



Effiziente Qualitätskontrolle mittels optischer Schwingungsmessung

© Polytec

In der Produktion sind objektive Qualitätskontrollen direkt in der Fertigungslinie entscheidend, um sichere, langlebige und hochwertige Produkte zuverlässig und effizient auf den Markt zu bringen. Die berührungslose Schwingungsmessung mittels Laservibrometrie ist hier ein wichtiges Werkzeug für den Test von Qualitätsmerkmalen, die sich anhand der Schwingungssignatur eindeutig und einfach bewerten lassen. Das optische Messverfahren ist so der Schlüssel zu verlässlicher, flexibler und gleichzeitig schneller Gut-Schlecht-Analyse in der vibroakustischen Qualitätssicherung. Das wartungsfreie Laservibrometer von Polytec misst berührungslos und zuverlässig selbst in anspruchsvoller Industrieumgebung und auf nahezu allen technischen Oberflächen und trägt so maßgeblich zur Kostenreduktion und Produktivität bei, indem es Pseudoausschuss vermeidet.

QUALITÄTSKONTROLLEN IN DER PRODUKTIONSLINIE

In der Industrie spielt die Optimierung der Produkte und Prozesse eine entscheidende Rolle für den wirtschaftlichen

Erfolg. Die Qualitätssicherung in der Fertigung baut daher auf schnelle, automatisierte und robuste Prüftechniken. Die vibroakustische Güteprüfung ist ein vielseitiges, zerstörungsfreies Verfahren, das Hersteller immer häufiger einsetzen, um

AUTOREN



Frank Schmäzle
ist tätig im strategischen Produktmanagement der Polytec GmbH in Waldbronn.



Martin Beck
ist tätig im strategischen Produktmanagement der Polytec GmbH in Waldbronn.

die Qualität und Zuverlässigkeit von Produkten und Fertigungsprozessen sicherzustellen. Sie liefert Informationen über das Schwingungsverhalten und gibt damit Auskunft über unzulässige Abweichungen im Fertigungsprozess und den Zustand der Prüflinge.

Wer sich auf dem Markt behaupten will, muss zuverlässige Produktqualität liefern. In vielen Bereichen sind deshalb 100-prozentige Endkontrollen obligatorisch, um die Produkteigenschaften zu überprüfen und eventuelle Fehler aufzuspüren. Die Anforderungen an die hierfür eingesetzte Prüftechnik steigen ständig, denn oft ist die Kontrolle eine Gratwanderung: Schließlich sollen fehlerhafte Produkte zuverlässig erkannt, gleichzeitig aber auch Pseudoausschuss genauso zuverlässig vermieden werden. Eine gute Voraussetzung für die dafür notwendigen Präzisionsmessungen im Fertigungsbereich bietet heute die vibroakustische Qualitätskontrolle mit speziellen Laservibrometern für die Industrie, die sich direkt in den Fertigungsprozess integrieren lassen.

Laservibrometer sind überall dort ein wichtiges Testinstrument, wo die dynamischen und akustischen Eigenschaften zu den wesentlichen Qualitätsmerkmalen der Produkte gehören. Dabei vermeiden moderne Laservibrometer durch ihre Genauigkeit in der Fertigungskontrolle Pseudoausschuss sowie Fehlerfolgekosten und können auch schon in der Phase der Produktentwicklung helfen, die Gestaltung, Auslegung oder den Sound der Produkte zu optimieren.

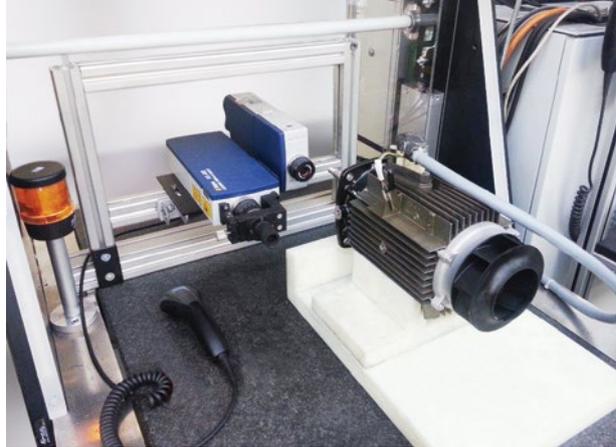


BILD 1 Zwei Industrie-Laservibrometer messen an einer Wilo-Heizungspumpe (© Wilo)

Beispielsweise kommen für End-of-Line-Teststände bei Wilo Industrie-Laservibrometer von Polytec zum Einsatz. Der Hersteller von Pumpen für Heizungs-, Kühlungs- und Klimaanlageanwendungen unter anderem für Fahrzeuganwendungen kann damit bei der Montagekontrolle laute Motoren an Pumpen identifizieren, die repariert werden sollen, **BILD 1**. Der Prüfstands Aufbau beinhaltet ein Steuergerät mit Spannungseingang zur Steuerung der Drehzahl des zu prüfenden Motors. Als Benutzeroberfläche und zur Konfiguration des Testaufbaus wird Polytecs Software QuickCheck verwendet. Früher wurden in einem manuellen Prozessablauf Piezo-Schwingungssensoren eingesetzt. Mit dem neu entwickelten Prüfstands Aufbau konnte Wilo den Prozess deutlich vereinfachen, automatisieren und die Zykluszeit von 5 min auf 1 min reduzieren. Die Messwerte werden automatisch protokolliert, was Rückverfolgbarkeit garantiert. Alles in allem hat sich durch den Wechsel das Laservibrometer in weniger als drei Jahren amortisiert.

VIBROAKUSTISCHE QUALITÄTSKONTROLLE

Objektive Qualitätskontrollen direkt in der Fertigungslinie machen eine moderne Qualitätssicherung aus. Nur so können Hersteller hochwertige und langlebige Produkte auf den Markt bringen und ihren Unternehmenserfolg nachhaltig sichern. Zum Beispiel bietet das Industrie-Vibrometer IVS-500 eine verlässliche, flexible und gleichzeitig schnelle Gut-Schlecht-Analyse bei der vibroakustischen Qualitätssicherung oder Körperschallanalyse, **BILD 2**. Das Laservibrometer misst berührungslos selbst in anspruchsvoller Industrieumgebung und auf nahezu allen technischen Oberflächen. Somit trägt es maßgeblich zur Kostenreduktion und Produktivität bei, indem es Pseudoausschuss reduziert.

Es überprüft die Qualität von Halb- oder Fertigerzeugnissen anhand der akustischen Signatur der Produkte als Fundament für eine präzise und verlässliche Gut-Schlecht-Entscheidung. Mit der

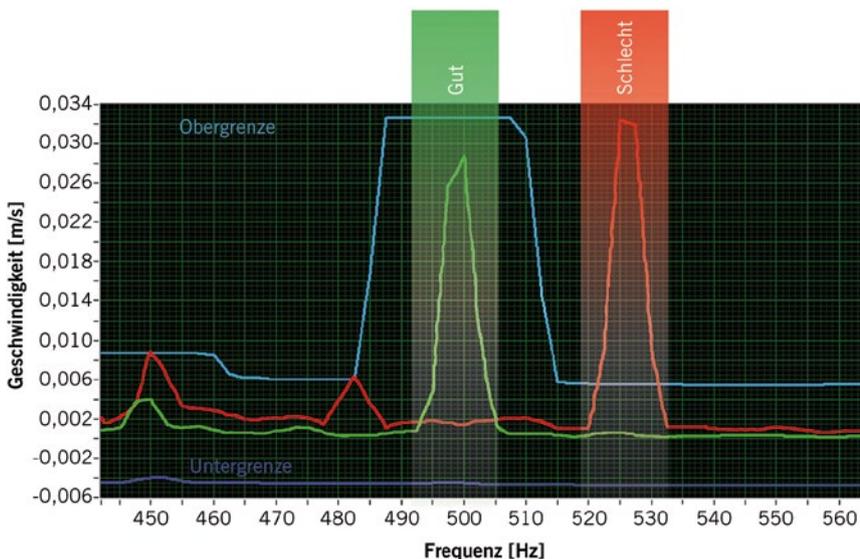


BILD 2 Gut-Schlecht-Entscheidung mittels abweichender akustischer Signatur (© Polytec)

vibroakustischen Güteprüfung bietet ein Vibrometer wie das IVS-500 eine vielseitige, zerstörungsfreie Prüfmethode, die neben der Produktqualität auch Rückschlüsse auf potenzielle Optimierungen im Fertigungsprozess selbst zulässt. Zudem ermöglicht es die Klassifikation von Defekten oder Materialeigenschaften bei Messergebnissen außerhalb der Toleranzgrenzen. Durch Fehlervermeidung beziehungsweise -reduktion direkt in der Fertigung werden nachträgliche und somit kostspielige Reklamationen sowie der damit einhergehende Vertrauensverlust vermieden. Gerade für OEMs, Tier-1- und Tier-2-Lieferanten sind 100-%-Kontrollen, Null-Fehler-Toleranzen und End-of-Line-Tests unabdingbar, um solche Fälle signifikant zu reduzieren oder komplett auszuschließen. Bei der Forderung nach einer automatisierten und sicheren Fertigungsendkontrolle von Verbrennungsmotoren zum Beispiel kann die akustische Signatur helfen, Beschädigungen oder Fehlmontagen an Lagern, Nocken, Ritzeln oder nachgelagerten Komponenten zu detektieren. In ihrer Vielseitigkeit sind die sensitiven Laservibrometer sehr gut geeignete Messgeräte für die immer anspruchsvolleren Messaufgaben bei akustisch optimierten Getrieben, Kompressoren, Gebläsen und Stellmotoren für moderne Kraftfahrzeuge. Das IVS-500 prüft berührungsfrei mit einem Laserstrahl und ist somit einfach und flexibel in Prüfstände und automatisierte Prozesse integrierbar, selbst bei engen Platzverhältnissen. Durch seinen variablen Arbeitsabstand und die Autofokussfunktion misst es auch bei wechselnden Bauteilgeometrien stets mit optimaler Signalqualität. Eine Vorbereitung der Messung wie das Heranfahren taktiver Sensoren oder das Schließen der benötigten Schallisolationenkammern bei Messmikrofonen entfällt. Dies hält die tatsächliche Mess- sowie Durchlaufzeit besonders niedrig.

LASER-DOPPLER-EFFEKT

Das Verfahren basiert auf der Laser-Doppler-Vibrometrie: Wird ein Lichtstrahl von einem bewegten Objekt reflektiert, so ändert sich die Frequenz des Lichts proportional zur Geschwindigkeitskomponente in Strahlrichtung, **BILD 3**. Dieser Effekt wird als Doppler-Effekt bezeichnet.

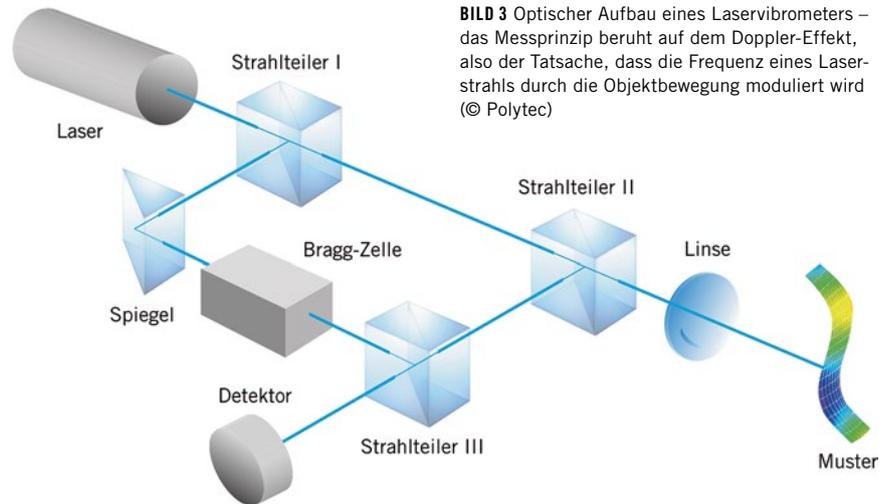


BILD 3 Optischer Aufbau eines Laservibrometers – das Messprinzip beruht auf dem Doppler-Effekt, also der Tatsache, dass die Frequenz eines Laserstrahls durch die Objektbewegung moduliert wird (© Polytec)

Auch aus dem Alltag kennt man den nach dem österreichischen Mathematiker und Physiker Christian Doppler (1803 bis 1853) benannten Effekt. Jeder hat beispielsweise im Straßenverkehr schon die Erfahrung mit Einsatzfahrzeugen von Polizei oder Feuerwehr gemacht, dass der Ton des Signalhorns als eine höhere Frequenz wahrgenommen wird wenn sie sich nähern und die Frequenz tiefer klingt wenn sie sich entfernen.

In dieser Frequenzverschiebung ist die Geschwindigkeitsinformation kodiert. Sie wird in der Laser-Doppler-Vibrometrie als Messsignal genutzt. Ein Präzisionsinterferometer und eine digitale Dekodierelektronik wandeln diese Frequenzverschiebung in ein der Schwinggeschwindigkeit proportionales Spannungssignal um, das von allen herkömmlichen Datenerfassungssystemen verarbeitet werden kann. Die Geschwindigkeitsinformation ist unabhängig von der Lichtintensität. Somit eignet sich dieses Messprinzip auch für Messobjekte, die einen sehr geringen Reflexionsgrad haben.

VORTEILE GEGENÜBER ANDEREN MESSMETHODEN

Im Vergleich zu herkömmlichen Messmethoden ergeben sich gleich mehrere Vorteile: Im Gegensatz zu Messmikrofonen oder Ultraschallsensoren ist das Laservibrometer unempfindlich gegenüber Umgebungsgeräuschen und macht eine zusätzliche Lärmschutzkabine überflüssig. Das berührungsfrei messende Industrie-Vibrometer kann einfach ohne aufwändige Schallisolierung

in bestehende Anlagen integriert werden. Das vereinfacht nicht nur den Aufbau des Prüfstands, sondern beschleunigt gleichzeitig die Qualitätskontrolle, da die Prüflinge für den Test nicht erst in eine spezielle schallisolierte Prüfkammer gefahren werden müssen, was immer zulasten der Taktzeit geht.

Auch gegenüber Beschleunigungssensoren kann die Laservibrometrie punkten. So sind keine mechanischen, meist verschleißanfälligen Zusteileinrichtungen erforderlich, und der Abstand zwischen Sensor und Messpunkt ist variabel. Es kann an allen optisch zugänglichen Stellen berührungslos gemessen werden, und der Prüfling wird nicht durch Masse oder Anpresskraft des Sensors beeinflusst. Das schnelle Messprinzip macht dabei sehr kurze Taktzeiten möglich. Die Messergebnisse sind exakt reproduzierbar. Da Laservibrometer zudem mit hohen Frequenzbandbreiten bis in den Ultraschallbereich arbeiten, sind sie universell und flexibel einsetzbar. Sie können Materialeigenschaften, Fehler oder charakteristische Eigenschaften bei den unterschiedlichsten Prüflingen anhand des Geräuschs (Körperschall) beziehungsweise des Schwingverhaltens bestimmen. Außerdem hat sich das Messverfahren in vielen industriellen Anwendungen selbst unter rauen Umgebungsbedingungen bewährt.

Die vibroakustische Güteprüfung ist eine vielseitige, zerstörungsfreie Methode, um den Fertigungsprozess, die Qualität und Langlebigkeit des Produkts zu optimieren. Zudem gibt sie

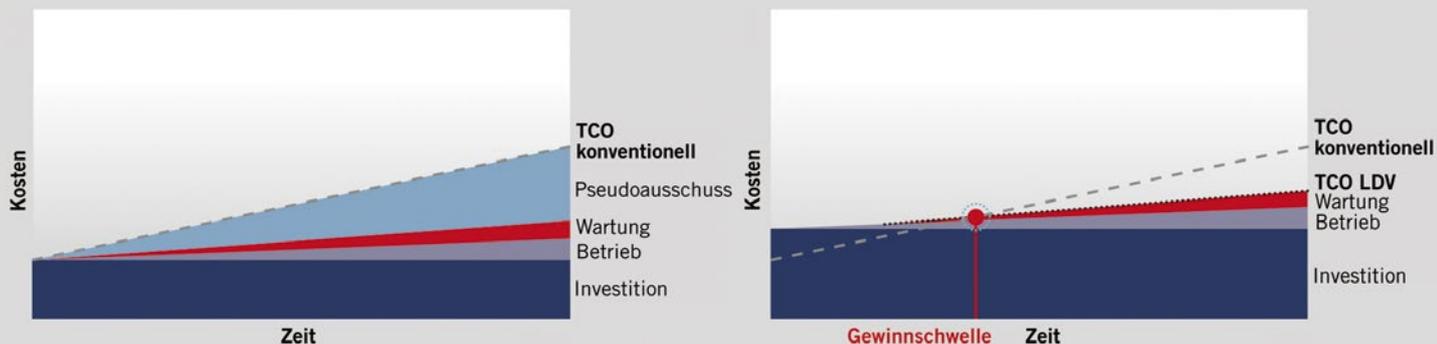


BILD 4 Vergleich der TCO bei Verwendung unterschiedlicher Messmethoden (links: TCO für konventionelle Messmethoden; rechts: TCO für Laser-Doppler-Vibrometer (LDV)) (© Polytec)

Aufschluss über Defekte oder Materialeigenschaften außerhalb der Toleranzgrenzen. Das Laservibrometer kann Risse erfassen und Materialkennwerte wie das E-Modul überprüfen.

LANGFRISTIGE WIRTSCHAFTLICHKEIT

Bei der Suche nach der richtigen Messmethode können die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) Aufschluss über die langfristige Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Methoden geben. **BILD 4** zeigt, dass bei einem konventionellen Prozess, der anfällig für Pseudoausschuss und Verschleißwartung des Sensors ist, die TCO über die Zeit höher ausfallen kann als bei der Laser-Doppler-Vibrometrie. Aufgrund ihrer technischen Vorteile wie kurze Zykluszeit und sehr gute Reproduzierbarkeit kann in der Folge die Produktivität gesteigert und der Pseudoausschuss reduziert werden. Daher ist es zu empfehlen, die Gesamtkosten über die Nutzungsdauer zu betrachten.

Polytec hat Laservibrometer für die vibroakustische Qualitätskontrolle bereits seit mehreren Jahrzehnten im Programm. Das umfassende Produktspektrum bietet Lösungen für nahezu jede schwingungstechnische Fragestellung in Forschung, Entwicklung, Produktion und Langzeitüberwachung: ob für Einpunkt- oder differenzielle Messungen, für die Bestimmung von Rotations- oder In-Plane-Schwingungen, zur Visualisierung von Schwingungen an MEMS und mikroskopischen Systemen oder

zur vollständigen, flächenhaften Darstellung kompletter Strukturschwingungen.

Das Industrie-Vibrometer der neuesten Generation IVS-500 liefert zuverlässige Messergebnisse auf praktisch allen Oberflächen unabhängig von den Umgebungsbedingungen und kann sich unterschiedlichen Messaufgaben flexibel anpassen. Es misst aus Abständen von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern. Eine integrierte Auto- und Remote-Fokus-Funktion sorgt auch bei wechselndem Abstand immer für hohe Signalqualität, zum Beispiel, wenn auf unterschiedlich großen Bauteilen gemessen werden soll. Verschiedene Modelle decken Messfrequenzen bis 100 kHz ab, sodass jeder Anwender die passende Lösung findet.

KOMPLETTLÖSUNG MIT KOMFORTABLER SOFTWARE

In Kombination mit der vielseitigen Prüfsoftware QuickCheck von Polytec lässt sich das Laservibrometer einfach in unterschiedlichste Automatisierungsumgebungen integrieren. Die Prüfsoftware ist speziell für die vibroakustische Güteprüfung konzipiert. Sie erfasst die Messsignale des Laservibrometers und anderer Sensoren, zum Beispiel für die Drehzahlerfassung bei Motortests, wertet sie aus, steuert den Prüfablauf, kommuniziert mit dem Fertigungsleitsystem und bietet komfortable Konfigurations- sowie Auswertmöglichkeiten. Grenzwerte im Frequenz- und Zeitbereich lassen sich einfach konfigurieren. Die vollautomatische Prüfung unterschiedlicher

Prüflinge und Typen am selben Prüfsystem wird durch eine typabhängige Parameter- und Algorithmenverwaltung ermöglicht und vereinfacht die Prozessintegration. Hinzu kommen eine Wertedatenbank mit Statistikfunktion und Exportschnittstelle sowie Bediensicherheit durch gestaffelte Benutzerrechte. Das hilft dabei, die Produktqualität nachhaltig zu sichern, Pseudoausschussraten zu verringern und damit die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsprozesses zu steigern. Dank ihrer Leistungsfähigkeit, Flexibilität und Zuverlässigkeit erfreut sich die prozessintegrierte vibroakustische Güteprüfung als berührungsloses, flexibles Verfahren in der Industrie zunehmender Beliebtheit.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von Laservibrometern bei In-Line- oder End-of-Line-Testständen hat sich für die vibroakustische Güteprüfung bewährt. Aufgrund ihrer vielen technischen Vorteile kann die Produktivität gesteigert und der Pseudoausschuss gegenüber anderen Messmethoden reduziert werden. Im Zusammenspiel mit der passenden Software lassen sie sich in unterschiedlichste Automatisierungsumgebungen einfach, flexibel und leistungsfähig mit wirtschaftlichen Vorteilen bei einer TCO-Betrachtung integrieren.



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.atzproduktion-worldwide.com