



# Die Spreu vom Weizen trennen

## Vibrometer erfolgreich in der industriellen Qualitätssicherung

Schon allein, weil er in Werkshallen und Labors so selten weht, ist es heutzutage wenig ratsam, die Gut-Schlecht-Analyse dem Wind zu überlassen. Dabei ist die schnelle Unterscheidung dieser Parameter wichtiger denn je.

Sowohl in der Konsum- als auch in der Investitionsgüterindustrie entscheidet die Optimierung von Qualität, Produktionsprozessen und Kosten über den wirtschaftlichen Erfolg eines Produktes. Die Qualitätssicherung in der Fertigung baut daher auf schnelle, automatisierte und robuste Prüftechniken. Der Qualitätssicherer profitiert davon, dass sich Struktureigenschaften

und damit auch Strukturfehler direkt in den dynamischen Eigenschaften von Komponenten, Baugruppen oder auch des Endproduktes zeigen. Eigenfrequenzen, Dämpfungen und Eigenschwingformen sind deshalb charakteristische Qualitätsmerkmale. Bei geeigneter Messung, Auswertung und Klassifizierung dieser Merkmale ist damit eine

schnelle und automatische Gut-/Schlecht-Selektion auf Produkt- oder Bauteilebene möglich. Für viele derartige Anwendungen in der Fertigungsendkontrolle eignen sich besonders Laservibrometer, da sie erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Körperschallsensoren, beispielsweise Beschleunigungsaufnehmern, bieten. Neben dem hohen Dynamikbereich ►

und der großen Bandbreite der Vibrometer ist ihr berührungsloses Messprinzip dabei entscheidend. Denn berührungslos bedeutet ohne zu beeinflussen. Außerdem wird die Integration erleichtert, weil keine mechanische Antastung der Prüflinge erforderlich ist. Ein weiterer Pluspunkt ist, dass das Verfahren unempfindlich gegenüber Störgeräuschen etc. ist, da das Vibrometer die Schwingung direkt an der Oberfläche des Prüflings erfasst. Durch schnelle Umrüstung, einfache Kalibrierung und geringeren Reparaturaufwand reduzieren sich zusätzlich die Betriebskosten.

## HAUSHALTSGERÄTE UND MEDIZINTECHNIK

Elektrisch betriebene Haushaltsgeräte, Medizingeräte oder ihre Komponenten, die unerwünschte Schwingungen und Geräusche aufweisen, werden in der Fertigung durch Laservibrometer zuverlässig erkannt und aus dem Prozess geschleust. Beispiele sind Waschmaschinen, Staubsauger, elektrische Zahnbürsten, Dental-Instrumente oder Antriebe für Medizingeräte. Die Funktion medizintechnischer Produkte wie Membran-Inhalationssysteme stellen Vibrometer durch 100-%-Messungen sicher.

Dank der engen Zusammenarbeit mit den weltgrößten Waschmaschinen-Herstellern

während der letzten 40 Jahre, ist die Loccioni-Gruppe führend in der Entwicklung automatischer Qualitätsprüfsysteme für Labor und Prozess. Die MUSA-Prüfstation (Measurement Unit in Sound-proof Area) ist eine schlüsselfertige, vollautomatische Einrichtung für Schwingungs- und Geräuschprüfungen an Waschmaschinen, die traditionell im Labor stattfinden.



Bild 1: Waschmaschinenprüfung (Loccioni)

Da Stichproben an einer zufälligen Auswahl von Systemen keine zuverlässige Aussage erlauben, garantiert nur ein 100-%-Test der Endprodukte einen hohen Qualitätsstandard. Schwingungsprüfungen sind eine gute Methode, gute und fehlerhafte Produkte zu unterscheiden. Daher bietet sich der Einsatz der Schwingungsanalyse zur Qualitätsprüfung von Haushaltsgeräten gerade zu an. Die Laservibrometrie hat sich dabei für Online-Prüfungen, bei

denen berührungsfrei gearbeitet werden muss, fest etabliert. Mit Hilfe des Laservibrometers erkennt das System zuverlässig die möglichen Defekte wie fehlerhafte oder lockere Komponenten oder Unwucht der Maschine.

## AUTOMOBIL-INDUSTRIE, -ZULIEFERER UND MASCHINENBAU

In diesen Branchen sind Laservibrometer in der Fertigungsprüfung bereits weit verbreitet. Sie werden zur Geräusch- und Fehleranalyse an Komponenten mit beweglichen Teilen, wie Verbrennungsmotoren, Getrieben, Lenksystemen, Klimaanlage, Einspritzventilen, Verstellern und Kleinantrieben eingesetzt, aber auch zur Materialprüfung beispielsweise an Nockenwellen. Wälzlager sind hochpräzise Maschinenelemente und werden in hohen Stückzahlen produziert. SKF ist der Weltmarktführer bei Wälzlagern und baut den Vorsprung in der Fertigungs- und Qualitätstechnologie kontinuierlich aus. SKF unterzieht 100 % der gefertigten Wälzlager einer Geräuschprüfung. Zykluszeiten von wenigen Sekunden verlangen nach hocheffizienten Prüfsystemen. Deshalb hat sich das Messtechnik-Technologiezentrum der SKF Gruppe (QTC – Quality Technology Center) 2010 entschieden, bei den Geräusch-Prüfmaschinen mit Polytecs IVS-Sensoren auf die optische Messtechnik zu setzen.

Vorteile für SKF sind die Berührungslosigkeit des Verfahrens, die Signalqualität, die geringeren Betriebskosten durch die schnelle Umrüstbarkeit, einfache Kalibrierung und geringerer Reparaturaufwand.

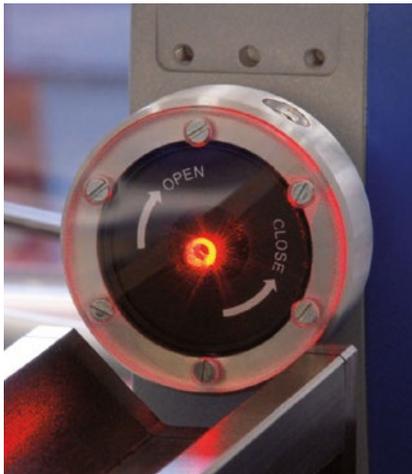


Bild 2: Wälzlagerprüfung (SKF)

## INFORMATIONEN- UND MIKROSYSTEMTECHNIK

Vibrometer dienen bei der Fertigung von Festplatten als hochempfindliche Detektoren für unerwünschte Abweichungen im dynamischen Verhalten filigraner Komponenten wie der Schreib-/Leseinheit. Weitere Anwendungen in diesem Bereich sind Komponentenprüfungen von DVD-Playern oder Bubble-Jet-Druckern.

Die statischen und dynamischen Eigenschaften von Mikrosensoren, -aktuatoren und anderen

MEMS-Bausteinen lassen sich in der Produktion bereits auf Wafer-Ebene mit dem MSA Micro System Analyzer oder anderen Mikroskopbasierten Vibrometern prüfen.

Bei vielen MEMS lassen sich kritische Geometrie- und Materialparameter, die zerstörungsfrei nicht direkt messbar sind, aus den Ergebnissen einer Schwingungsmessung ableiten. Beispiele sind die Membran-Dickenbestimmung bei MEMS Drucksensoren oder die Messung der Federdicke bei MEMS Fabry-Perot Interferometern, die als durchstimmbare IR-Filter verwendet werden. Der Ablauf ist komplett automatisierbar: Auf einer automatischen Probestation wird durch eine spezielle Probecard mit transparenter Indium-Zinn-Oxid-Elektrode (ITO) die jeweils zu untersuchende Struktur mittels eines elektrostatischen Streufeldes auf dem Wafer breitbandig angeregt.

Die Messung der so stimulierten mechanischen Schwingungen erfolgt mittels Laservibrometer. Aus den Messdaten und dem bekannten Anregungssignal werden die Frequenzantwortfunktion und ausgewählte Resonanzfrequenzen sehr genau bestimmt.

Durch Parameteradaption wird ein aus Polynomen bestehendes Modell des MEMS an die gemessenen Resonanzfrequenzen angepasst, wodurch die gewünschten Geometrie- und Materialparameter

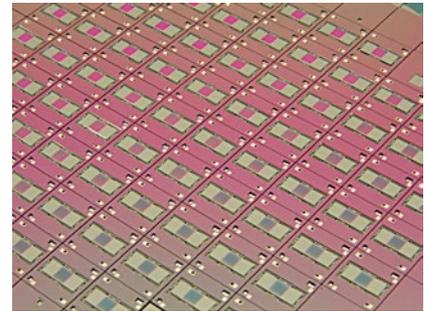


Bild 3: Automatischer Test von MEMS Fabry-Perot-Sensoren (FHG ENAS)

sehr genau berechnet werden. Die Polynome können vor Beginn der Messungen aus parametrischen FE-Simulationen erstellt werden. Die während des Serientests notwendigen Berechnungen zur Parameteranpassung sind dadurch sehr zeiteffizient möglich. Die Messung erfolgt vollautomatisch für alle Devices des Wafers. Das Verfahren eignet sich somit besonders für eine 100-%-Kontrolle während der MEMS-Fertigung. ■