

## RESONANZPRÜFUNG BEWERTET GUSSTEILE

# Schönheitsfehler oder Sicherheitsrisiko?

An Gussteilen sollten Funktionsrelevanz und Schadensstärke analysiert und quantitativ bewertet werden. Dazu integrierte eine Gießerei gemeinsam mit dem Prüfstand-Experten Hesselmann & Köhler, Limburg, eine prozesskompensierte Resonanzprüfung in den Produktionsablauf. Der Pseudoausschuss wird dadurch zuverlässig identifiziert.

Gerade bei ausfallkritischen, sicherheitsrelevanten Bauteilen wird die Messlatte mit null ppm (parts per million) in der Qualitätssicherung besonders hoch gelegt. In der industriellen Produktionspraxis bedeutet dies dann meist: „Lieber ein Teil mehr aussortieren, als ein mangelhaftes ausliefern.“ So beschreibt Aschwin Maas, Technology Manager in der Gießerei Cirex in Almelo/Niederlande, den unerwünschten Nebeneffekt. Es entsteht kostenintensiver Pseudoausschuss, weil regelmäßig voll funktionsfähige Teile aussor-

tiert werden. Außerdem besteht das Risiko, dass im Innern verborgene, unsichtbare Defekte, die zu Funktionsausfällen führen können, nicht zuverlässig erkannt werden.

Cirex stellt für Verbrennungsmotoren Ventilkipphebel im Wachsauuschmelzverfahren her, die die Ventile für den Gasein- und -austritt mit der Nockenwelle verbinden. Die Herausforderung liegt darin, die Schmelze homogen und mit gleichbleibender Geschwindigkeit in die Keramikform zu gießen. Wie bei jedem Gießverfahren können dabei Fehler an der Oberfläche sowie im Innern des Gussteils entstehen.

Das in der Gießerei bislang für Ventilkipphebel eingesetzte, herkömmliche Prüfverfahren ermittelte nur Oberflächenfehler, es spürte keine innenliegenden, unsichtbaren Defekte auf. Folgerichtig kam für die Gießerei nur ein neues Prüfverfahren infrage, das erstens Innendefekte, die zu Funktionsausfällen führen

können, zuverlässig erkennt; zweitens muss es oberflächennahe „kosmetische“ Mängel (zum Beispiel Kratzer), die die Funktion nicht beeinträchtigen, vernachlässigen (Bild 1). Eine Prüfmethode also, die die physikalischen Eigenschaften eines Bauteils und nicht nur dessen visuelle Indikation beurteilt. Kurz: ein Verfahren, das die Festigkeit eines Bauteils bewertet.

Von anderen Prüfständen kannte Maas bereits die Magnaflux-Quasar-Resonanzanalyse, die eben diesen Zusammenhang zur Festigkeit herstellt, indem sie die Resonanzmuster der Bauteile auswertet. Erst dies ermöglicht die Unterscheidung zwischen Pseudofehlern und echten Defekten. Im Ergebnis bedeutet das Senkung der Prüfkosten und des Pseudoausschusses sowie Reduktion des Risikos, ein fehlerhaftes Gussteil auszuliefern.

Bei Magnaflux Quasar handelt es sich um ein Process-Compensated-Resonance-Testing (PCRT)-Verfahren, das auf der Resonanz-Ultraspektroskopie (Ruspec) basiert (siehe Kasten Seite 49). Durch hohe Wiederholgenauigkeit können Frequenzen im Bereich von 0,015 Prozent immer wieder gemessen und somit kleinste Abweichungen in den Resonanzen erfasst und bewertet werden. In Kombination mit einer Vibration-Pattern-Recognition (VIPR)-Software erkennt Quasar jene Defekte, die die Funktion des Bauteils beeinträchtigen. „Und eben auch jene, die trotz sichtbarer Indikation noch voll funktionsfähig sind und gar nicht aussortiert werden müssten“, resümiert Technology-Manager Aschwin Maas.

Prüfspezialist Thomas Köhler, Geschäftsführer der Hesselmann & Köhler Prozessautomation GmbH, Limburg, erklärt den Unterschied zwischen der Quasar-Resonanzprüfung und den klassischen Impulsverfahren: „Beim einfachen Klangverfahren basiert das Sortiermodul auf nur einer Frequenz. Wenn man zum Beispiel ein Glas mit einer Gabel anschlägt, erklingt ein Ton. Dieser Ton ver-





**Bild 1. Bruchstelle (rot) entspricht nicht der visuellen Fehlerstelle (grün)**

### Prozesskompensierte Resonanzprüfung

Die Quasar-Prüfung des US-Herstellers Magnaflux beruht auf dem Process-Compensated-Resonance-Testing (PCRT)-Verfahren. PCRT beurteilt die Festigkeit eines Bauteils, indem es die Resonanzmuster auswertet. So gelingt es, zwischen echten Fehlern und Pseudodefekten zu unterscheiden. Als vollautomatisierte NDT-Prüfmethode (Non Destructive Testing) erkennt Quasar nicht sichtbare, innenliegende Fehler, überprüft diese auf ihre Funktionsrelevanz und bewertet die Schädigungsstärke quantitativ. Die Vorteile sind höhere Prüfsicherheit, weniger Pseudoausschuss und somit niedrigere Prüfkosten.

In Europa wird Quasar seit 2005 exklusiv von der Hesselmann & Köhler Prozessautomation GmbH, Limburg, vertrieben, implementiert und gewartet. Der Prüfspezialist ist auf die Entwicklung und Implementierung Industrie-PC-gesteuerter Prüfstandsysteme in komplexe Produktionsprozesse in der Automotive-, Luftfahrttechnik- und Turbinenindustrie spezialisiert.

Weltweit hat Quasar bereits rund 150 Millionen Bauteile in der Gieß-, Schmiede- und Sintertechnik und der Extrusion getestet sowie Löt- und Schweißverbindungen geprüft. Das Verfahren ist von der US-Flugaufsichtsbehörde FAA zur Über-temperaturprüfung von Turbinenschaufeln zugelassen, weltweit durch zwölf Patente geschützt und im ASTM E2534-10 standardisiert.

[www.qz-online.de](http://www.qz-online.de)

Diesen Beitrag finden Sie online unter der Dokumentennummer: **410405**

duktion“. Nun seien ein wirklich zuverlässiges Prüfergebnis sowie die Reduktion der Prüfkosten auf ein Drittel der bislang angefallenen Kosten möglich. Er habe das beruhigende Gefühl, dass nur Qualitätsbauteile das Haus verlassen, die auch im Inneren auf Defekte überprüft worden sind. □

**Christiane Engelhardt, Limburg**

► **Hesselmann & Köhler  
Prozessautomation GmbH  
T 06431 9634-0  
quasar@huklm.de  
www.quasareurope.de**

ändert sich, wenn das Glas einen Defekt, etwa einen Riss, hat. Typischerweise verschiebt ein Defekt die Resonanzstellen nach unten, die Frequenz wird also kleiner. Das Sortiermodul schaut entsprechend in einem Resonanzfenster nach der erwarteten Resonanzstelle. Wird keine solche Resonanzstelle gefunden, handelt es sich um Teile, die nicht in Ordnung (NIO) sind.“

Das Problem: Jeder industrielle Produktionsprozess unterliegt einer Streuung, der Prozessvariation, die einen wesentlichen Einfluss auf das Resonanzspektrum der Prüflinge hat und deren Resonanzstellen verschieben kann: „Und das teilweise sogar stärker als durch echte Defekte verursachte Abweichungen“, sagt Thomas Köhler.

Ein einfaches Sortiermodul mit nur einer Resonanzstelle kann kleine Defekte bei Vorhandensein der typischen Prozessvariation in den für „in Ordnung“ (IO) befundenen Teilen nicht mehr erkennen. Die Prozessvariation erzeugt genügend Rauschen und Verschiebungen, dass die

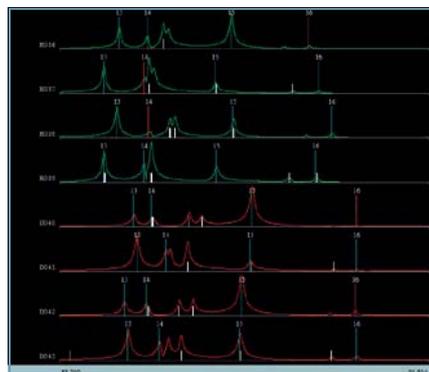
echten Defekte ausgeblendet und unterdrückt werden. Kann ein Prüfsystem dies nicht kompensieren, wird es immer nur sehr grobe und offensichtliche Defekte erkennen: „Einer der wesentlichen Vorteile der Quasar-prozesskompensierten Resonanz-Analyse PCRT ist es, dass eben diese Kompensation zuverlässig gelingt“, sagt Thomas Köhler (Bild 2).

Ein Grund mehr, warum sich Cirex für Quasar entschieden hat: „Wir wollten sicherstellen, dass unser Prüfstand wirklich alle defekten Teile als NIO prüft“, berichtet Aschwin Maas. Dafür sorgt nun die in Quasar integrierte VIPR-Software, die von einem vollautomatischen Sortiermodul mit den Resonanzmusterdefinitionen aller IO-Prüflinge gespeist wird und diese mit den Mustern der NIO-Teile abgleicht. Das Analyseergebnis wird wieder an das Sortiermodul übermittelt, das mit diesem Daten-Input in der Lage ist, im weiteren Produktionsprozess zwischen IO- und NIO-Teilen zu unterscheiden.

Das geschieht vollautomatisch und mit hoher Prüfsicherheit, denn alle Prüfergebnisse sind wiederhol-, quantifizier- und nachvollziehbar. Zur Beurteilung der Wiederholgenauigkeit werden für jedes Teil Wiederholmessungen mit demselben Prüfling durchgeführt, die typischerweise eine Abweichung im Bereich von 0,002 bis 0,02 Prozent ergeben. Die Bewertungsgrenzen können vom Hersteller selbst justiert und zu jedem Zeitpunkt nachträglich angepasst werden.

Im Ergebnis ist die Prüfungsbewertung völlig unabhängig von der menschlichen Qualitätseinschätzung, sie schließt also auch den „Unsicherheitsfaktor Mensch“ aus. Der eben, um auf Nummer sicher zu gehen, eher mal zu viel als zu wenig Ausschuss aussortiert. Und damit – unbewusst und unerkannt – unnötige Kosten verursacht.

Aschwin Maas beschreibt die Quasar-Implementierung als „eine adäquate und äußerst effektive Lösung für unsere Pro-



**Bild 2. Ausschnitt aus verschiedenen Resonanzkurven von „In Ordnung“- (grün) und „Nicht in Ordnung“-Bauteilen (rot). Die Linien identifizieren die Resonanzstelle mit einer durchlaufenden Nummer. Auf der horizontalen Achse ist die Frequenz aufgetragen. In der vertikalen sind Bauteile mit Namen aufgelistet.**