

In Natur und Technik: Alles schwingt!



Applikationsbereich

- A Luft- und Raumfahrt
- B Audio & Akustik
- C Automobilentwicklung
- D Datenspeicher
- G Vibrometrie allgemein**
- M Mikrosystemtechnik
- P Fertigungsprüfung
- S Wissenschaft/Medizin
- T Strukturuntersuchungen
- U Ultraschalltechnik

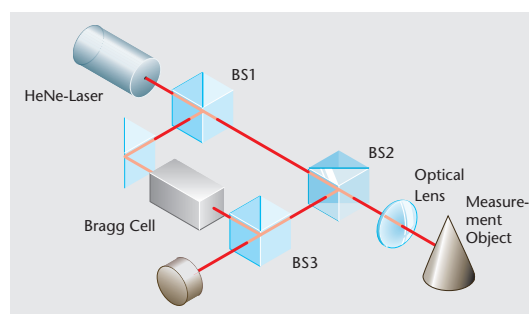
Polytec Vibrometer sind unersetzliche Werkzeuge bei der Aufklärung natürlicher dynamischer Prozesse und der Optimierung technischer Produkte

Die berührungslose Laser-Doppler-Vibrometrie wurde ursprünglich zur Untersuchung von technischen Objekten und Systemen entwickelt, hat sich aber auch bei der Aufklärung biologischer Strukturen und Mechanismen bestens bewährt. Dieser Beitrag beschreibt, wo und wie Schwingungen in natürlichen und technischen Prozessen mithilfe der Laservibrometrie erkannt und untersucht werden können. Weitere interessante Applikationen finden Sie auf der Polytec Homepage unter www.polytec.de/anwendungen.

Einführung

Das Herz pumpst, Flügel vibrieren, Laute werden erzeugt und empfangen – das Leben ist ohne Schwingungen kaum denkbar. Die Untersuchung schwingender Systeme in der Natur erfordert empfindliche, flexible und idealerweise rückwirkungsfreie Messwerkzeuge. Hier, wie bei technischen Systemen, zeigt die berührungslos arbeitende Laser-Vibrometrie die ganze Bandbreite ihrer Leistung.

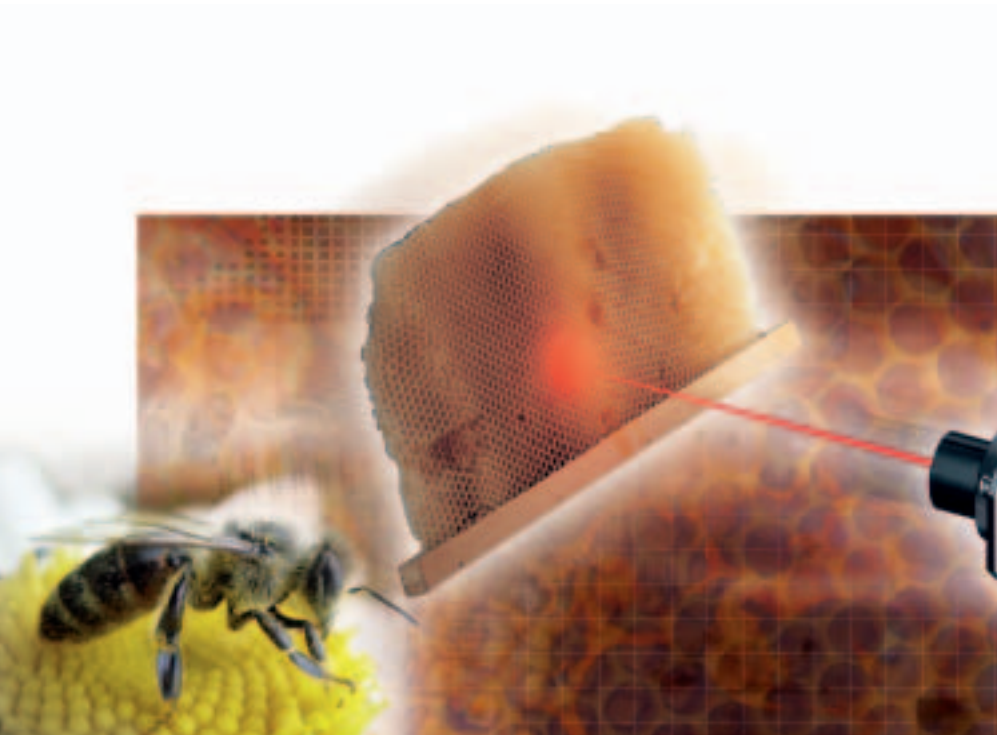
In der industriellen Forschung und Entwicklung werden Polytec Vibrometer zur Untersuchung von Objekten ganz unterschiedlicher Größe eingesetzt, von ganzen Autokarosserien, Flugzeugteilen, Motoren und Gebäuden bis hin zu winzigen Mikromaschinen und Festplattenbauteilen. Unzählige weitere Forschungsanwendungen gibt es in Maschinenbau, Akustik und Ingenieurwesen. Selbst Messungen auf glühend heißen Objekten, rotierenden Oberflächen, Ultraschallwerkzeugen und komplexen, empfindlichen Strukturen sind möglich.



Das Herz aller Polytec Vibrometersysteme ist das Laser-Doppler-Vibrometer – ein hochgenauer optischer Sensor für die Messung von Schwinggeschwindigkeit und Schwingweg. Er erfasst Schwingungen über Änderungen in der Frequenz des Lichts, das von der vibrierenden Oberfläche zurückgestreut wird.

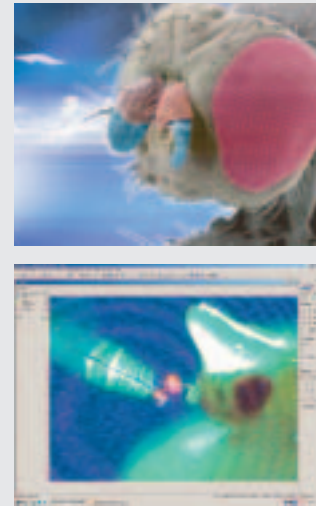
Mehr Details finden Sie auf der Polytec Homepage unter www.polytec.de/vib-university

Polytec GmbH
Optische Messsysteme
Applikationsnote
VIB-G-05
September 2007



Messung der durch tanzende Bienen erzeugten Wabenschwingungen

Kopf der Drosophila-Fliege mit Schallempfänger und darauf fokussiertem Laserpunkt



Biologie

Die Artenvielfalt auf der Erde ist fast unüberschaubar, und auch die Anwendungen von Laservibrometern in der Biologie sind extrem vielfältig. Eine der wichtigsten ist die Kommunikation unter Insekten. Manche „Gesänge“ sind ziemlich laut, beispielsweise bei den Zikaden, andere liegen im Ultraschallbereich. Bestimmte Insekten sind so winzig, dass ihre Signale eigentlich nur Schwingungen sind, die sich durch die Pflanze fortsetzen. Diese unhörbaren Laute spüren die Insektenkundler mit Laservibrometern auf. Andere Forscher untersuchen die Wabenschwingungen in Bienenstöcken, die Kommunikation unter Elefanten, den Reifegrad von Obst, die Bewegung von Spinnennetzen oder den Gehörmechanismus von Fröschen oder Fruchtfliegen. www.polytec.de/research



Messung des Schwingungsverhaltens von Ultraschall-Dentalwerkzeugen

Medizin und Gesundheitswesen

Laservibrometer erlauben qualifizierte Untersuchungen am Trommelfell sowie am Mittel- und Innenohr. Die Vibrometrie ermöglicht auch Messungen der Funktion künstlicher Herzklappen, der Mechanik von Sehnen, der Rissausbreitung bei Knochenbrüchen sowie die Untersuchung von Schwingungen, die beim Bohren oder bei der Laserabtragung von Gewebe auftreten. Das Vibrometer kann sogar berührungsfrei die Puls- und Atmungsaktivität messen. Weitere wichtige

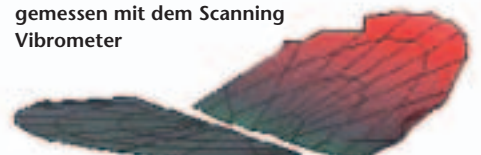
Anwendungen finden sich in der Entwicklung von Geräten für Medizintechnik und Körperpflege, beispielsweise elektrischen Zahnbürsten, Dentalwerkzeugen und Beatmungsgeräten.

www.polytec.de/research



Laser-Audiometer zur schnellen Gehördiagnostik innerhalb weniger Sekunden

Bewegung einer Herzklappe, gemessen mit dem Scanning Vibrometer



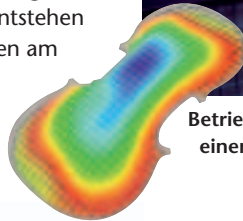
Akustik

Musikinstrumente und Lautsprecher erzeugen durch Schwingungen gezielt angenehme Töne. Geigen, Cembali, Hackbretter und andere Instrumente wurden schon mit Polytec Geräten erforscht. Vibrometer werden auch für Resonanzuntersuchungen an Lautsprechern benötigt, um die beste Bauform für die Membranen zu finden. Vibrometermessungen schaffen experimentelle Grundlagen für anspruchsvolle akustische Fragestellungen, beispielsweise Schallabstrahlberechnung, akustisches Imaging, Antischall und viele andere. Eine stark zunehmende Bedeutung gewinnt die Akustik in der Produktentwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, ob und wo störende Geräusche am Bauteil entstehen und an welchen Stellen Gegenmaßnahmen am effektivsten ansetzen können.

www.polytec.de/akustik



Schallfeldmessung mit dem Scanning Vibrometer (Foto: Bosch)



Betriebsschwingform einer Geige



3D-Vibrometrie an Bremsscheiben zur Aufklärung von Bremsenquietschen



3D-Scanning-Messung der Strukturdynamik einer Autokarosserie



Ventiltriebsmessung mit dem High Speed Vibrometer (Foto: Porsche)

Automobilentwicklung

Automobilkomponenten müssen detaillierte Spezifikationen bezüglich Geräusch- und Schwingungsverhalten erfüllen. Als Ingenieur benötigt man ein Prüfverfahren, das einfach vorzubereiten und anzuwenden ist und das mit dem vorhandenen CAE-Equipment zusammenarbeitet. Polytec Laser-Vibrometer werden sowohl für Untersuchungen der Strukturdynamik als auch zur Qualitätskontrolle in der Fertigung verbreitet eingesetzt. Das Polytec Scanning Vibrometer ermöglicht zeitsparende Messungen ohne jede Massebehaftung, egal ob an großen Karosserieteilen, heißen Schalldämpfern oder rotierenden Teilen, bei hohen Frequenzen oder auf sehr leichten Strukturen im Innenraumbereich.

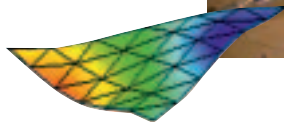
www.polytec.de/automotive

Luft- und Raumfahrtindustrie

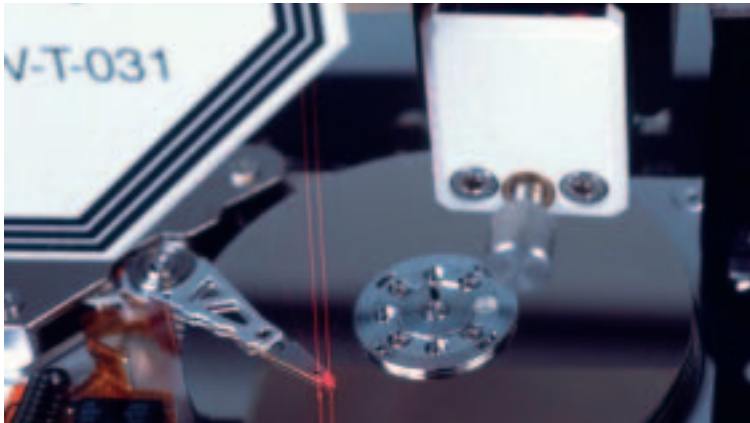
In der Luft- und Raumfahrtindustrie sind Schwingungen an Oberflächen und Komponenten meist unerwünscht und müssen frühzeitig erkannt und konstruktiv beseitigt werden. Typische Anwendungen der Laservibrometrie sind Konstruktionsprüfung, Charakterisierung von Komponenten im Rahmen der Fertigungskontrolle sowie Untersuchung von Materialermüdungen. Messungen an Tragflächen, Turbinenschaufeln oder Satelliten liefern Daten für Modalanalysen und FEM-Validierungen. Vibrometer sind auch ideal für Messungen an großen Objekten, die mit nichtoptischen Verfahren schwer zugänglich sind.

www.polytec.de/aerospace

Modalanalyse zur Designvalidierung eines Sonnensegels (Foto: NASA)



Schwingungsmessungen auf Turbinenschaufeln (Foto: Greg Roberts/ Pratt&Whitney)



Bestimmung der stabilen Flughöhe für einen Schreib-/Lesekopf

Entwicklung von Speichermedien

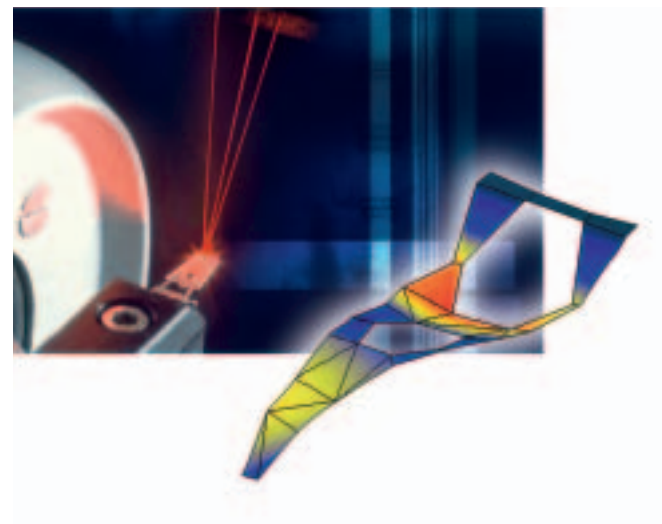
Bei der Entwicklung von Festplatten ist das Verständnis der mechanischen Wechselwirkungen zwischen den Komponenten von entscheidender Bedeutung. Laservibrometer sind heute fest etablierte Standardwerkzeuge für hochgenaue dynamische Prüfungen und Schwingungsanalysen an Speichermedien, wie beispielsweise optischen Datenträgern, Festplatten, Wechselmedien sowie DVD- und Bandlaufwerken.

www.polytec.de/datastorage

Aufklärung von Geräuschursachen im Spindeltrieb einer Festplatte



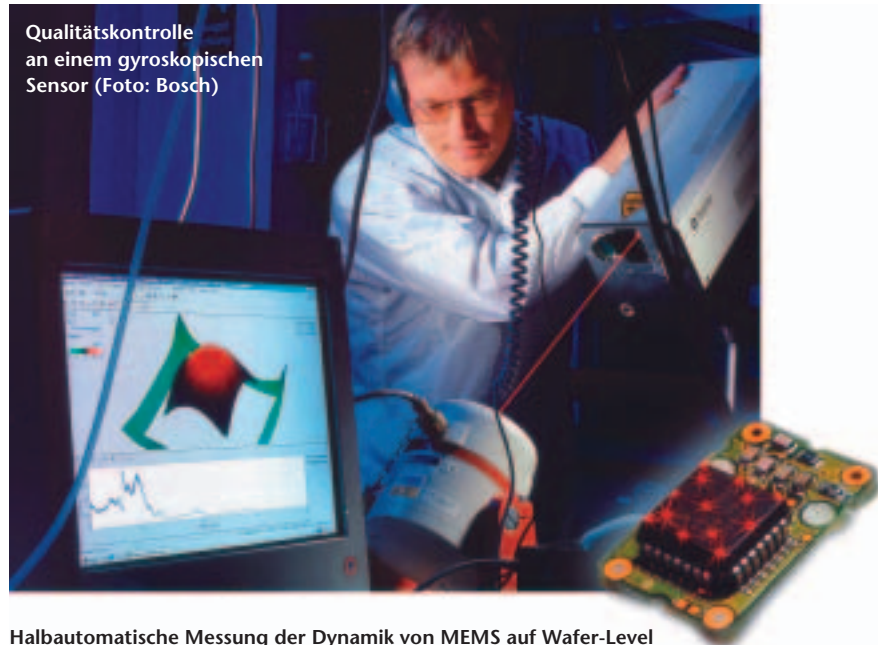
3D-Schwingungsmessung an einem Festplattenfinger



MEMS und Mikrostrukturen

MEMS (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme) sind in zahlreichen Anwendungen in der Automobil-, Medizin- und Biotechnologie zu finden. Es besteht daher ein hoher Bedarf an standardisierten Prüfmethoden sowohl für einzelne MEMS-Bausteine mit oder ohne Gehäuse, als auch für komplette Wafer. Der Micro System Analyzer von Polytec erlaubt die systematische Untersuchung dynamischer Eigenschaften von MEMS genauso wie die Charakterisierung anderer Mikrostrukturen aus Natur und Technik.

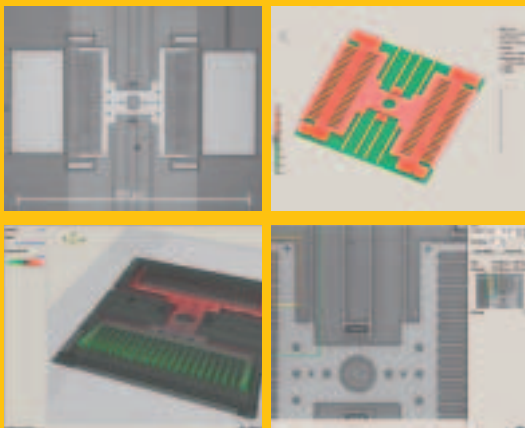
www.polytec.de/microstructures



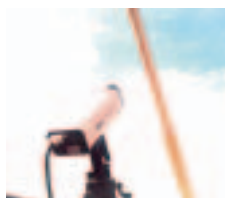
Qualitätskontrolle an einem gyroskopischen Sensor (Foto: Bosch)

Halbautomatische Messung der Dynamik von MEMS auf Wafer-Level

Kombinierte Messung von out-of-plane-Schwingung, in-plane-Schwingung und Oberflächentopographie mit dem Polytec Micro System Analyzer



Schwingungsmessungen an einer Drahtseilbrücke

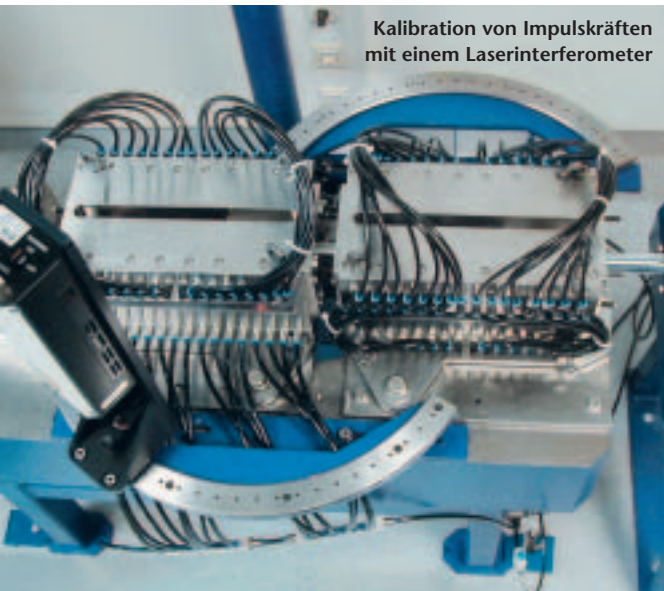


Zerstörungsfreie Prüfung einer Delamination in einem Verbundwerkstoff



Materialforschung und Ingenieurwissenschaften

Als ideales Werkzeug für Materialuntersuchungen hat sich die Laservibrometrie bestens bewährt, sowohl für Messungen der Strukturdynamik, wie beispielsweise von Ultraschall-Bondwerkzeugen, als auch zur zerstörungsfreien Erkennung von Riss-, Ermüdungs- oder Delaminierungsschäden. Sehr viele Anwendungen gibt es bei der Funktions- und Langzeitüberwachung von Bauwerken und Anlagen, beispielsweise zur Ermittlung der Dynamik von Windrädern, der Schwankung von Hochhäusern oder der Resonanz von Drahtseilbrücken. Geologische Anwendungen umfassen unter anderem das Aufspüren von Landminen, Gesteinsrissen und durch Erdbeben verursachte Betonschäden.



Kalibration von Impulskräften mit einem Laserinterferometer

Metrologie und Kalibration

Die Primärkalibrierung von Schwingungen mittels Laservibrometrie hat den einzigartigen Vorteil, dass die gemessenen Größen direkt auf die Wellenlänge des Laserlichts zurückgeführt werden können. Laservibrometrische Geschwindigkeitsmessungen bieten erstmals auch die Möglichkeit, das dynamische Verhalten von Kraftaufnehmern unter bekannten Stoßbeanspruchungen zu untersuchen.



Fertigungsprüfung

In der Konsum- und Investitionsgüterindustrie 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. Polytec bietet interferometrische Sensoren für Schwingungen, Geschwindigkeit, Länge und Oberflächenbeschaffenheit sowohl für die 100 %-Prüfung an Teilen als auch für die Online-Analyse kontinuierlich erzeugter Güter. Die Sensoren arbeiten berührungsfrei, sind industrietauglich aufgebaut und flexibel einsetzbar.

www.polytec.de/industrial



Automatische 100 %-Qualitätskontrolle von Kfz-Komponenten (Foto: P. Marpe, TRW Automotive)



Halbautomatische Teststation zur Qualitätsprüfung an medizintechnischen Geräten



Testaufbau für die akustische Qualitätskontrolle mit einem Industrial Vibration Sensor

Weitere interessante Applikationsnoten finden Sie unter www.polytec.de/anwendungen

Polytec GmbH
 Polytec-Platz 1-7
 76337 Waldbronn
 Tel. +49 7243 604-0
 Fax +49 7243 69944
 info@polytec.de

Polytec GmbH
 Vertriebs- und
 Beratungsbüro Berlin
 Schwarzschildstraße 1
 12489 Berlin
 Tel. +49 30 6392-5140
 Fax +49 30 6392-5141