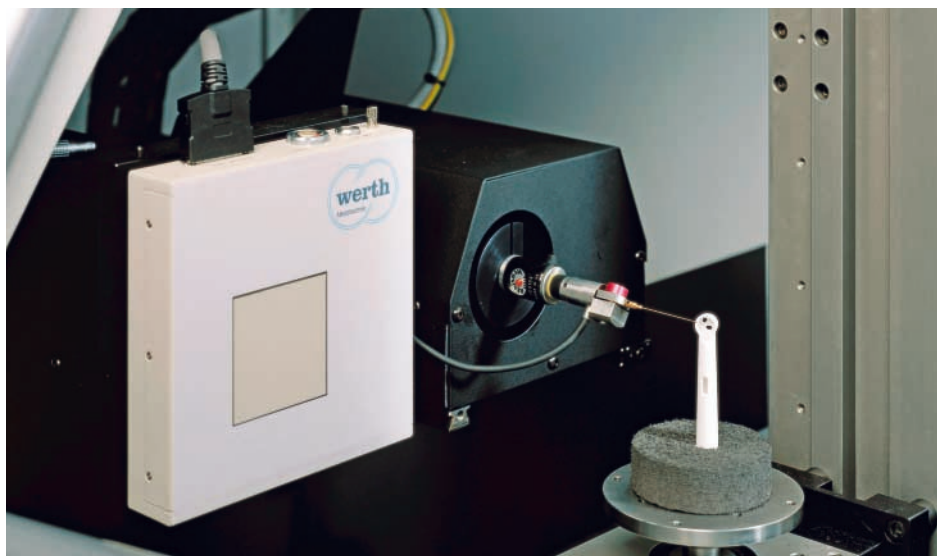
KOORDINATENMESSTECHNIK und die auf Röntgenstrahlen basierende Computertomografie (CT) zeigen bislang unterschiedliche Stärken und Schwächen. Im Werth-TomoScope (www.werthmesstechnik.de) werden diese Technologien weltweit erstmalig in einem Multisensor-Koordinatenmessgerät kombiniert. Hierdurch entsteht die Möglichkeit zum schnellen Messen mit der Computertomografie und exakten Messen mit anderen Sen-

soren. Heute erfordert die Prüfung von bis zu einigen Hundert tolerierten Maßen an komplexen Kunststoffbauteilen, auch mit modernen Multisensor-Koordinatenmessgeräten, einen erheblichen Zeitaufwand. Das TomoScope ist ein Quantensprung in der Erstbemusterung und Überprüfung der Spritzwerkzeuge bei Werkzeugherstellern. Neben der maßlichen Kontrolle der am Bauteil vorhandenen, typischerweise eng tolerierten Funkti-



Verdeckte Ermittlungen: Das TomoScope ermöglicht die vollständige Erfassung aller Regel- und Freiformgeometrien am Werkstück in einem Messvorgang. Auch das Messen von Innengeometrien und nicht zugänglichen Merkmalen, zum Beispiel verdeckter Kanten oder Hinterschnitten, sind kein Problem.

onselemente ist auch zunehmend die komplette Prüfung nicht funktionsrelevanter Freiformflächen gefordert. Dabei wollen Werkzeugbauer möglichst direkte Korrekturvorgaben erhalten, um den ständig verkürzten Produktzyklen gerecht zu werden. Beispiele für solche Aufgaben sind Gehäuse für Mobiltelefone, Elektroverbinder, Medizintechnikkomponenten oder Teile für Kraftfahrzeuge. Eine geeignete Technik für die vollständige Erfassung von Werkstücken ohne Teilvervorbereitung ist die Computertomografie. Bei diesem ursprünglich für die Medizintechnik entwickelten Verfahren wird das Werkstück auf einen Drehtisch zwischen Röntgenquelle und Detektor positioniert. Der Detektor arbeitet analog zu einer Videokamera. Anschließend erfolgt die Aufnahme einer Serie von Durchleuchtungsbildern des Objekts in unterschiedlichen Winkelstellungen des Drehtisches. Ein mathematisches Verfahren ermöglicht die Rekonstruktion der räumlichen Gestalt des Werkstücks aus den Durchleuchtungsbildern. Durch Verändern der Abstände zwischen Werkstück und Detektor sowie Werkstück und Röntgenquelle lassen sich unterschiedliche Vergrößerungen und Messbereiche einstellen. Somit kann die genaue Erfassung



Fehler korrigiert: Ein neues mathematisches Verfahren ermöglicht die Korrektur der verfahrensbedingten Fehler der Computertomografie. Dabei werden Kontrollpunkte am Werkstück mit einem hochgenauen Sensor erfasst.

kleiner Teile mit hohen Vergrößerungen oder die schnelle Erfassung größerer Teile mit geringen Vergrößerungen erfolgen.

Allerdings ist die erzielbare Genauigkeit bei der Computertomografie durch zahlreiche Einflüsse begrenzt. Insbesondere können im rekonstruierten Volumenbild Störungen (Artefakte) auftreten, die zu Fehlinterpretationen führen. Diese Effekte sind von der Wellenlänge, der gewählten Röntgenstrahlung sowie von Geometrie und Material des Werkstücks abhängig und daher nur sehr schwer korrigierbar. Die bislang mit Hilfe der Computertomografie erzielbare Genauigkeit genügt daher zur Prüfung von Funktionsmaßen meist nicht.

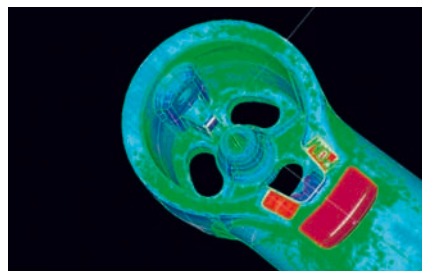
Schnelle und genaue Messtechnik vereint

Die Kombination von Computertomografie mit genauer Sensorik bietet nun die Möglichkeit zur schnellen, vollständigen Erfassung des Werkstücks per Tomografie und exakter Messung eng tolerierter Maße mit klassischen Sensoren. Diesen Ansatz hat Werth mit dem TomoScope im weltweit ersten Multisensor-Koordinatenmessgerät mit Computertomografie umgesetzt. Das TomoScope bietet die Möglichkeit zum kombinierten Messen mit den aus der Multisensor-Koordinatenmesstechnik bekannten Sensoren und der Computertomografie in einem einheitlichen Koordinatensystem.

Werden gleiche Bereiche des Werkstücks mit mehreren Sensoren erfasst, lassen sich die von den verschiedenen Sensoren gelieferten Messergebnisse aufeinander abgleichen. Die Messergebnisse des ungenaueren Sensors werden mit Hilfe genauerer Informationen korrigiert. Ein neuartiger mathematischer Ansatz auf Basis dieser Grundidee ermöglicht die Korrektur der verfahrensbedingten Fehler der Computertomografie. Dies erfolgt durch Aufnahme von Kontrollpunkten am Werkstück mit einem hochgenauen Sensor, zum Beispiel einem speziellen Taster mit geringer Antastkraft, und Korrektur der durch Tomografie erzeugten Punktwolke derart, dass die Abweichungen zwischen Kontrollpunkten und Messpunktwolke mini-

mal werden. Somit ist die Gewinnung von Messpunkten mit Hilfe der Computertomografie in bislang unbekannter Genauigkeit möglich.

Die Genauigkeits-Spezifikation des Tomoscope kann dementsprechend nach den Normen und Richtlinien für Koordinatenmessgeräte (ISO 10360/VDI 2617) erfolgen, so dass Vergleichbarkeit zu anderen Messgeräten gegeben ist. Die Längenmessabweichung beträgt bei Einsatz der entsprechenden Sensoren und Vergrößerungen zum Beispiel $E_3 = 4,5 + L/75 \mu\text{m}$. Bei dem Tomoscope kann man zudem den Messbereich durch die Option Rastertomografie erweitern. Dabei werden jeweils Teilbilder des Werkstücks aufgenommen und zu größeren Durchleuchtungsbildern zusammengefügt, anhand derer die Rekonstruktion des Volumens erfolgt. Dadurch lassen sich Teile bis 200 mm Länge und 90 mm Durchmesser messen, auch



Schnell erkannt: Die eingescannten und korrigierten Punktwolken lassen sich mit CAD-Modellen vergleichen, wobei Abweichungen numerisch und farblich hervorgehoben werden.

größere Messbereiche sind realisierbar. Das modular aufgebaute TomoScope basiert auf Standardkomponenten der Werth-ScopeCheck-Baureihe, die sich in der Industrie vielfach bewährt hat. Somit steht erstmals ein Koordinatenmessgerät mit Computertomografie für den Einsatz außerhalb von Laborbereichen zur Verfügung. Anders als bei bislang verfügbaren Computertomografen, müssen Bediener beim Werth Tomoscope keinerlei Justagearbeiten verrichten. Alle Einstellungen sind werkseitig kalibriert. Die Auswahl von Betriebsarten wie Vergrößerung und Rastertomografie erfolgt durch einfaches Anklicken in der Bedienoberfläche der Software Winwerth. Spezialkenntnisse über das Maß einer normalen Bedienerausbildung hinaus sind nicht erfor-

derlich. Das Messobjekt wird auf den Drehtisch platziert, und spätestens nach einigen 10 Minuten – je nach Baugröße – liegt das Messergebnis vor. Auch entspricht das Tomoscope einem Vollschutzgerät nach Röntgenverordnung, somit sind für den Betrieb keine speziellen Schutzkabinen notwendig.

Software mit Automatisierungsfunktionen

Das Tomoscope ist Mitglied einer Gerätefamilie, die Werth Messtechnik für fertigungsnahes Messen mit hoher Genauigkeit ausgelegt hat. Neben weitgehend gleichen mechanischen Komponenten verfügen diese Geräte über eine einheitliche Messsoftware. Für den Betrieb des TomoScope wurde die Messsoftware Winwerth um die für Computertomografie benötigten Komponenten erweitert. Sie beinhaltet somit auch eine leistungsfähige Funktionsbibliothek zur Rekonstruktion von 3D-Daten sowie zur automatischen Bestimmung der Materialgrenzen.

Diese Software übernimmt auch die Steuerung des gesamten kombinierten Messablaufs mit Computertomografie und anderen Sensoren. Nach Festlegen des Messbereiches beginnt der Tomografieprozess, und es wird die Werkstückgeometrie in Form einer Punktwolke in das 3D-CAD-Modul der Winwerth-Software eingelesen. Dabei lassen sich die Ergebnisse mit dem CAD-Modell vergleichen, wobei als Ergebnis dieses Vergleichs neben numerischen Ergebnissen auch eine farbliche Visualisierung der Abweichungen zwischen Messpunkten und Modell zur Verfügung steht. Aus den Messpunkten oder Teilen der Messpunkte können aber auch mit Hilfe der Messsoftware Maße wie Distanzen, Durchmesser und Winkel berechnet oder andere messtechnische Auswertungen vorgenommen werden. Ist ein solcher Messablauf für einen Teiletyp hinterlegt, kann das Messen weiterer Teile ohne zusätzliche Bedienereingriffe vollautomatisch erfolgen. Durch das durchgängige Software-Konzept kann der Bediener mit Winwerth ebenso Messläufe mit rein taktilen oder anderen Multisensor-Koordinatenmessgeräten von Werth Messtechnik durchführen. ■

GERD STACH