

► Steigende Anforderungen favorisieren bei der Wälzlagerprüfung (gemäß DIN ISO15242-1:2011-09) zunehmend optische Messverfahren gegenüber taktilem Sensorik. Die automatisierte Prüfung kann mit dem Laservibrometer IVS-500 erfolgen.

Optische Schwingungsmessung zur Optimierung von Wälzlager

Ganz genau hingehört

Laser-Doppler-Vibrometer werden sowohl bei der akustischen Designoptimierung, als auch zunehmend bei der vibroakustischen Qualitätskontrolle im Akustikprüfstand eingesetzt, um das akustische Verhalten zu verbessern bzw. zu überprüfen. Vorteile gegenüber traditioneller taktilem Sensorik sind aussagekräftigere Messergebnisse, einfache Prüfstandsintegration, Taktzeitoptimierung sowie Schnittstellenvielfalt.

Für immer mehr Produkte gilt der Anspruch, diese leiser zu gestalten. Nicht nur im Bereich PKW, sondern auch für LKW, Baumaschinen und Landmaschinen versuchen die Entwickler stetig die Geräusche, speziell im Fahrzeuginnenraum, zu reduzieren. Auch im Alltag machen Geräte wie Spülmaschinen, Staubsauger, Waschmaschinen oder der neue Laptop kaum noch Geräusche. Parallel zur Geräuschreduzierung müssen neue Produkte in ihrer Effizienz gesteigert werden und zusätzlich will man bei der Herstellung noch Materialien einsparen, um Gewicht und Kosten zu reduzieren. Nur mit einer gezielten Verbesserung des Produktdesigns und der Produktion kann trotz Materialreduzierung, Gewichtseinsparung und Effizienzsteigerung auch der Geräuschpegel reduziert werden. Laser-Doppler-Vibrometer helfen dabei, die Akustik eines Produktes zu optimieren. Sowohl bei der akustischen Designoptimierung in der Entwicklungsphase, als auch bei der vibro-akustischen Qualitätskontrolle in der Pro-

duktion werden sie eingesetzt, um das akustische Verhalten zu verbessern bzw. zu überprüfen. Vibrometer messen berührungslos und sind durch ihre hohe Auflösung und Genauigkeit alternativlos für viele anspruchsvolle Messaufgaben.

Idealer Sensor für die Produktion

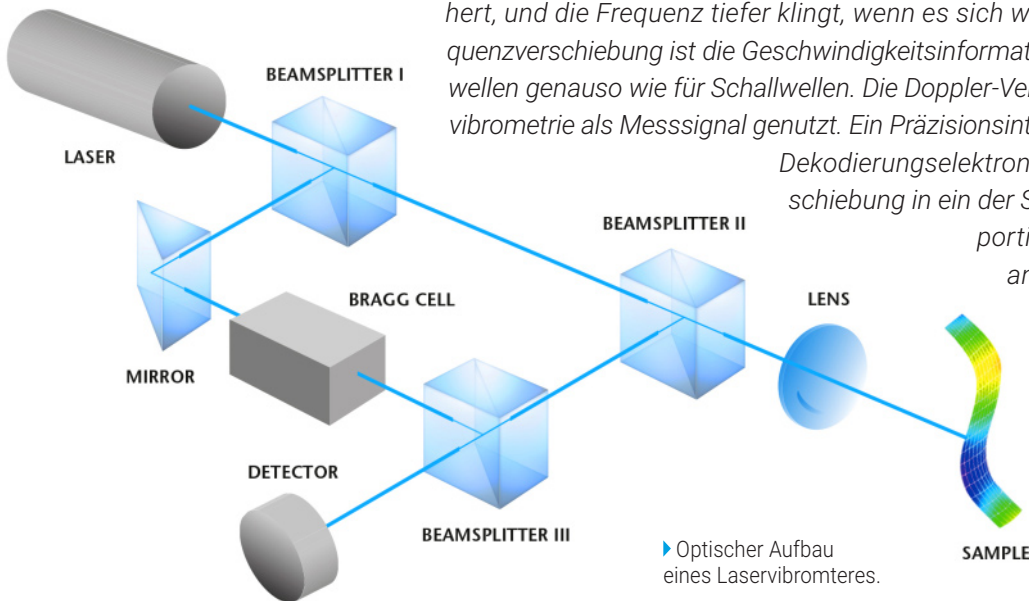
Heute werden in der Fertigung die Montage- und Überwachungsschritte nicht mehr manuell, sondern vollautomatisch durchgeführt. Dieser Wandel führt zu immer komplexeren Fertigungslinien und Prüfständen und auch zu veränderten Anforderungen an die Sensorik zur Schwingungsmessung und Akustikprüfung. Konventionelle, taktile Methoden wie die Messung mit Beschleunigungsaufnehmern werden dabei häufig durch berührungslos messende Laservibrometer abgelöst, wie z.B. das Industrie-Vibrometer IVS-500. Der kompakte Messkopf enthält neben dem Laserinterferometer die komplette digitale Sig-



Laser-Doppler-Effekt

Wird ein Lichtstrahl von einem bewegten Objekt reflektiert, so ändert sich die Frequenz des Lichts proportional zur Geschwindigkeitskomponente in Strahlrichtung. Aus dem Alltag kennt man den Effekt bei der Ausbreitung von Schallwellen. Jeder hat im Straßenverkehr schon die Erfahrung mit Einsatzfahrzeugen von Polizei oder Feuerwehr gemacht, dass der Ton des Signalhorns mit einer höheren Frequenz wahrgenommen wird, wenn das Fahrzeug sich nähert, und die Frequenz tiefer klingt, wenn es sich wieder entfernt. In dieser Frequenzverschiebung ist die Geschwindigkeitsinformation kodiert, dies gilt für Lichtwellen genauso wie für Schallwellen. Die Doppler-Verschiebung wird in der Laservibrometrie als Messsignal genutzt. Ein Präzisionsinterferometer und eine digitale

Dekodierungselektronik wandeln die Frequenzverschiebung in ein der Schwinggeschwindigkeit proportionales Signal um, das über analoge oder digitale Schnittstellen zur Verfügung steht. Die Geschwindigkeitsinformation ist unabhängig von der Lichtintensität. Somit eignet sich das Messprinzip auch für Messobjekte, die einen geringen Reflexionsgrad haben.

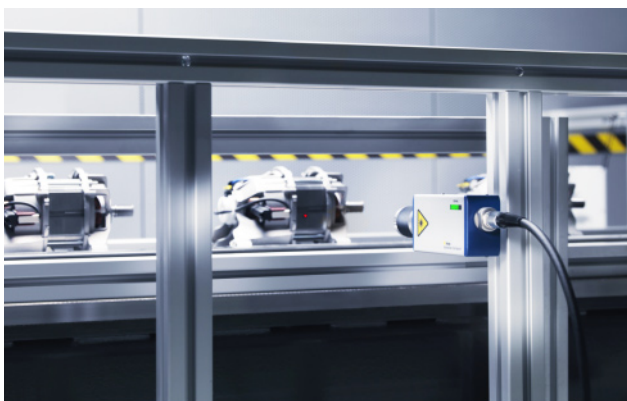


nalverarbeitung, die das optische Doppler-Signal digital (via Ethernet) oder als analoges Geschwindigkeitssignal (via BNC) verfügbar macht. Das System kann über Ethernet oder RS232 ferngesteuert werden. Der integrierte Autofokus unterstützt bei der Einrichtung, und die einstellbaren Messbereiche sorgen für ein optimales Signal-Rausch-Verhältnis. Die Verwendung von Hoch- oder Tiefpassfiltern hilft bei der Analyse des definierten Messbereichs. Aber warum eignet sich Laservibrometrie besser für die vollautomatische vibro-akustische Prüfung als Beschleunigungsaufnehmer? Bei der manuellen Prüfung wäre es unproblematisch, den Beschleunigungssensor von Hand an das Bauteil anzubringen und die Messung durchzuführen. Bei der vollautomatischen Produktion und Kontrolle würde man eine komplexe mechanische Zustelleinheit benötigen, die den Aufnehmer z.B. mit Tastspitze immer mit gleicher Kraft an exakt dieselbe Position fährt. Das Vibrometer hingegen misst völlig berührungslos, die mechanische Zustellung als Kostenfaktor und Quelle für Fehler entfällt.

Laservibrometer vs. Beschleunigungsaufnehmer

- Keine Messfehler, da rückwirkungsfrei: Durch die berührungslose Messung werden keine Zusatzmassen und -kräfte auf das Bauteil aufgebracht, somit wird die Messung, anders als bei Beschleunigungsaufnehmern mit Tastspitze, nicht beeinflusst.

- Schnellere Messung, kürzere Taktzeiten: Beim Zustellen der Tastspitze und dem folgenden Einschwingvorgang und Entladevorgang des Beschleunigungsaufnehmers geht Zeit verloren, die nicht zum Messen genutzt werden kann. Ein Vibrometer misst, sobald das Objekt in der Position angekommen ist.
- Unabhängig von Oberflächenform: Beschleunigungsaufnehmer oder Tastspitzen können nur schwer an gekrümmten oder runden Oberflächen angebracht werden.
- Höhere Frequenzen: Je nach Wahl von Tastspitze und Anpresskraft an das Bauteil können beim Gesamtaufbau Koppleresonanzen entstehen. Diese liegen typisch bei 2 bis 8kHz, was Messungen oberhalb dieser Frequenz verfälscht und unsicher macht. Laservibrometer messen berührungslos und haben zudem eine hohe Bandbreite, was Messungen von Frequenzen bis zu 100kHz ermöglicht.
- Bessere Auflösung: Besonders bei geringen Frequenzen z.B. <10Hz werden Beschleunigungen immer kleiner, somit sinkt das Signal-Rausch-Verhältnis für Beschleunigungsaufnehmer. Laservibrometer messen sowohl die Geschwindigkeit als auch den Weg; besonders der Schwingweg ist bei kleinen Frequenzen (<1Hz) vergleichbar groß und somit sehr genau zu messen.
- Digitale Signalverarbeitung und Übertragung: Vibrometer nutzen eine digitale Signalverarbeitung, d.h. die Schwingungssignale können, anders als bei Beschleunigungssensoren, direkt ohne A/D-Wandlung digital übertragen werden. Somit entfallen Kosten und Zusatzrauschen durch die A/D-Wandlung.
- Autofokus für variierende Abstände: Die Laservibrometer



▶ Laservibrometrische Körperschallmessung an Elektromotoren.

bieten eine Auto- bzw. Remote-Focus-Funktion. Hiermit fokussiert der Laser automatisch auf unterschiedliche Produkttiefen im Prüfstand.

- Flexible Ausgabe von Weg, Geschwindigkeit oder Beschleunigung
- Einfache Messung auch an rotierenden, heißen oder filigranen Oberflächen

Laservibrometer vs. Mikrofone

Anders als Mikrofone, die den Luftschall integral messen, misst ein Laservibrometer direkt punktgenau den Körperschall. Möchte man mit einem Mikrofon Fehler in der Produktion mittels Geräuschemessung finden, erschweren die in der Produktion allgegenwärtigen Störgeräusche aussagekräftige Messungen und können Fehler im Ergebnis hervorrufen. Eine Mikrofonmessung in der Produktion ist also häufig nur mit einer aufwendigen und teuren Schallschutz-Umhausung möglich. Vibrometer haben demgegenüber den Vorteil, den Körperschall direkt an der Geräusch-Quelle zu messen, sodass Umgebungsgeräusche normalerweise keinen Einfluss haben. Wo werden aber Vibrometer und hier speziell das IVS-500 in der Produktion eingesetzt und warum?

Prüfung von Wälzlagern

Die Flexibilität der Vibrometer ermöglicht unzählige Anwendungen, beispielhaft gehen wir auf die Prüfung von Wälzlagern ein. Diese werden in vielen Industrieprodukten eingesetzt, die rotierende Bauteile besitzen. Vorteile sind ihre geringe Reibung, sowie der geringe Schmierstoffbedarf und Wartungsaufwand. Ein kleiner Nachteil von Wälzlagern ist aber oftmals die vergleichsweise hohe Geräuscentwicklung. Bei führenden Wälzlager-Herstellern wird jedes Lager während der Produktion einer akustischen Kontrolle (gemäß DIN ISO 15242-1:2011-09) im vollautomatischen Geräusch-Prüfstand unterzogen. Das Schwingverhalten des Lagers wird bei einer Drehzahl von 1.800U/min am feststehenden Außenring gemessen. Die Zeitrohnsignale der Schwinggeschwindigkeit werden gemäß der Norm einer Frequenzanalyse unterzogen. Die Pegel von drei Frequenzbändern (50 bis 300Hz, 300 bis 1.800Hz und 1.800 bis 10.000Hz) werden für eine Gut-Schlecht-Bewertung herangezogen. Mögliche Fehler wie Ku-

gelumlauffehler, Käfigfehler usw. können ebenfalls anhand diskreter Frequenzen gefunden und zugeordnet werden. Aufgrund steigender Anforderungen werden bei der Wälzlagerprüfung zunehmend optische Messverfahren gegenüber taktilem Sensorik favorisiert. Die Vorteile von Laservibrometern wie die rückwirkungsfreie Messung und die hohe Genauigkeit bei sowohl hohen (5 bis 10kHz) als auch niedrigen Frequenzen ($\leq 100\text{Hz}$) spielen eine wichtige Rolle. Vor allem aber die kürzeren Taktzeiten durch Wegfall der Wartezeit für die Positionierung der Tastspitze und die damit verbundene Kostenreduzierung beim vollautomatischen Test sind als Hauptgrund zu nennen, denn gerade auch in der Produktion gilt: Zeit ist Geld. In der Elektromobilität wird auch das leise Lager noch weiter in den Fokus rücken. Maskierende Geräusche durch den Verbrennungsmotor entfallen und somit müssen auch Wälzlager noch leiser werden. Die im Vergleich zum Verbrenner deutlich höheren Drehzahlen der Elektromotoren (z.B. 24.000U/min) führen zu entsprechend höheren Umdrehungszahlen der hierfür verwendeten Lager, sodass auch die zu analysierenden Frequenzen im Umfeld der Elektromobilität weiter steigen und Vibrometer hierfür die ideale Lösung bieten. ■

Direkt zur Übersicht auf
i-need.de
www.i-need.de/f/8420



Marco Fritzsche,
Geschäftsbereich Optische Messsysteme,
Polytec GmbH
www.polytec.de

- Anzeige -

REFLEXLICHTSCHRANKE OR270478



Den Durchblick behalten! Wann immer
Transparenz ins Spiel kommt.



smart production solutions

Besuchen Sie uns auf der
SPS Messe
in Nürnberg
26.11 bis 28.11.2019
in Halle 7A Stand 540

IPF ELECTRONIC

Tel +49 2351 9365-0 • www.ipf.de

