

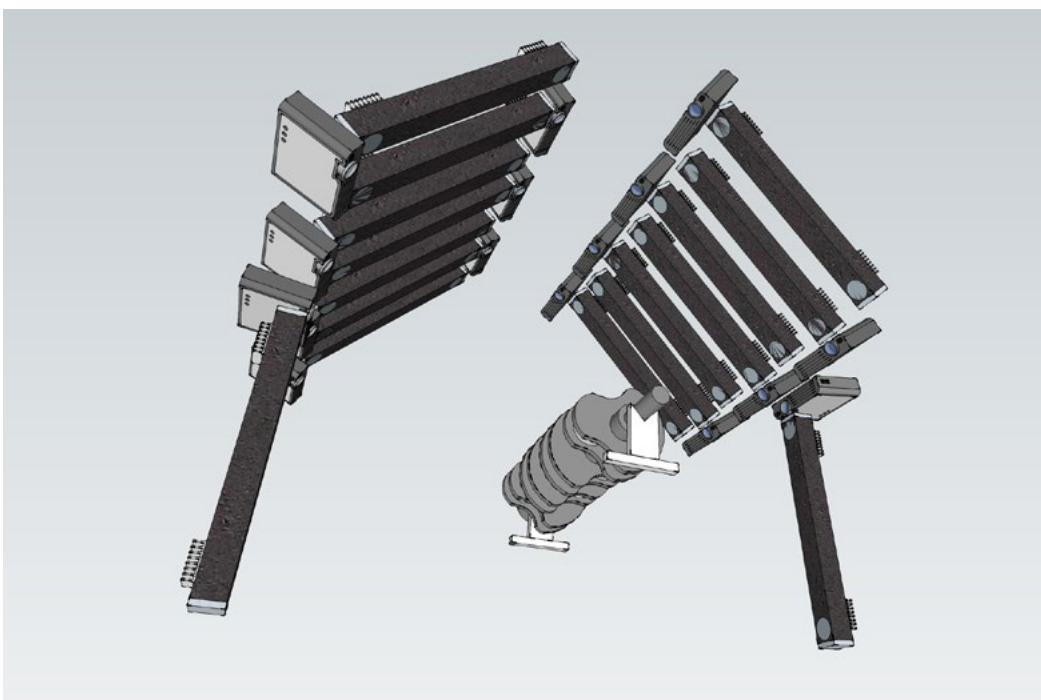
Anwenderbericht – Auswuchtung von Kurbelwellen mit hochpräzisen 3D-Modellen

# Auf den hundertstel Millimeter genau

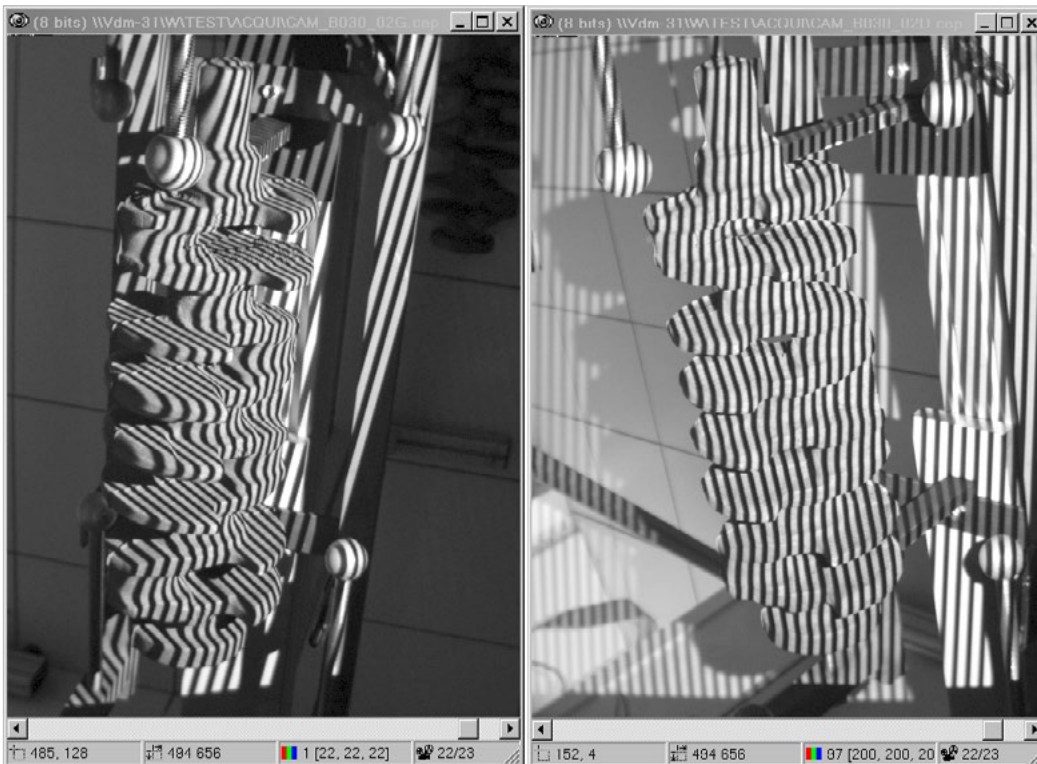
Ein in Frankreich entwickeltes bildverarbeitungsgestütztes System setzt für die Auswuchtung von Kurbelwellen neue Massstäbe. In nur 37 Sekunden wird mit der Methode der Firma Videometric ein digitalisiertes, auf den hundertstel Millimeter genaues 3D-Modell einer Kurbelwelle erstellt. Mit der darauf basierenden Simulation der Nachbearbeitungsschritte kann die ideale Bearbeitungsachse definiert und im Voraus bestimmt werden, ob die Kurbelwelle auch ausgewuchtet werden kann.

Kurbelwellen, wie sie in der Automobilindustrie verwendet werden, wandeln die lineare Hubbewegung der Motorkolben in eine Drehbewegung um und leiten diese an das Getriebe weiter. Schon eine geringe Unwucht, die durch Fertigungsschwankungen entstehen kann, führt bei steigender Drehzahl zu Lagerbelastungen und Vibrationen. Deswegen ist eine Auswuchtung erforderlich. Dazu werden die Kurbelwellen auf eine hohe Rotationsgeschwindigkeit gebracht. Mithilfe der dabei entstehenden Vibrationen wird die überschüssige Masse entlang ihrer Achse bestimmt, um festzulegen, an welchen Stellen Materialüberschüsse später durch Bohren oder Fräsen entfernt werden müssen. «Diese

traditionellen Messsysteme können durch die Nutzung von 3D-Bildverarbeitungstools erheblich verbessert werden», erklärt Olivier Bommart, Vertriebsmanager bei Videometric. Seit mehreren Jahren entwickelt das auf 3D-Vision-Systeme spezialisierte Unternehmen innovative Lösungen für den Automotive-Bereich. Mehrere Monate arbeiteten die französischen 3D-Spezialisten im Forschungslabor an einer neuen Auswuchtungsmethode für Kurbelwellen. Im Mittelpunkt stand dabei der Digitalisierungsprozess. Dieser musste so ausgelegt sein, dass auch komplexe Kurbelwellen innerhalb des aktuellen Industriestandards in 45 Sekunden zu 100% digitalisiert



Das bildverarbeitungsgestützte System besteht aus 16 Karbonfaserarmen mit je zwei monochromen VGA-Kameras von Baumer und einem LED-Beamer. Entsprechend der Größe oder Komplexität der Kurbelwellen kann es flexibel angepasst werden. Bild: VIDEOMETRIC



Das von den LED-Beamern projizierte Streifenmuster wird von den TXG03 Kameras mit 60 Bilder/s aufgenommen. Um Daten für ein komplettes 3D-Modell zu erhalten wird die Kurbelwelle dreimal jeweils um 120° gedreht „gescannt“.  
Bild: VIDEOMETRIC

und ausgewertet sind. Gleichzeitig sollten mit der neuen Methode auch die Schwachpunkte der traditionellen Systeme behoben werden. «Bei den herkömmlichen Systemen können Bearbeitungsschritte notwendig sein ohne die Sicherheit, dass die Kurbelwelle am Ende perfekt ausgewuchtet ist. Im schlimmsten Fall steht nach dem Bearbeitungsprozess eine noch immer schlecht ausgewuchtete Kurbelwelle, die nur verschrottet werden kann, weil Teiledefekte nicht frühzeitig genug erkannt wurden. Das ist Zeit- und Geldverschwendung», erläutert Bommart.

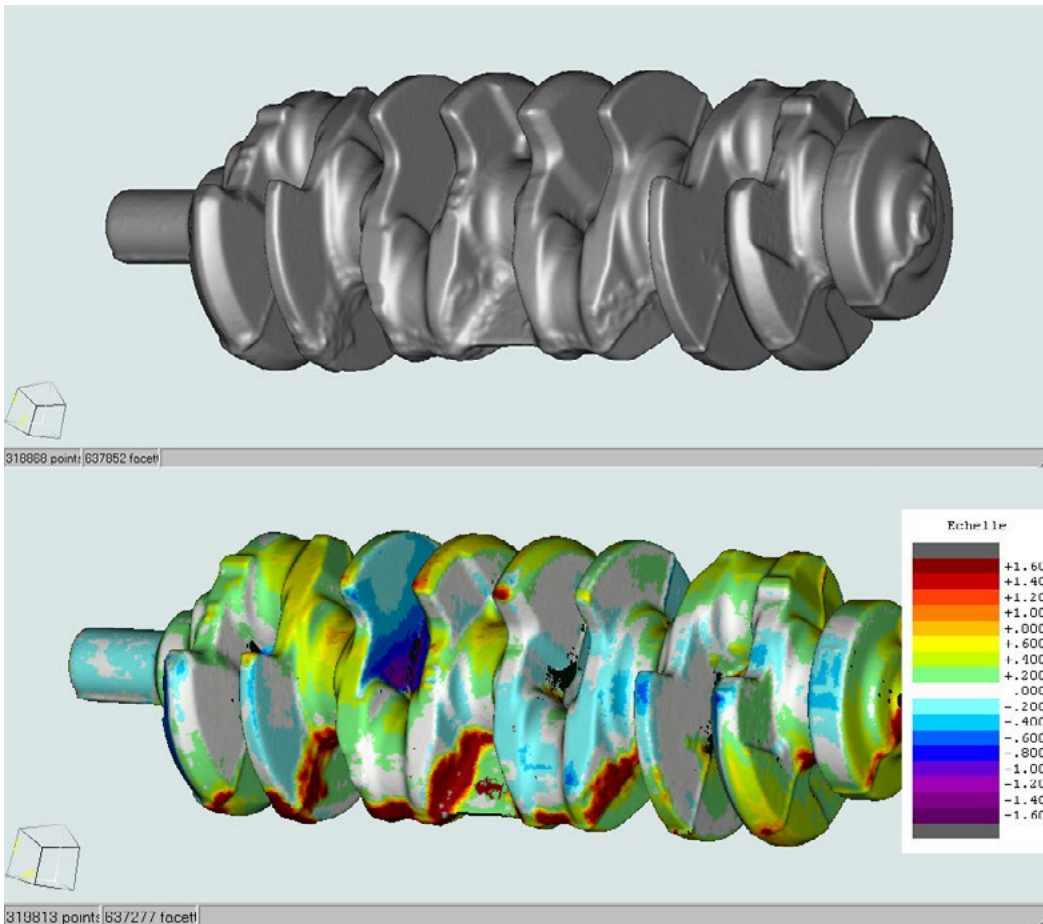
#### In nur 37 Sekunden ein komplettes 3D-Modell

Die von Videometric entwickelte Methode wird derzeit auf einem bildverarbeitungsgestützten GigE-System, das u.a. aus 32 Industriekameras, 16 LED-Beamern und mehreren Computern besteht, realisiert. Es digitalisiert eine Kurbelwelle hochpräzise in nur 37 Sekunden. Dazu ist ein Set aus je 8 versetzt montierten Karbonfaserarmen auf die Oberfläche der Kurbelwellen ausgerichtet. An jedem Arm sind ein LED-Beamer und zwei digitale VGA-Kameras der TX-Serie von Baumer befestigt. Durch die sequentielle Ansteuerung der Beamer wird ein alternierendes, sinusförmiges Streifenmuster aus nicht-kohärentem Licht mit variierender Intensität auf die Kurbelwellenoberfläche projiziert. Die Sequenz der verzerrten

geometrischen Streifenmuster wird von den Kameras mit 60 Bilder/s erfasst. Um ein vollständiges 3D-Modell zu erhalten, wird die Kurbelwelle dreimal um jeweils 120° gedreht «gescannt». «Wir setzen keine hochauflösenden Kameras ein, da sie eine sehr grosse Datenmenge erzeugen und damit das Bildaufnahmetempo verlangsamen würden. Stattdessen erhalten wir bei einer Auflösung von 640 × 480 Pixel nur 300 Kilobytes grosse Graustufenbilder, die wir über GigE schnell zur Verarbeitung an den PC senden können», erklärt Bommart. Dass Videometric dabei auf die bewährten Kameras der TX-Serie setzt, liegt für Bommart auf der Hand: «Die VGA-Auflösung kombiniert mit der hohen Bildrate und dem niedrigem Rauschen ist ideal für uns. Ausserdem setzen wir schon seit vielen Jahren Kameras von Baumer ein und sind sehr zufrieden. Denn sie arbeiten auch unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen wie bei der Produktion heisser Metallteile im 24/7-Betrieb seit Jahren äusserst zuverlässig.»

#### Bildverarbeitung auf den hundertstel Millimeter genau

Für die Bildverarbeitung nutzt Videometric eine interne proprietäre leistungsstarke Software, die verschiedenste Algorithmen zur Digitalisierung, 3D-Verarbeitung, Volumenkalkulation und zum CAD-Vergleich beinhaltet. Für jeden Arm werden



Die von Videometric entwickelte Software vergleicht das hinterlegte CAD/CAM-Modell mit dem 3D-Modell der tatsächlich produzierten Kurbelwelle (oben) und markiert die Stellen mit Formfehlern entsprechend ihres Schweregrades der Abweichung in Millimetern farbig (unten).  
Bild: VIDEOMETRIC

zuerst die aufgenommenen Bilder zu einer 3D-Punktwolke verarbeitet, die aus über 1,6 Millionen Punkten bestehen kann. Abhängig von der Komplexität der Kurbelwelle werden insgesamt zwischen 11 und 20 Millionen 3D-Punkte erfasst. Aus den 16 Punktwolken wird im anschließenden Verarbeitungsprozess ein engmaschiges, auf den hundertstel Millimeter genaues 3D-Modell

der gesamten Kurbelwelle erstellt. Dieses wird mit dem in der Datenbank hinterlegten CAD/CAM-Herstellermodell verglichen, um eventuelle Formfehler zu lokalisieren. Die Abweichungen zwischen den beiden Modellen werden über die Berechnung des jeweiligen Trägheitsmomentes kenntlich gemacht und Materialüberschüsse oder -defizite farbig gekennzeichnet. Eine anschließende Simu-



Die GigE-Kameras der TX-Serie von Baumer stehen in vielen Modellvarianten mit Auflösungen bis 5 Megapixel oder 210 Bilder/s branchenübergreifend für unterschiedlichste Applikationen zur Verfügung.

lation der notwendigen Nachbearbeitungsschritte ermittelt, ob eine Auswuchtung erfolgreich wäre. Dazu wird das Trägheitsmoment sowie die Masseverteilung nach einem Bearbeitungsschritt bestimmt. Bei einer positiven Rückmeldung wird die ideale Bearbeitungsachse an die weiterverarbeitende Maschine ausgegeben. Fehlerhafte Teile können so noch vor der Weiterbearbeitung und damit anfallenden Bearbeitungskosten ausgeschleust werden. Bommart ist überzeugt: «Unsere neue Methode führt also zu einer besseren Produktqualität und höheren Profitabilität. Unser aktueller Prototyp liefert in nur 37 Sekunden einen hundertprozentigen 3D-Scan und eine Auswucht-Analyse der Kurbelwelle. Damit unterschreiten wir den aktuellen Industriestandard für den Einsatz in einer Produktionslinie – erreichen aber die gleiche Genauigkeit wie traditionelle Systeme.» Da Kurbelwellen in ihrer Form recht komplex sein können, kann die Anzahl der Arme flexibel angepasst werden. Darüber hinaus ist der Einsatz der Methode auch für andere Arten von rotierenden Teilen denkbar. «Für neue Partnerschaften zur Weiterentwicklung des bestehenden Systems sind wir jederzeit offen», so Bommart.

Weitere Informationen:

[www.baumer.com/cameras](http://www.baumer.com/cameras)



AUTOR

**Nicole Marofsky**

Marketing Communication

Vision Competence Center