

Vom Volumen zur geometrischen Eigenschaft

Wie Sie Ihre Röntgentomografie-Daten am besten auswerten

PRAXISTIPP Mit der steigenden Verbreitung von Röntgentomografie-Koordinatenmessgeräten werden immer mehr Softwarefunktionen für die Auswertung entwickelt. Die Software sollte in möglichst kurzer Zeit die optimale Ergebnisdarstellung für die jeweilige Fragestellung liefern. So können unterschiedliche Mess- und Inspektionsaufgaben effizient und zielgerichtet gelöst werden.

BEI DER RÖNTGEN-COMPUTERTOMOGRAFIE werden mit einer Röntgenröhre auf einem Detektor 2D-Röntgenbilder des Werkstücks in vielen verschiedenen Drehlagen erfasst. Aus diesen Durchstrahlungsbildern wird ein Voxelvolumen des Werkstücks rekonstruiert. Dabei bilden die Voxel (Volumetric Pixel) ein Raumraster analog zum Pixelraster bei der 2D-Bildverarbeitung.

Die Volumendaten können für Inspektionsaufgaben direkt ausgewertet werden. Zur Bestimmung der geometrischen Eigenschaften ist es notwendig Messpunkte an den Materialübergängen aus den Amplituden der umliegenden Voxel zu bestimmen. Aus diesen Punkten werden dann Geometrielemente wie Ebenen und Zylinder und

hieraus wiederum die geometrischen Eigenschaften wie Abstände, Durchmesser oder Form- und Lageabweichungen berechnet.

Inspektion des Voxelvolumens

Das Voxelvolumen ermöglicht die Prüfung des Werkstücks hinsichtlich Materialeinschlüssen. Das gesamte Werkstück kann zum Beispiel virtuell Ebene für Ebene „abgetragen“ und geprüft werden. So besteht auch die Möglichkeit einer Analyse der Einbausituation montierter Baugruppen.

Bei Steckverbindern lässt sich prüfen, ob alle Metallpins ohne Luftschlüsse umspritzt sind und keine zusätzlichen

Drähte oder Späne Kurzschlüsse auslösen können. Bei GFK-Kunststoffspritzguss-Werkstücken wie zum Beispiel Pumpengehäusen wird die Faserorientierung geprüft, die dafür sorgt, dass das Werkstück auch bei starker Belastung funktionsfähig ist. Mit WinWerth VolumeCheck lassen sich unter anderem auch bestimmte Grauwertbereiche und damit Materialien im Volumen auswählen, um unterschiedliche Komponenten von zum Beispiel Mehr-Material-Werkstücken einzeln darzustellen.

Mit WinWerth ist auch eine direkte Messung geometrischer Eigenschaften in Schnittebenen des Volumens mit dem Bildverarbeitungssensor möglich (Bild 1). Hierfür werden mit der Bildverarbeitungssoftware aus den Grauwerten der Pixel mit Subpixelgenauigkeit Konturen und Geometrielemente berechnet. So lassen sich die Stärken der ausgereiften Werth-Konturbildverarbeitung auch für die Auswertung von Röntgentomografie-Messungen insbesondere bei schwachen Kontrasten nutzen. Damit steht eine lokale Auswertemöglichkeit bei eingeschränkter Datenqualität zur Verfügung, zum Beispiel für verrauschte oder mit Artefakten behaftete Volumen.

Auswertestrategien für die Messpunktewolke

Für viele Werkstücke ist es möglich aus dem Volumen vollautomatisch mit Subvoxel-Genauigkeit eine Punktwolke zu berechnen. Diese Punktwolke beschreibt die für die Bestimmung der geometrischen Eigen-

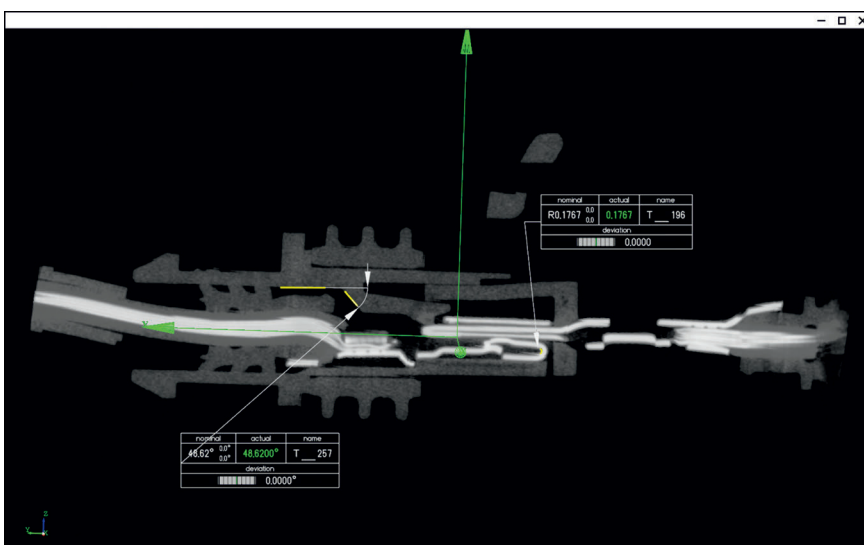


Bild 1. Direkte Messung geometrischer Eigenschaften mit dem Bildverarbeitungssensor im Volumenschnitt © Werth

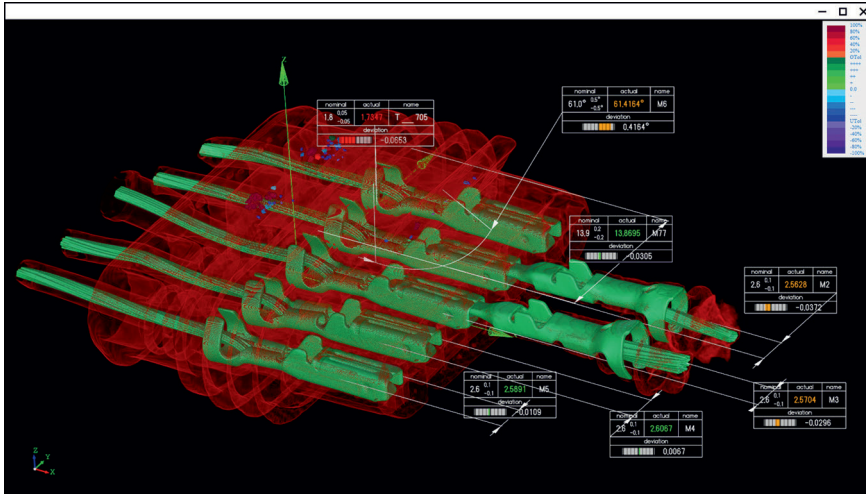


Bild 2. Messpunktewolke eines Mehr-Material-Werkstücks mit gemessenen geometrischen Eigenschaften

© Werth

schaften interessierende Oberfläche. Bei diesem als „SurfaceScan Non-Predefined“ bezeichneten Verfahren sind keine weiteren Zusatzinformationen erforderlich, sodass auch Messungen ohne CAD-Daten möglich sind. Im Ergebnis erhält man eine komplette Beschreibung der Werkstück-Ist-Geometrie mit minimalem Speicherbedarf, die auch eine schnellere Weiterverarbeitung erlaubt (Bild 2).

Alternativ können in einzelnen Bereichen des Voxelvolumens Messpunkte berechnet werden. Zum Beispiel bei Mehr-Material-Werkstücken variieren die Grauwerte der Voxel durch die unterschiedlichen Materialien in der Umgebung der Messpunkte. Das Verfahren „SurfaceScan Predefined“ ermöglicht unter Zuhilfenahme von Nominaldaten eines Meisterteils oder der CAD-Daten eine prozesssichere und hochauflösende Berechnung der Messpunkte, da diese so besser den Materialien zugeordnet werden können.

Bei beiden Verfahren ist eine CAD-gestützte Berechnung von Geometrieelementen aus der Punktewolke durch Auswahl der interessierenden Patches möglich. Ist kein CAD-Modell vorhanden, werden die zum Zielelement gehörenden Messpunkte ebenfalls automatisch mit Hilfe des Software-Verfahrens „Automatische Segmentierung“ identifiziert. Die resultierenden Geometrieelemente lassen sich dann zu geometrischen Eigenschaften verknüpfen.

Auch an der Punktewolke ist eine direkte Messung geometrischer Eigenschaften mit der WinWerth-Software in Schnittebenen möglich. Die Geometrieelemente werden

aus den Konturen im Messfenster berechnet.

Die Röntgen-Computertomografie ist wohl das einzige Verfahren, mit dem auch eine Messung innenliegender Geometrien der Werkstücke möglich ist. Die Messpunktewolke des Werkstücks wird hierzu in mehrere Punktewolken zerlegt, die sich einzeln anzeigen lassen. Beispielsweise werden Spaltmaße und Koaxialitäten an montierten Herzpumpen gemessen, um sicherzugehen, dass auch bei der notwendigen hohen Leistung keine Vibrationen auftreten. Bei Smartphone-Linsen wird die Ausrichtung zueinander und im Gehäuse ermittelt, damit eine korrekte optische Abbildung möglich ist.

Die Punktewolken eignen sich auch für Materialprüfungen, beispielsweise auf Einschlüsse oder Lunker. Defekte bis in den Mikrometer-Bereich können detektiert und ihre Größe gemessen werden. Lunker lassen sich nach Volumeninhalt sortiert getrennt von den Messpunkten der Werkstückoberfläche darstellen. Beispielsweise kann man so bei Leichtguss-Metalteilen vor der Bearbeitung Fertigungszeiten einsparen, da Lunker bereits im Vorfeld an Stellen erkannt werden, an denen noch gefräst oder gebohrt wird.

Auch Grate, zum Beispiel verursacht durch die Formtrennung im Spritzgussprozess, lassen sich über spezielle Funktionen zuverlässig erkennen und messen. Weitere Funktionen erlauben beispielsweise eine automatische Wanddickenmessung von Kunststoff-Flaschen in der Verpackungsindustrie oder die normkonforme Messung von gespritzten Kunststoffzahnradern.

Soll-Ist-Vergleich

Durch den Soll-Ist-Vergleich der Messpunkte gegen CAD-Daten mit farbcodierter Abweichungsdarstellung sind Toleranzüberschreitungen sofort auf einen Blick zu erkennen.

Zum Beispiel wenn die Anpassung der Werkzeuggeometrie und der Einspritzparameter an den Spritzprozess mit Hilfe der Simulationssoftware nicht ausreicht, um die gewünschte Genauigkeit zu gewährleisten, kann das CAD-Modell für das Kunststoffspritzgusswerkzeug (oder analog das CAD-Modell für den 3D-Druckprozess) mit WinWerth FormCorrect so verändert werden, dass das fertige Werkstück innerhalb der Toleranzen liegt. Hierzu werden in der Messsoftware WinWerth Abweichungen zwischen dem ursprünglichem CAD-Modell und den Messdaten eines Testwerkstücks ermittelt und am CAD-Modell gespiegelt, sodass man ein korrigiertes CAD-Modell erhält. Die Geometrieänderungen können sowohl am Werkstück-CAD-Modell als auch direkt am Werkzeug-CAD-Modell realisiert werden.

Auch ein Ist-Ist-Vergleich mit Meisterteilen ist in ähnlicher Weise möglich. Freiformflächen findet man häufig dort, wo die Ergonomie zählt, beispielsweise die Griffe von Handbohrmaschinen oder Fernbedienungen. Hier bietet der Soll-Ist-Vergleich die einzige Möglichkeit zur Prüfung. ■

INFORMATION & SERVICE

KONTAKT

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