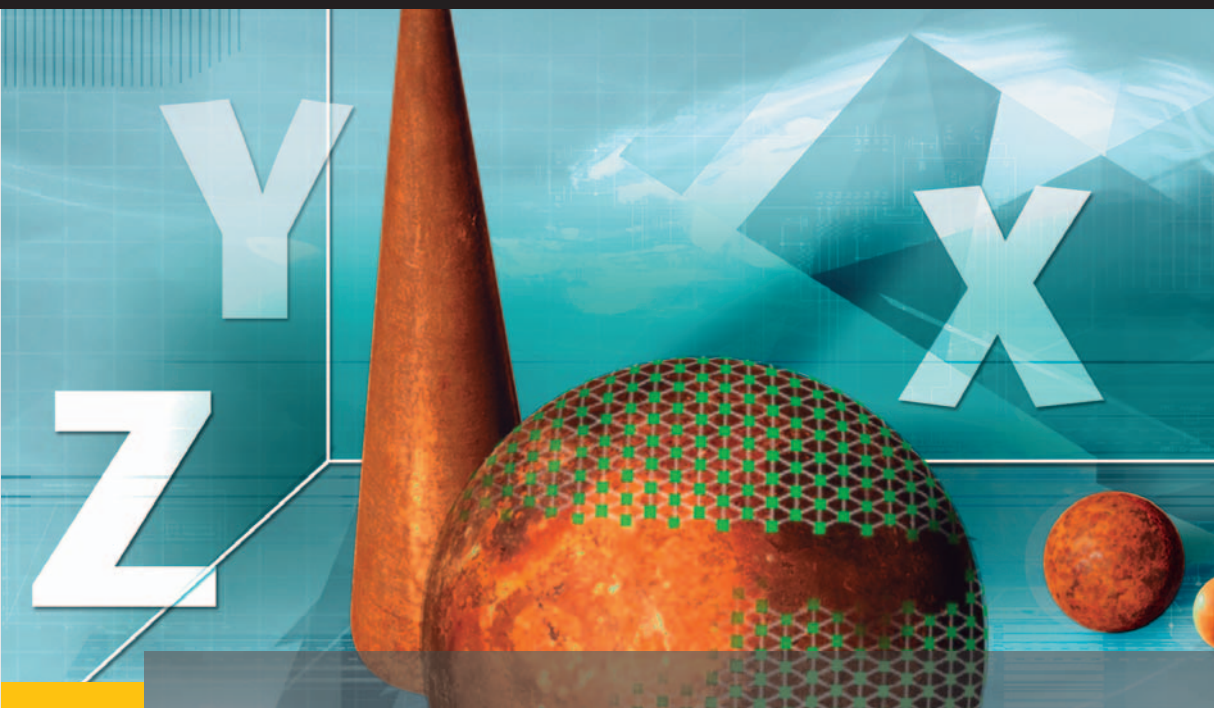




ALLER GUTEN DINGE SIND 3

Dreidimensional messen. Von klein bis ganz groß.

Alles schwingt! Und vieles schwingt auf komplexe Weise in allen drei Raumrichtungen gleichzeitig!

Einzelpunkt- oder flächenhaft operierende Messverfahren liefern zwar wichtige Informationen über das Schwingungsverhalten von Strukturen, aber nicht das vollständige Bild eines Vorgangs. Dieses erschließt sich erst mit fortschrittlichen Verfahren, die korrekt die Schwingbewegung einer Struktur in allen drei Raumrichtungen erfassen und präzise vermessen.

POLYTEC ermöglicht Ihnen nun mit bahnbrechenden neuen Produkten die Eroberung der 3. Dimension in der berührungslosen Messtechnik von Strukturschwingungen, und dies sowohl im Mikrostruktur- als auch im makroskopischen Bereich.

Erfahren Sie auf Seite 6 wie der Mikro Motion Analyzer MMA-300 die schnelle und vollständige Charakterisierung des Schwingverhaltens von Mikrostrukturen ermöglicht. Auf Seite 4 präsentieren wir Ihnen das POLYTEC Scanning Vibrometer PSV-300-3D zur berührungslosen und rückwirkungsfreien Messung von 3D-Schwingungen an makroskopischen Objekten.

INHALT

SEITE

Polytec Nachrichten

2 – 3

- Herzlichen Glückwunsch
- MEMS Erfolgsstory

Produktneuheiten

4 – 11

- Alle 3 Dimensionen im Blick
- Einblick in die Dynamik der Mikrowelt
- Digitaler Industriesensor / Neue Software
- Optische Technologien
- Topographiemessung

Aus der Praxis

12 – 19

- Höhere Produktivität im Prüflabor
- Polytec on Tour
- Bewegungsmessung an Dünnbrammengießanlage
- Charakterisierung von MEMS
- Primäre Schwingungskalibrierung

Veranstaltungen

20 – 24

- 7. Vibrometerseminar Rückblick
- Vibrometer User Group Meetings
- Messen und Events 2003

Einhefter „Möglichkeiten der Vibrometrie“



80. Geburtstag von Polytec-Gründer Heinz Lossau

*Heinz Lossau, der Gründer der Polytec GmbH und Mit-Geschäftsführer der PI Physikinstrumente GmbH, konnte am 25. Januar 2003 auf 80 Jahre Lebens-
erfahrung zurückschauen.*

Mit seiner Firmengründung, die Heinz Lossau im Jahre 1967 zusammen mit seiner Ehefrau Liselotte vornahm, wurde der Grundstein zur erfolgreichen Einführung der Lasertechnologie in Deutschland gelegt. Als erste Vertriebsfirma in Deutschland übernahm Polytec zunächst den Import von Lasern für Forschung & Entwicklung. Die große Nachfrage nach dieser Technologie bestätigte rasch die Geschäftsidee von Heinz Lossau. Er initiierte bereits 1969 das erste Laser-Labor für Materialbearbeitung in Deutschland. Schon bald blieb es aber nicht mehr allein bei dem Vertrieb von Lasern.

Mit der Eigenfertigung von Produkten für die Laser-Messtechnik startete Polytec die sehr erfolgreiche Produktparte der Laser-Vibrometrie, die Polytec inzwischen zum Weltmarktführer auf diesem Gebiet gemacht hat.

Heute, also rund 35 Jahre nach Firmengründung, beschäftigt das Unternehmen zusammen mit der Firma PI Physik Instrumente GmbH weltweit annähernd 600 Mitarbeiter.

Die Idee des Firmengründers ist jedoch nach wie vor aktuell und weiterhin der Maßstab des Unternehmens:

Der Vertrieb technologisch innovativer und anspruchsvoller Geräte und Komponenten führender internationaler Hersteller, sowie die Entwicklung und Fertigung eigener hochwertiger Messsysteme.

Dies ist der Garant für das stetige Wachstum der Polytec GmbH – gestern, wie heute. Dabei liegt die Grundlage des Polytec-Erfolges in der hohen Qualität, fachlichen Kompetenz bei der technisch-wissenschaftlichen Beratung, dem qualifizierten und kundenorientierten Service sowie dem ausgeprägten Qualitätsbewusstsein aller

Mitarbeiter. Viele Internationale Auszeichnungen belegen diesen weltweiten Erfolg, made in „Baden-Württemberg“.

Polytec ist heute in die folgenden 4 Geschäftsbereiche gegliedert:

- Photonics
- Spectral Technologies
- Laser Measurement Systems
- Polymer Technologies, Epoxies and Silicones



MIT VERSTÄRKTER MANNSCHAFT WEITER AUF ERFOLGSKURS!

Herausragende Produkte bereitzustellen und gleichzeitig größtmögliche Kundennähe zu bieten, ist der Anspruch, dem wir uns bei Polytec jeden Tag aufs Neue stellen.

Um diesem Anspruch auch bei weiterhin steigender Nachfrage zukünftig noch besser gerecht zu werden, haben wir uns personell im Geschäftsbereich Lasermesssysteme weiter verstärkt.

Seit Herbst 2002 unterstützen 7 zusätzliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter den Geschäftsbereich Laser-Messsysteme.

MEMS

MEMS

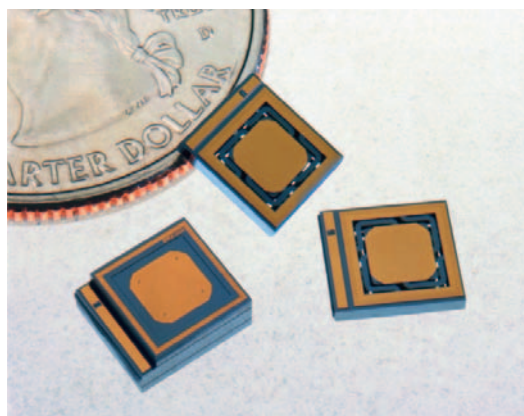
MEMS – eine Erfolgs-Story

Der fortschreitenden Miniaturisierung der Elektronik seit den 60-er Jahren des letzten Jahrhunderts folgte eine parallele Entwicklung bei den mechanischen Systemen. MEMS (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme) sind deshalb in Forschung und Entwicklung ein intensiv behandeltes Thema mit großem wirtschaftlichen Potenzial.

Die notwendige Messtechnik für die Charakterisierung der Bauteile und die Validierung der zugrundeliegenden Modelle hinsichtlich ihres mechanischen Verhaltens ist Teil jedes Entwicklungsprojektes und der produktionsbegleitenden Qualitätssicherung. Die aus anderen Anwendungsbereichen bekannte hochwertige Messtechnik von Polytec steht auch für die Charakterisierung von Mikrostrukturen zur Verfügung.

Mikrosystemtechnik und MEMS

So exotisch die Mikrosystemtechnik (MST) noch vor einigen Jahren erschien, so schnell hat sie sich in vielen Produkten unentbehrlich gemacht. Sie ergänzt heute zahlreiche traditionelle sensorische und aktorische Systeme.



MEMS Beschleunigungsaufnehmer
(Courtesy Applied MEMS)

Beispiele für etablierte Anwendungen der MEMS-Technologie sind:

- Automobiltechnik (Drehratensensoren für ESP und GPS, Beschleunigungssensoren für Airbags)
- Unterhaltungselektronik (Digital Light Processing (DLP) für Computer-Projektoren)
- Telekommunikation (optische Schalter)

Polytec Messtechnik für MEMS

Polytec bietet auf Basis des seit vielen Jahren bewährten Know-hows im Bereich der berührungslos arbeitenden Schwingungsmesstechnik eine Reihe von Produkten zur Charakterisierung der Strukturdynamik von MEMS-Komponenten an.

MSV-300 Microscope Scanning Vibrometer

Das MSV-300 verwendet das Laser-Doppler-Vibrometrie-Verfahren zur berührungslosen Messung des flächenhaften Out-of-Plane Schwingungsverhaltens von Mikrostrukturen. Das Gerät lässt sich problemlos an jedes Mikroskop mit C-Mount-Adapter anschließen und ermöglicht die Messung von Flächen bis zu 320 x 240 µm² mit einer Auflösung von 1 µm.

PMA-300 Planar Motion Analyzer

Das In-Plane Bewegungsverhalten von MEMS ist aufgrund der nahezu spiegelnden Reflektion planer Siliziumflächen für sichtbares Licht dem Verfahren der In-Plane Vibrometrie nicht zugänglich. Polytec benutzt deshalb im Planar Motion Analyzer PMA-300 das Verfahren der stroboskopischen Video-Mikroskopie. Hiermit kann das mechanische Schwingungsverhalten von Mikrostrukturkomponenten in der Ebene des Bauteils untersucht werden.

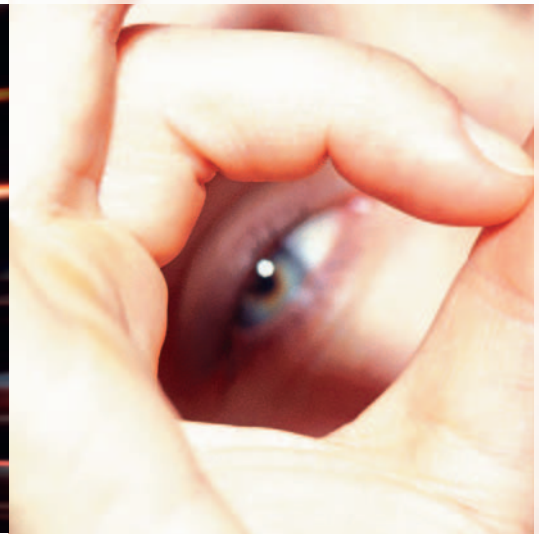
MMA-300 Micro Motion Analyzer

Der Micro Motion Analyzer MMA-300 besteht aus dem bewährten Microscope Scanning Vibrometer MSV-300 und dem Planar Motion Analyzer PMA-300 für die In-Plane Analyse. Durch die Erfassung aller 3 Raumrichtungen kann mit dem MMA-300 das dynamische Verhalten von MEMS vollständig charakterisiert werden. Der neue Polytec Micro Motion Analyzer MMA-300 ist auf sehr große Resonanz bei den Anwendern gestoßen. Erste Systeme sind bereits im Einsatz und weitere Aufträge aus Asien, Großbritannien und Deutschland liegen vor.

Lesen Sie mehr über Vorteile, Funktionsweise und Anwendungsgebiete des Polytec Micro Motion Analyzer MMA-300 auf Seite 6 dieser Ausgabe.

Mehr Infos unter E-mail: Lm@polytec.de

Alle 3 Dimensionen *im Blick*



Schwingungsmessung mit dem Polytec Scanning Vibrometer PSV-300-3D

Das neue Polytec Scanning Vibrometer PSV-300-3D ermöglicht erstmals die vollständige 3-dimensionale Erfassung des Schwingungsverhaltens einer im Raum schwingenden Struktur.

Die numerische Berechnung und Vorhersage des Schwingungsverhaltens von Bauteilen und Maschinen hat sich in der Produktentwicklung fest etabliert und trägt entscheidend zur Optimierung der Betriebssicherheit und Qualitätssicherung bei.

Die Grundlage für die Verlässlichkeit numerischer Simulationen bilden dabei der Abgleich des Modells mit experimentell gewonnenen Daten, da Materialeigenschaften, wie beispielsweise Steifigkeit und Dämpfung, eines realen Objektes, nicht immer hinreichend genau bekannt sind.

Seit einigen Jahren schon setzen sich zur Messwertaufnahme optische Vibrometer in weiten Bereichen der Vibrationsmesstechnik durch.

Diese bieten gegenüber den bisher verwendeten mechanischen Beschleunigungsaufnehmern einige bedeutende Vorteile, wie z. B. eine wesentlich höhere Bandbreite (bis 30 MHz), höhere Auflösung (~1 pm) sowie geringeren Einfluss auf den zu untersuchenden Körper (berührungsloses Verfahren, keine zusätzliche Masse).

Das von Polytec neu entwickelte PSV-300-3D bietet darüber hinaus zum ersten Mal die Möglichkeit, ein Objekt scannend zu vermessen und dabei die Schwingung in allen drei Raumrichtungen zu bestimmen.

Prinzip des PSV-300-3D

Das PSV-300-3D von Polytec basiert auf der Technologie des bewährten PSV (Polytec Scanning Vibrometer). Durch die Verwendung dreier unabhängiger Scanning-Vibrometer-Messköpfe und -Controller werden Schwingungsgeschwindigkeitsmessungen aus drei unterschiedlichen Richtungen gleichzeitig für den jeweiligen Messpunkt durchgeführt.

Die Steuerung aller drei Sensoren erfolgt zentral über die PSV Mess- und Steuer-Software. Ein typischer Messablauf besteht aus den folgenden Schritten:

- Einlernen des Raum-Koordinatensystems
- Festlegen der Messpunkte auf dem Objekt
- Parametrierung der analogen und digitalen Messwerterfassung
- Scan starten
- Daten auswerten, ggf. exportieren

Im Folgenden wird exemplarisch eine Messung an einer Teststruktur beschrieben.

Messdurchführung

Definition des Koordinatensystems

Damit die 3D-Koordinaten der Messdaten mit denen der zu vermessenden Punkte auf dem Objekt, bezüglich Orientierung und Beträgen, übereinstimmen, muss zunächst ein Abgleich des Raum-Koordinatensystems mit dem des PSV-300-3D vorgenommen werden. Zu diesem Zweck werden die drei Laserstrahlen des PSV-300-3D auf je vier (bekannte) Punkte auf dem Messobjekt oder eines entsprechenden Referenzobjektes gerichtet und die dazu gehörigen Raumkoordinaten eingegeben.

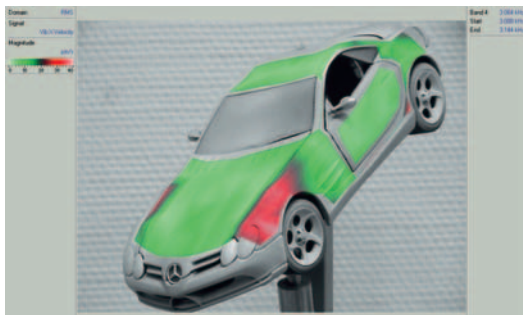
Festlegen der Messpunkte

Um die Messpunkte zu definieren, muss man wie bei dem (1D)-PSV-300 in den APS (advanced point selection) Modus wechseln. Gegenüber den bisherigen PSV-Versionen erlaubt die Software nun, über den Menüpunkt „Datei importieren“ eine vorher erstellte und im Universal-File-Format abgespeicherte Geometrie zu importieren. Das für die hier gezeigten Messungen mit der PSV-Software erzeugte Messgitter zeigt die im Hintergrund stilisierte Abbildung.

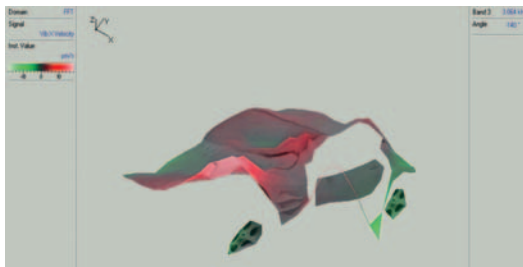
Als weitere Methode bietet die Software die Möglichkeit, die einzelnen Messpunkte im Videobild zu definieren. Diese Methode erlaubt das Messen auf Strukturen, für die kein Geometriemodell vorliegt.

Auswertung der Messdaten

Nach erfolgter Messung können die Daten im Präsentationsmodus ausgewertet und zur weiteren Verarbeitung in externe Softwarepakete (wie beispielsweise ME Scope, LMS, IDEAS) exportiert werden. Die Darstellung der Schwingungsformen als digitales Bild oder Animation innerhalb der PSV-Software erfolgt für jede Koordinatenrichtung (x, y, z) einzeln (eine räumliche Darstellung befindet sich in Vorbereitung). In der folgenden Abbildung ist beispielhaft der RMS-Wert einer Schwingung bei 3064 Hz in Richtung der x-Koordinate des Modellautos dargestellt.



Neben der hier gezeigten, zweidimensionalen Falschfarbendarstellung kann man sich die Schwingung auch in dreidimensionaler Farbdarstellung oder mit Iso-Linien anzeigen lassen:



Mehr Infos unter E-mail: Lm@polytec.de

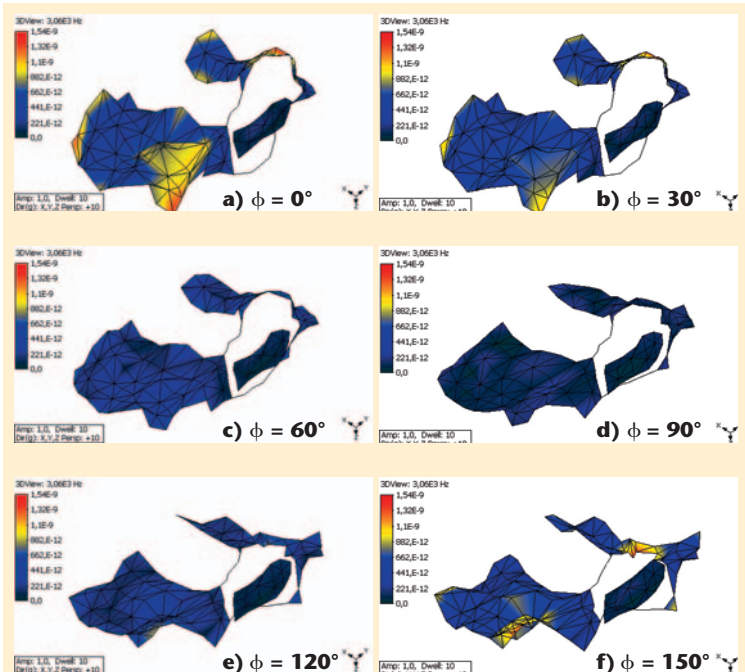
Zusätzliche Darstellungs- und vor allem Weiterverarbeitungsmöglichkeiten ergeben sich durch den Export der Messdaten in eine *Universal-File-Format-Datei* und eine anschließende Bearbeitung in einem Modalanalyse-Programm wie beispielsweise ME Scope. Nachdem die für Sie interessanten Strukturen und Schwingungen/Spektren über das Menü „Datei-Universal-File exportieren“ ausgewählt und abgespeichert wurden, kann diese Datei von jeder Modalanalyse-Software, die die Spezifikationen des Universal-File-Formats unterstützt, importiert werden.

Eine in Einzelbilder aufgeteilte Animation, die nach dem Import dieser Daten mit ME Scope erstellt wurde, zeigt die Abbildung unten rechts.

FAZIT

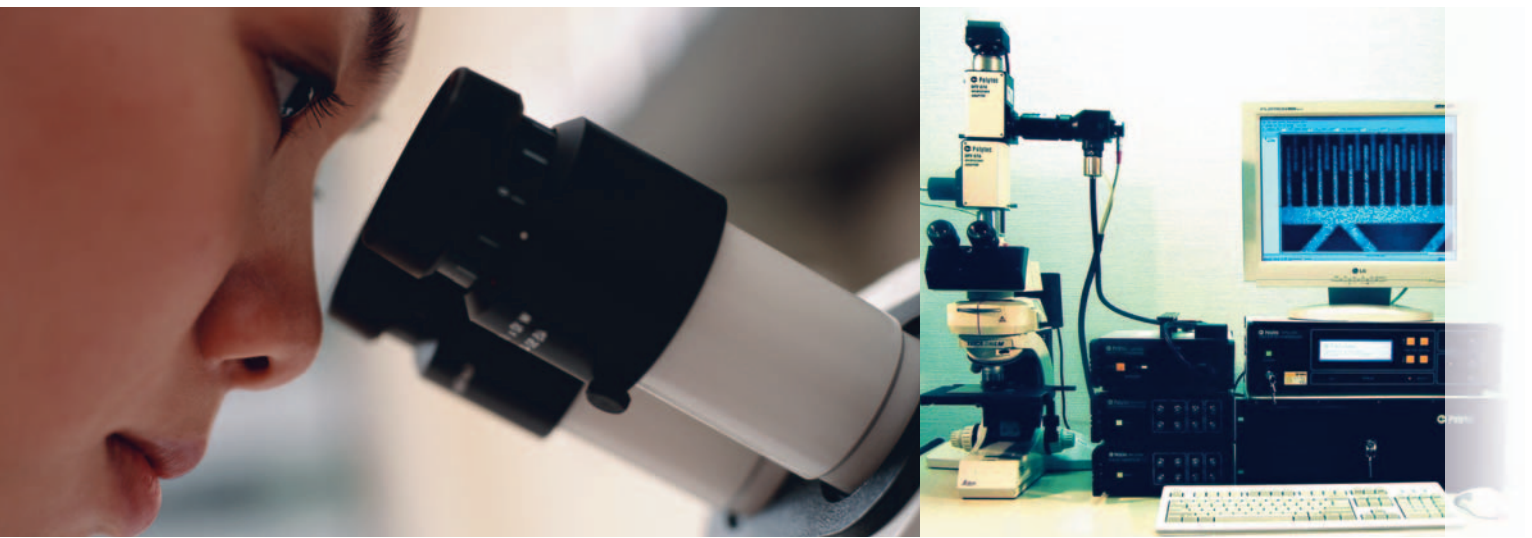
Polytec's PSV-300-3D eröffnet völlig neue Möglichkeiten für die Modal- und Schwingungsanalyse: mit der Fähigkeit, während eines einzigen Scans den dreidimensionalen Schwingungsvektor an der Oberfläche eines Messobjektes zu bestimmen, reduziert sich der Aufwand für eine dreidimensionale Schwingungsmessung zur Modalanalyse erheblich.

Der neuartige Geometrieimport vereinfacht die Messvorbereitung weiter, während das Gesamtsystem auf der bewährten Verlässlichkeit des PSV aufbaut. Erste Systeme befinden sich im industriellen Einsatz und liefern nach Aussage der Betreiber Ergebnisse von bemerkenswerter Qualität.



Falschfarbendarstellung der Amplitude der 3064Hz-Schwingung in allen Raumrichtungen zu 6 verschiedenen Phasen ϕ (erstellt mit ME Scope)

Einblick in die Dynamik der Mikrowelten



Micro Motion Analyzer MMA-300

Die vollständige Messtechnik für die Charakterisierung Mikro-Elektro-Mechanischer Systeme.

Das Microscope Scanning System MSV-300 leistet seit Jahren gute Dienste für die Charakterisierung des Out-of-Plane (senkrecht zum Messobjekt) Schwingungsverhaltens von Mikrostrukturen. Der hier neu vorgestellte Micro Motion Analyzer MMA-300 ermöglicht nun zusätzlich die Erfassung der In-Plane Bewegungskomponenten (in der Objektebene). Er besteht aus dem bewährten MSV-300 und dem Planar Motion Analyzer PMA-300 für die In-Plane Analyse. Durch diesen modularen Ansatz lässt sich ein vorhandenes MSV-System zu einem Micro Motion Analyzer upgraden.

Zielsetzung

Schnelligkeit bei gewohnt hoher Datengüte ist die Zielstellung für ein Messsystem, das sowohl in der Forschung und Entwicklung, als auch in der Produktion eingesetzt werden kann. Wer mit dem Prinzip des Laser-Doppler-Vibrometers (MSV-300) vertraut ist, erwartet innerhalb von Sekunden die komplette Systemantwort auf eine breitbandige Anregung in Form eines Spektrums zu erhalten. Durch das scannende Verfahren können auch große Bereiche des Bauteils innerhalb kurzer Zeit mit hoher Stützstellendichte (> 40.000 Punkte bei bis zu 100 Punkten/s) vermessen und in jeglicher Form ausgewertet werden.

Durch die bei vielen MEMS zusätzlich vorhandene In-Plane Komponente scheidet diese Möglichkeit als alleiniges Verfahren aus, da der Laserstrahl nur Schwingungsinformationen parallel zur Strahlrichtung enthält.

Alternativ lassen sich interferometrische bildgebende Verfahren wie ESPI oder Weißlicht-Interferometrie einsetzen, wie sie auch Polytec zur optischen Topographieerfassung im Nanometerbereich verwendet (TopMap 50 siehe S.10). Dieser Weg lässt sich aber mit den gesetzten Zielen nicht vereinbaren. Grund ist das Prinzip der interferometrischen Verfahren, dass für jede Phasenlage und jede Frequenz ein Bild aufgenommen werden muss und ein schnelles Durchfahren größerer Frequenzbereiche damit ausscheidet.

Messprinzip

Mit der gewählten Kombination aus Laser Doppler Vibrometer und stroboskopischer Video-Mikroskopie lassen sich Resonanzstellen der In-Plane Bewegung sofort ermitteln und mit der Video Mikroskopie verifizieren und auswerten (siehe Kasten). Dem MSV mit seiner Auflösung im pm-Bereich entgehen dabei auch kleinste den In-Plane Resonanzen korrespondierende Out-of-Plane Komponenten nicht. Mit dem Live Mode des PMA sieht man auf einen Blick, ob eine Bewegung erfolgt und ob offensichtliche Beschädigungen oder Einschränkungen am Bauteil vorhanden sind. Der Live Mode zeigt dabei die Bewegung des Bauteils bis zu Frequenzen von 1 MHz in Zeitlupe oder im Stillstand an einer definierten Phasenlage.

Der Vorteil des kombinierten Verfahrens ist, dass die In-Plane Daten nur in den vorher mit dem Vibrometer eingegrenzten Frequenzbereichen aufgenommen werden, die mit dem Laser

Vibrometer ermittelt wurden. Dies reduziert die Datenmengen und die Messzeit deutlich.

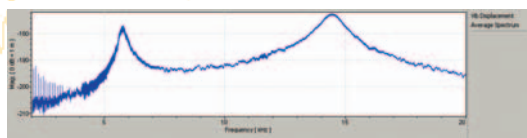
In der Produktionskontrolle kann unter Umständen sogar völlig auf die In-Plane Messung verzichtet werden, wenn die Charakteristik der Out-of-Plane Bewegung bekannt ist.

Warum werden FFT und Bildverarbeitung kombiniert?

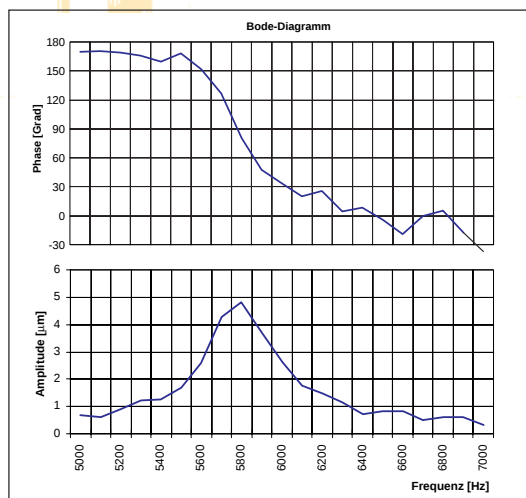
Die FFT bietet den Vorteil, dass die Energie des Schwingungssignals selbst dann auf die benachbarten FFT-Linien verteilt wird, wenn die Resonanzfrequenz nicht exakt getroffen wird. Dies ist besonders bei schwach gedämpften Bauteilen (im Vakuum), die steile Resonanzpeaks aufweisen wichtig.

Bildgebende Verfahren arbeiten immer diskret, d.h. wird bei einer schrittweisen Erhöhung der Anregungsfrequenz die Schrittweite zu groß gewählt, wird die Resonanzstelle nicht gefunden. Es findet keine Verteilung der Energie auf unterschiedliche Bilder statt. Kleine Schrittweiten erhöhen aber das Datenaufkommen und die Messzeit erheblich.

Die Analyse erfolgt nach dem Pattern Matching Verfahren, das definierte Muster im hochauflösenden Videobild (1030x1300 Bildpunkte) erfasst und deren Bewegung verfolgt. Als Ergebnis stehen alle Bewegungsdaten für den ausgewählten Bereich zur Verfügung, die dann einer weiteren Auswertung zugeführt werden.



Spektrum einer breitbandigen Anregung (Periodic Chirp)

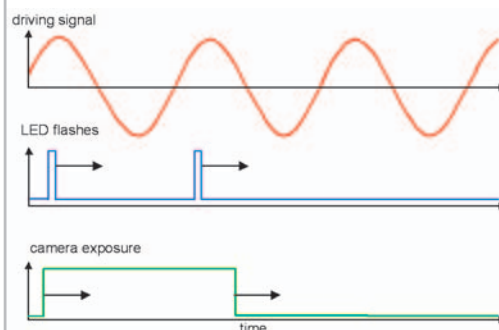


Mit PMA-300 berechnetes Bode Diagramm zur Verifizierung der In-Plane Resonanz

Stroboskopische Video-Mikroskopie

Der interne Signalgenerator der MMA regt das Bauteil periodisch mit einem Sinus- oder Pulssignal an. Ein sog. Patterngenerator erzeugt synchron zur Phasenlage des Anregungssignals mit einer LED ultrakurze Lichtblitze ($< 100\text{ ns}$). Dadurch wird eine hohe Phasentreue auch bei hochfrequenten Anregungen erreicht. Der elektronische Kameraverschluss ist wiederum mit der Anregung synchronisiert. Dieser bleibt solange offen bis nach einigen Perioden genügend Licht gesammelt wurde um das Bild abzuspeichern. Die Leistung der LED ist dabei so hoch, dass in der Regel wenige Blitze ausreichen.

Dieses Verfahren garantiert hohe Messgeschwindigkeit und eine visuelle Echtzeit-Analyse im Live Mode.



Prinzip der stroboskopischen Video-Mikroskopie

ZUSAMMENFASSUNG

Die Weiterentwicklung des Microscope Scanning System MSV-300 zum 3D System Micro Motion Analyzer MMA-300 ermöglicht die vollständige Charakterisierung von MEMS-Bauteilen.

Das modulare Konzept erlaubt die Nachrüstung bestehender MSV-300 System mit PMA, so dass ein voll funktionsfähiges MMA-300 zur Verfügung steht.

Durch die Kombination des schnellen Vibrometer-Verfahrens mit dem stroboskopischen Verfahren des PMA-Teils wird der Zeit- und Datenaufwand bei vollständigem Erhalt der Informationen minimiert.

Mit dem MMA-300 eröffnen sich mikromechanische Welten.

Mehr Infos unter E-mail: Lm@polytec.de

IVS-300



Digital Industrial Vibration Sensor

Der neue Polytec IVS-300 Industrial Vibration Sensor ist ein robustes Laser-Doppler-Vibrometer für berührungslose Schwingungsmessungen im industriellen Produktionsbereich. Das IVS-300 ist durch die digitale Signalverarbeitung insbesondere für Messaufgaben an nicht kooperierenden Oberflächen geeignet. Das IVS-300 ist für praktisch alle Materialien einsetzbar. Drei Messbereiche bis zu ± 500 mm/s, eine sehr hohe Auflösung (niedrigstes Rauschen) und ein absolut linearer Frequenzgang von 0,5 Hz bis 22 kHz charakterisieren dieses System. Das IVS-300 ist die bevorzugte Wahl für Materialien mit schlechten Streulichteigenschaften und Anwendungen mit geringen Vibrationsamplituden, die eine hohe Auflösung erfordern. Eine Konfiguration von Messbereich und Filter erfolgt mittels Software über eine serielle Schnittstelle. Das Gerät hat einen analogen Ausgang (± 4 V) und ein digitales Audio-Interface (S/P-DIF).

NEUE SOFTWARE Releases PSV 7.4 und VibSoft 3.4

Die Benutzerfreundlichkeit und Leistungsfähigkeit der Polytec Software-Produkte wurde durch Bereitstellung der folgenden neuen Funktionsmerkmale nochmals weiter verbessert.

- Mehr Messpunkte bei Zeitreihen (max 67 Mega-Samples)
- Peak Hold Funktion
- Steuern des Laserstrahls mit der Maus im Alignment Modus
- Optionale Hochfrequenz-Datenerfassung (nur für MSV)
- Zoom-Funktion für alle flächenhaften Darstellungen inkl. Videobild
- Pan-Funktion in Analysator-Fenstern
- Vereinfachte Vibrometer-Konfiguration

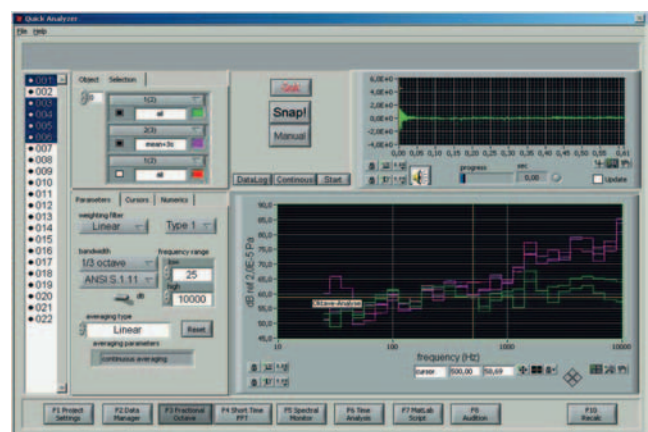
PNA Quick Analyzer

Die akustische Güteprüfung ist ein etabliertes Verfahren zur Überwachung der Qualität von Produkten direkt im Produktionsprozess. Die Abteilung Polytec Noise Analysis (PNA) hat sich auf die Entwicklung von Verfahren zur akustischen Güteprüfung spezialisiert.

PNA bietet kompetente Betreuung von der Schwingungsanalyse bis hin zur Lieferung und Installation des kompletten Prüfsystems für die Fertigungsendkontrolle. PNA hilft bei der Auswahl des optimalen Messaufnehmers, des Anregungsverfahrens, der Datenerfassung und anschließenden Auswertung der Messdaten mit dem Ziel, gute von fehlerhaften Produkten zuverlässig zu separieren.

PNA ist ein Kompetenzzentrum innerhalb von Polytec, dem weltweit führenden Hersteller von Laser Vibrometern zur berührungslosen Schwingungsmessung.

Die Analysesoftware QuickAnalyzer wurde zur einfachen und schnellen Analyse des Schwingungsverhaltens von Prüflingen entwickelt. Zur Analyse stehen Zeitbereich, Spektrum, fraktionale Oktavanalyse, A-, B-, und C-Filterung sowie Spektrogrammdarstellung zur Verfügung.

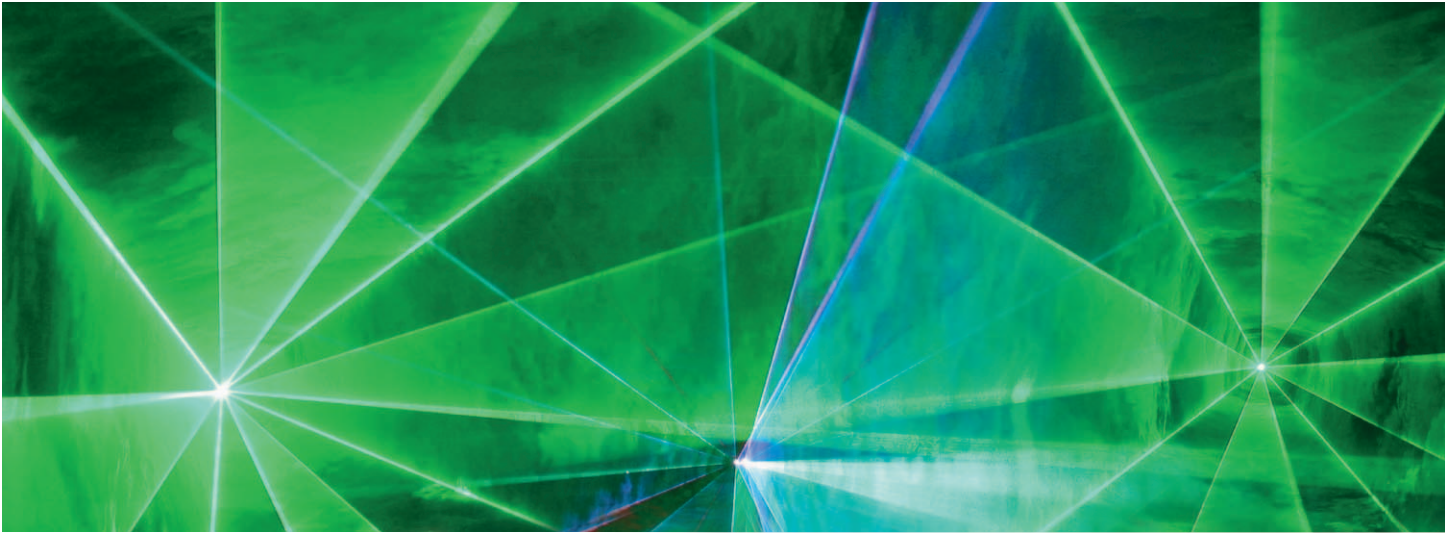


Während der Messung werden die Signale online in den unterschiedlichen Merkmalsräumen dargestellt und so optimale Messeinstellungen ausgewählt. Die Messungen unterschiedlicher Prüflinge können anschließend offline nach verschiedenen, vorab frei einstellbaren Kriterien in Gruppen zusammengefasst und vergleichend in unterschiedlichen Farben dargestellt werden.

Dabei können sowohl die einzelnen Messungen sowie Mittelwertkurven und Standardabweichungen oder Minima und Maxima der einzelnen Gruppen dargestellt werden. Darüber hinaus ist das Abspielen der gespeicherten Messsignale über Soundkarte zur subjektiven Beurteilung möglich. In Kombination mit digitaler Filterung der gespeicherten Signale ist so eine Korrelation zwischen den objektiven Darstellungen und einer subjektiven Beschreibung möglich.

Mehr Infos unter E-mail: pna@polytec.de

Optische Technologien



Advancing Measurements by Light

Als Partner von Wissenschaft und Industrie arbeitet Polytec an innovativen optischen Technologien für Anwendungen in Forschung, Entwicklung und Produktion.

Zukunft für die deutsche Wirtschaft

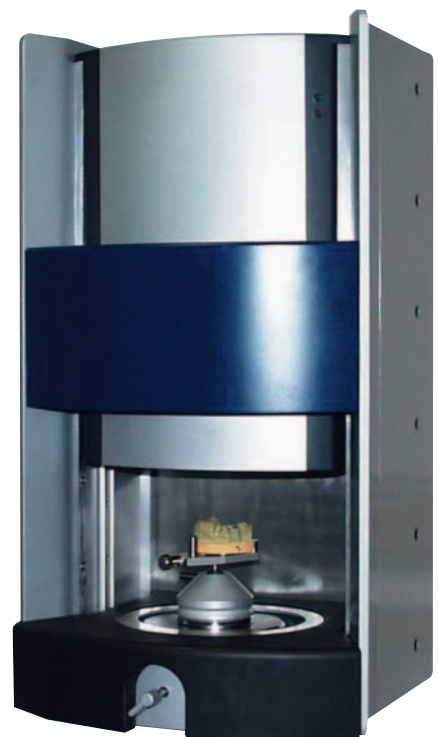


Unter dem Titel „Optische Technologien – Zukunft für die deutsche Wirtschaft“ veranstalteten das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit und das Bundesministerium für Bildung und Forschung am 20. und 21. Februar 2003 in Berlin einen Kongress mit begleitender Technologiepräsentation.

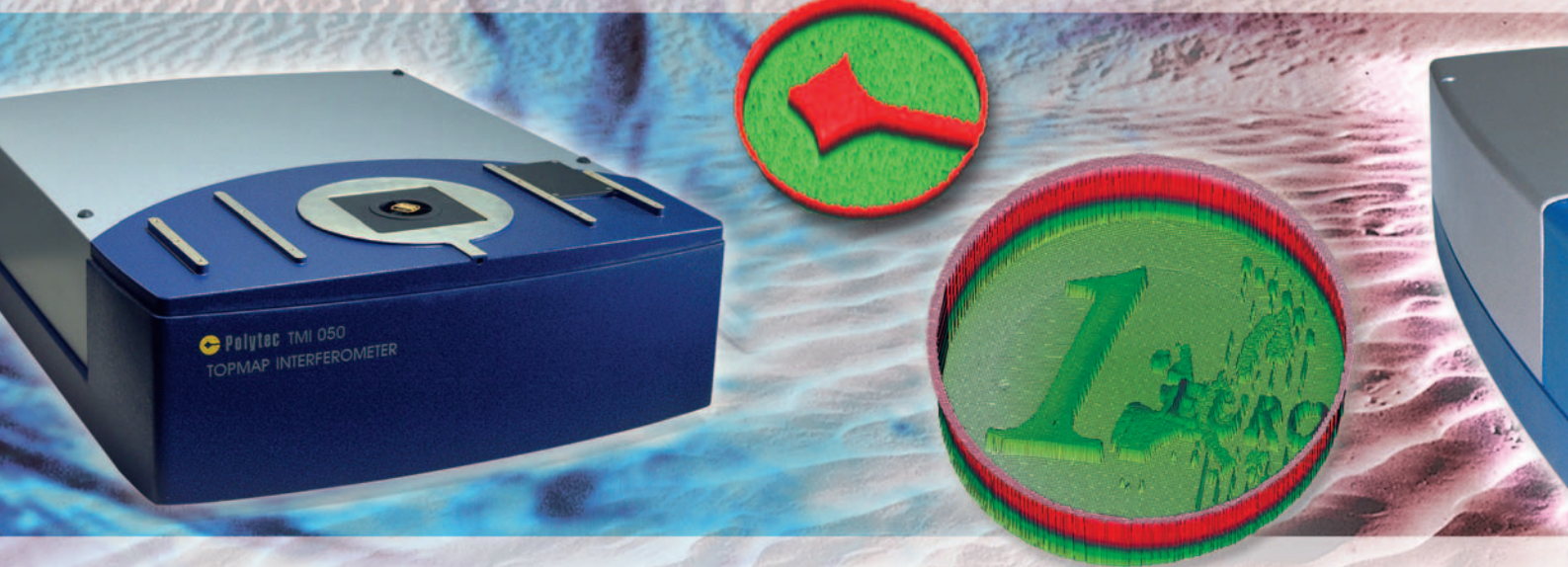
„Deutschland hat dabei gute Chancen, eine führende Position auf dem Weltmarkt einzunehmen“ sagt Bundeswirtschaftsminister Wolfgang Clement. Bundesforschungsministerin Edelgard Buhlman betonte, dass optische Technologien auch einen erheblichen Beitrag zum sparsamen Umgang mit den begrenzten Ressourcen unseres Planeten leisten.

Neben aktuellen Produkten der Geschäftsbereiche Lasermesssysteme und Spectral Technologies stellte Polytec auf der Veranstaltung ein Forschungsprojekt vor, welches gemeinsam mit der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik an der Universitätsklinik Frankfurt am Main und weiteren Forschungspartnern zur interferometrischen Topographiemessung von Zähnen durchgeführt wird.

Im Rahmen der Technologiestudie TopDent soll ein speziell für den Markt der restaurativen Zahnheilkunde zugeschnittenes Gerät konzipiert werden, das Oberflächen von Abgussmodellen berührungslos und zerstörungsfrei vermessen kann. Die Messdaten dienen als Grundlage zur vollautomatischen hochpräzisen Erstellung von Zahnersatz.



Topographie- und Ebenheitsmessung



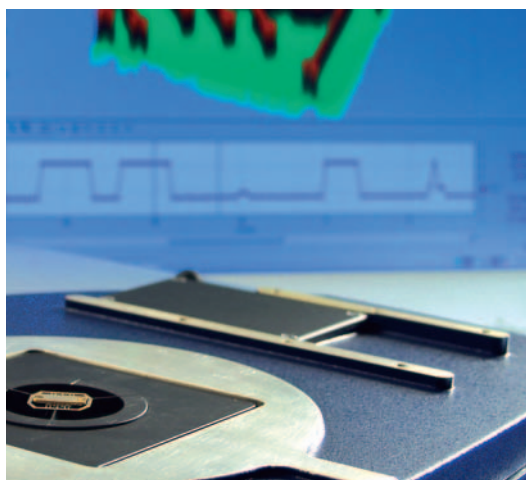
Optisch • Hochgenau • Drei Dimensionen

Seit der Schaffung der Grundlagen für die heutige interferometrische Messtechnik im 19. Jahrhundert hat sich diese Technik deutlich weiterentwickelt. Die Kombination mit der modernen Bildverarbeitung ermöglicht hochgenaue Anwendungen dieses Messverfahrens im Bereich Topographie- und Ebenheitsmessungen. Polytec bietet gleich zwei Weißlichtinterferometer für derartige Applikationen an.

TopMap

Mit TopMap steht ein sehr flexibles, robustes und hochgenaues Weißlichtinterferometer zur Verfügung.

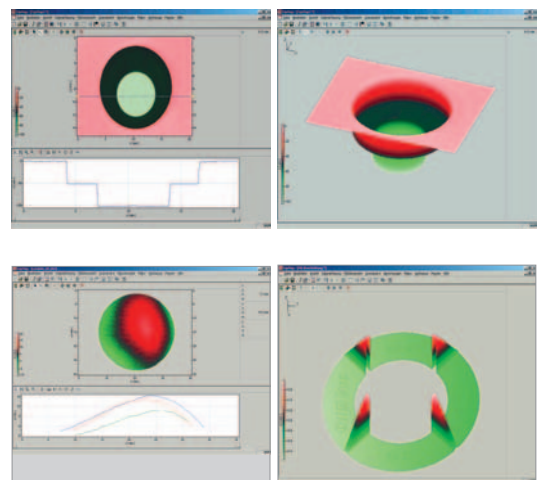
Mit den drei integrierten Bildfeldern werden Objekte bis zu einer Größe von $30 \times 40 \text{ mm}^2$ erfasst und vermessen. Der telezentrische Aufbau bietet einen Verfahrensweg von 45 mm und vermisst selbst Objekte mit scharfen Kanten hochgenau. Ein intelligentes Filtersystem passt die Kameraeinstellungen auf spiegelnde oder raue Oberflächen automatisch an.

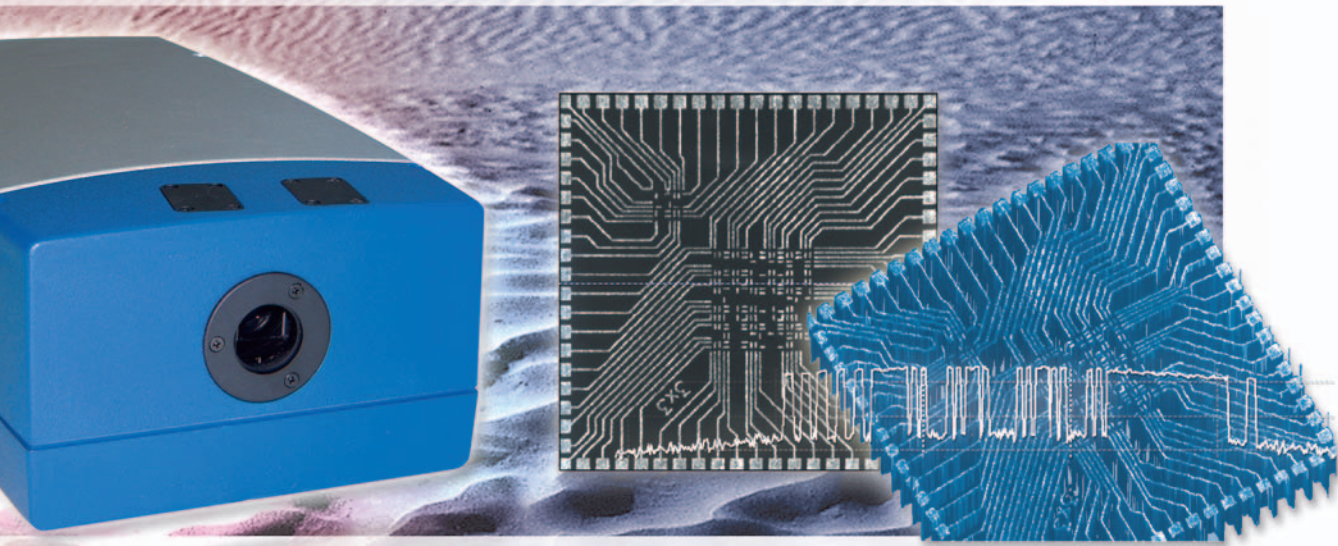


TopCam

TopCam bietet speziell für routinemäßige Überprüfungen die richtige Lösung. Ein vorher vom Kunden fest definiertes Bildfeld, sowie ein Verfahrensweg von mehreren Hundert Mikrometern passen sich an die gewünschte Applikation an und ermöglichen so eine hochgenaue Prozesskontrolle.

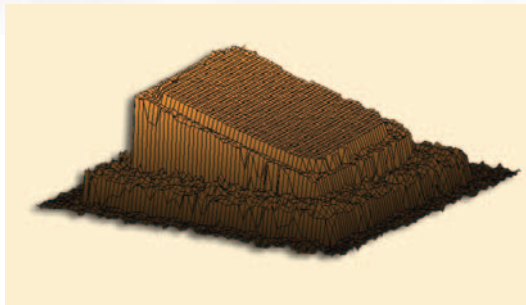
- Für raue und spiegelnde Oberflächen
- Schneller als taktile Sensoren
- Großflächig bis $30 \times 40 \text{ mm}^2$





Anwendungsbeispiele

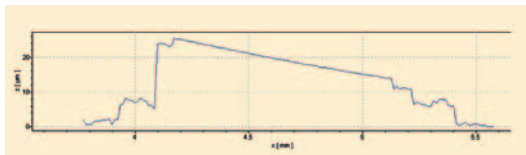
Charakterisierung eines Laserchips



3D-Ansicht eines Laserchips zur Qualitätskontrolle

TopMap ermöglicht eine hochgenaue Charakterisierung von Laserchips im Bereich der Qualitätssicherung. Eine 3D-Ansicht stellt jede Perspektive dar und vermittelt so einen ersten Überblick über den gesamten Chip. Eine genauere Untersuchung kann anhand von Profilschnitten vorgenommen werden.

Profilschnitt über die Oberfläche des Laserchips



KONTAKT

Unsere Vertriebsmitarbeiter informieren Sie gerne detailliert.

Rufen Sie uns einfach an:

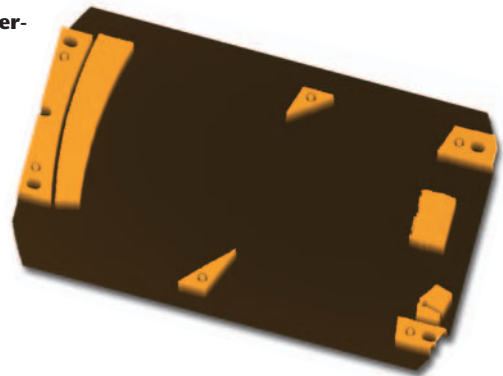
Telefon 0 72 43-604-174

E-mail: topmap@polytec.de

Topographie eines Faserspektrometers

Ein Faserspektrometer mit der Größe $30 \times 40 \text{ mm}^2$ wird vom TopMap komplett erfasst. Ein Aneinanderreihen (Stitching) einzelner Messungen ist somit überflüssig und garantiert eine hochgenaue Auflösung in Z-Richtung. Die benötigte Messzeit wird durch das große Bildfeld des TopMap erheblich reduziert.

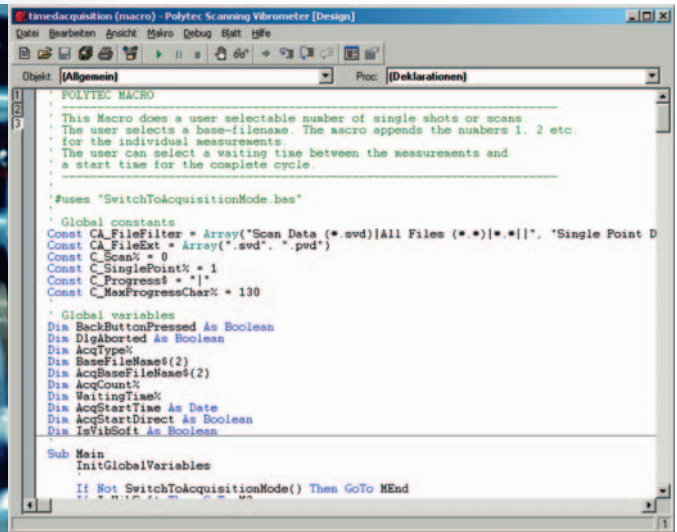
3D-Ansicht eines Faserspektrometers der Größe $30 \times 40 \text{ mm}^2$



Funktionsprinzip

Moderne Weißlicht-Interferometer bestehen aus einer Lichtquelle mit einer Kohärenzlänge im μm -Bereich, einem Strahlteiler, einem Referenzspiegel und einer CCD-Kamera mit Objektivsystem. Im Gegensatz zu klassischen Interferometern sind die hier beschriebenen Weißlicht-Interferometer in der Lage, raue technische Oberflächen zu vermessen. Die kurzkohärente Strahlung der Lichtquelle ermöglicht die hochgenaue Messung der Oberfläche. Dabei interferieren Objekt- und Referenzstrahl nur dann miteinander, wenn der Weg zwischen dem Strahlteiler und dem Objekt exakt dem Weg zwischen dem Strahlteiler und dem Referenzspiegel entspricht. Durch kontinuierliche Veränderung des Abstandes zwischen Strahlteiler und Objekt wird für jedes Kamerapixel die Höhe erfasst.

Höhere Produktivität *im Prüflabor*



Erweiterungen der Polytec Vibrometer Software erlauben die Automatisierung der Messdatenerfassung und -analyse sowie den Zugriff auf die Polytec Dateistrukturen von beliebigen Applikationen aus.

Die Polytec Software Produkte PSV und VibSoft sind mächtige Messwerterfassungs und -analyse-systeme zur Untersuchung von Schwingungs-phänomenen. Sie sind bestmöglich auf die Polytec Laser Vibrometer abgestimmt und erschließen dem Benutzer erst das gesamte Leistungsspektrum dieser hochwertigen Messtechnik. Beide Soft-warepakete sind für die interaktive Durchführung und Analyse von Messungen konzipiert.

Für bestimmte Aufgabenstellungen, die über den Standard Leistungsumfang von PSV und VibSoft hinausgehen, stellt Polytec Software-Komponenten zur Verfügung, die eine maximale Anpassung der Softwarefunktionalität an individuelle Anforder-ungen ermöglichen.

PSV Visual Basic Engine

PSV und VibSoft enthalten eine Visual Basic Engine zur Durchführung vollständig automatisierter Prozessabläufe. Die Visual Basic Engine beinhaltet eine Entwicklungsumgebung für das Erstellen und Bearbeiten von Programmen sowie eine Runtime-Umgebung für die Ausführung.

Anwendungsbeispiele:

1. Durchführung von Messungen
 2. Export von Daten in spezifische Zielformate
 3. Kundenspezifische Anwendungen,
z. B. Überwachung externer Geräte durch
Programmierung des digitalen I/O-Ports
- Erstellen von kundenspezifischen Dialogboxen

Polytec File Access

Polytec FileAccess ist eine Sammlung von Software Objekten, die gemäß dem Microsoft Component Object Model (COM) von Polytec bereitgestellt werden. Polytec File Access stellt seine Funktionalität mittels einer Klassen-hierarchie mit Methoden und Eigenschaften zur Verfügung. Diese Methoden und Eigen-schaften erlauben den Zugriff auf nahezu alle Informationen, die in folgenden Strukturen gespeichert sind:

- PSV Messdaten-Dateien
(Scandaten *.svd und Einpunktdaten *.pvd)
- PSV Konfigurationsdateien
- VibSoft Messdaten-Dateien
- VibSoft Konfigurationsdateien

Dem Standard COM entsprechend, kann auf die COM-Objekte von Polytec File Access von nahezu jeder Programmiersprache zugegriffen werden, z. B. mit Visual Basic, VBA, Visual C++, Delphi, etc.

Anwendungsbeispiele:

1. Direkter Zugriff von MS EXCEL über Visual Basic for Applications auf die Messdaten einer PSV-Messung zur Visualisierung in EXCEL.
2. Durchführung spezieller Auswertalgorithmen in PSV oder VibSoft über Basic Makros, die in den Basic Editor von PSV bzw. VibSoft geladen werden können.

Für die Lösung Ihrer konkreten Aufgabenstellung stehen Ihnen kompetente Ansprechpartner aus Ver-trieb und Applikation zur Verfügung.

Mehr Infos unter E-mail: Lm@polytec.de

Möglichkeiten *der Vibrometrie*

FÜR EINSTEIGER UND ERFAHRENE ANWENDER

Für das weite Feld der berührungslosen Laser-Messtechnik haben wir die gängigen Vibrometer-Messverfahren und Polytec-Lösungen zusammengestellt. Auch erfahrene Anwender könnten bei der Vielzahl an Varianten die eine oder andere übersehen – und so die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nicht effizient nutzen. Die folgenden Darstellungen verdeutlichen die Anwendbarkeit der Vibrometer bei verschiedenen Aufgabenstellungen. Laser-Vibrometrie weist alle Vorteile berührungsloser Messtechnik auf. Lediglich der freie Zugang des Messstrahls zum Objekt muss gegeben sein. In der Symbolerklärung wird daher auf die Beziehung zwischen Messobjekt, seiner Schwingrichtung und der notwendigen Strahlführung hingewiesen. Unter Umständen gibt diese Übersicht ja den Anstoß zu neuen Ideen. Wir wünschen viel Erfolg und unterstützen Sie gerne mit weiterführender, detaillierter Beratung.

Laser-Vibrometer messen berührungslos die Schwinggeschwindigkeit oder je nach Konfiguration auch den Schwingweg.

Fortsetzung auf Seite 4 >>

Beratung! · Demo! · Test!
Telefon (0 72 43)-604-104/-178
Lm@polytec.de

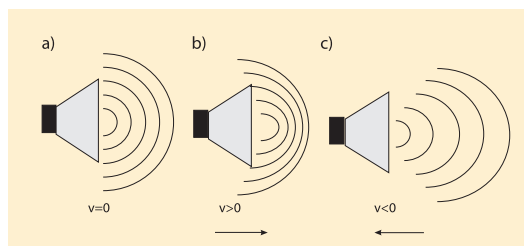
POLYTEC GMBH
Polytec-Platz 1-7
D-76337 Waldbronn
Tel. +49 (0) 72 43 6 04-0
Fax +49 (0) 72 43 6 99 44
info@polytec.de

Grundlagen der Vibrometrie

Laser-Doppler-Vibrometer (LDV) eignen sich in besonderer Weise für die Messung von Schwingungsvorgängen, bei denen alternative Verfahren an ihre Grenzen stoßen oder schlicht nicht anwendbar sind. So messen LDV beispielsweise Schwingungen bis in den MHz-Bereich mit sehr linearer Phasen-Kennlinie und hoher Amplitudengenauigkeit. Auch für das Messen von Luft- und Fluid-Schwingungen oder Schwingungen von sehr kleinen und leichten Strukturen eignen sich ausschließlich kontaktfreie Mess-Verfahren. Das Messprinzip, bei dem die Frequenz eines Laserstrahls durch die Objektbewegung moduliert und interferometrisch ausgewertet wird, soll im folgenden erläutert werden.

Der Doppler-Effekt

Die alltägliche Erfahrung, dass bewegte Schallquellen einen anderen Ton erzeugen als ruhende, wird im LDV ausgenutzt und zur Geschwindigkeitsbestimmung des Messobjekts verwendet. Da die Ausbreitung von Licht ebenso als Fortpflanzung von Wellen betrachtet werden kann wie beim Schall, gelten die Gesetzmäßigkeiten aus der Akustik analog. Die nachfolgende Betrachtung bezieht sich aus Anschauungsgründen daher auf eine bewegte Schallquelle.



In Abbildung 1 sind die drei Fälle einer ruhenden (a), sich nach rechts (b), bzw. links (c) bewegender Schallquelle (Lautsprecher) dargestellt. Die von den Lautsprecher ausgehenden Linien seien die Schwingungsmaxima zu einem festen Beobachtungszeitpunkt t . Befindet sich nun ein Beobachter jeweils rechts des Lautsprechers, so nimmt er im ersten Fall eine Frequenz wahr, die der vom Lautsprecher abgestrahlten Frequenz entspricht. Im zweiten Fall bewege sich der Lautsprecher auf den Betrachter zu ($v > 0$). Dadurch erscheint dem Beobachter die Wellenfront quasi „gestaucht“, die Schwingungsmaxima kommen in kürzeren Abständen auf ihn zu als bei einem ruhenden Lautsprecher. Dies resultiert in einer wahrgenommenen Frequenz, die größer ist als die durch die Oszillation des Lautsprechers verursachte. Analog dazu erscheint die beobachtete Frequenz bei einer sich von einem Beobachter wegbewegenden Schallquelle niedriger als die ursprüngliche (Fall c).

Wird die Welle von einem bewegten Objekt reflektiert und einem Messsystem detektiert (wie es im LDV der Fall ist) beträgt die gemessene Frequenzverschiebung der Welle:

$$f_D = 2v/\lambda$$

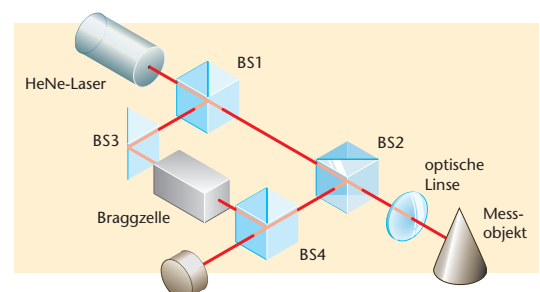
mit v gleich der Geschwindigkeit des Objektes und λ der Wellenlänge der ursprünglichen Welle. Um im Umkehrschluss die Geschwindigkeit eines Objektes bestimmen zu können, muss bei bekannter Wellenlänge die (Doppler-)Frequenzverschiebung gemessen werden. Dies wird mit Hilfe eines Interferometers im LDV erreicht.

Interferometrie

Die Basis der Laser-Doppler-Vibrometer bildet das Prinzip der optischen Interferenz, dessen Kernaussage darin besteht, dass bei der Überlagerung zweier zeitlich kohärenter Licht-Strahlen mit den Einzelintensitäten I_1 und I_2 die Gesamtintensität beider Strahlen nicht einfach gleich der Summe der Einzelintensitäten ist, sondern nach der Formel

$$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos[(r_1 - r_2)/\lambda + \delta_1 - \delta_2]$$

mit einem sog. Interferenzterm moduliert ist. Dieser Interferenzterm bedeutet, dass bei einer Wegdifferenz zwischen beiden Strahlen, die einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge des Lichtes entspricht, die Gesamtintensität das Vielfache einer Einzelintensität beträgt.



Gleichzeitig beträgt die Gesamtintensität bei halbzahligen Vielfachen der Wellenlänge gerade genau Null. Im ersten Fall spricht man von konstruktiver, im zweiten Fall von destruktiver Überlagerung beider Strahlen.

Wie nun diese physikalische Gesetzmäßigkeit im LDV technisch ausgenutzt wird, zeigt Abbildung 2. Der Strahl eines Helium-Neon-Lasers wird von einem Strahlteiler (BS 1) in einen Referenz- und einen Messstrahl aufgeteilt. Der Messstrahl passiert den zweiten Strahlteiler (BS 2), wird auf das Messobjekt fokussiert und von dort reflektiert. Dieser reflektierte Strahl wird von BS 2 nun (im Bild) nach unten abgelenkt und mit dem Referenzstrahl durch den vierten Strahlteiler (BS 4) auf dem Detektor zur Überlagerung gebracht. Da der optische Weg des Referenzstrahls (mit Ausnahme vernachlässigbarer thermischer Effekte auf das Interferometer) zeitlich konstant ist ($r_2 = \text{const.}$), erzeugt eine Bewegung des Messobjektes ($r_1 = r(t)$) ein für die Interferometrie typisches Hell-Dunkel-Muster auf dem Detektor. Ein kompletter Hell-Dunkel-Zyklus auf dem Detektor entspricht dabei einer Verschiebung des Objektes von genau einer halben Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Im Falle des nahezu ausschließlich für Vibrometer verwendeten Helium-Neon-Lasers entspricht dies einem Weg von 316 nm! Die Änderung der optischen Weglänge pro Zeiteinheit manifestiert sich als Dopplereffektverschiebung des Messstrahls. Messtechnisch wird die Modulationsfrequenz des Interferenzmusters bestimmt, die direkt proportional zur Geschwindigkeit des Messobjektes ist. Da eine Objekt-Bewegung vom Interferometer weg das gleiche Modulationsmuster (und -frequenz) hervorruft wie eine Objekt-Bewegung auf das Interferometer zu, kann mit diesem Aufbau allein noch nicht die Richtung des Objektes eindeutig erkannt werden. Zu diesem Zweck wird in den Referenzstrahl ein akusto-optischer Modulator (Bragg-Zelle) eingesetzt, der eine Verschiebung der Licht-Frequenz um 40 MHz bewirkt (zum Vergleich: das Laser-Licht besitzt eine Frequenz von $4.74 \cdot 10^{14}$ Hz). Hierdurch wird eine Modulationsfrequenz des Interferenzmusters von 40 MHz erzeugt, die einen Stillstand des Messobjektes anzeigt. Bewegt sich das Objekt auf das Interferometer zu, wird diese Modulationsfrequenz erniedrigt, bewegt es sich hingegen vom Vibrometer weg, sieht der Detektor eine Frequenz, die größer als 40 MHz ist. Nun ist es also möglich, nicht nur den Betrag des Weges, sondern auch die Bewegungsrichtung eindeutig zu bestimmen.



Weg oder Geschwindigkeit

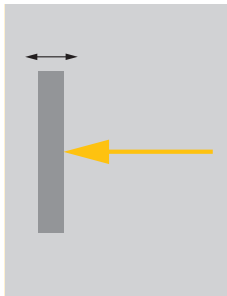
Prinzipiell ist es möglich, mit dem LDV nicht nur Geschwindigkeiten, sondern auch direkt Wege zu messen. In diesem Fall wird nicht die Doppler-Frequenz in eine Geschwindigkeitsproportionale Spannung umgewandelt, sondern die Hell-Dunkel-übergänge auf dem Detektor gezählt. Durch geeignete Interpolationstechnik erreichen Polytecs Vibrometer so eine Auflösung von 2 nm, bei digitaler Demodulationstechnik sogar bis in den Bereichen von pm. Bei niedrigen Frequenzen (im sub-HZ-Bereich) sollte man eher auf die Weg-, bei höheren Frequenzen eher auf die Geschwindigkeits-Demodulation zurückgreifen, da für die maximalen Amplituden harmonischer Schwingungen gilt:

$$v = 2\pi \cdot f \cdot s$$

Mit zunehmender Frequenz erzeugt eine Schwingung eine relativ grosse Geschwindigkeit bei schon sehr niedriger Weg-Amplitude.

Beratung! · Demo! · Test!
Telefon (0 72 43)-604-104/-178
Lm@polytec.de

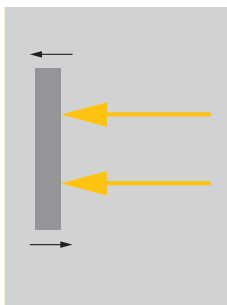
>> Fortsetzung von Seite 1



Einpunkt-Schwingungsmessung „out-of-plane“

Einpunkt-Vibrometer messen die Schwingungen eines Objektes in Richtung des Laserstrahles. Bei senkrechter Ausrichtung zur Objektoberfläche wird daher auch die Bezeichnung "out-of-plane" Vibrometer verwendet.

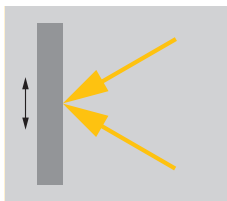
- Bewährte Lösungen für alle Oberflächen: OFV-303 und OFV-353
- Faseroptiksystem: OFV 511, OFV 518
- Für den rauen Industrieinsatz: CLV mit Schutzart IP64: IVS-200
- Portabel und digital: PDV-100



Differentielle Schwingungsmessung „out-of-plane“

Differentiell messende Vibrometer erlauben die Schwingungsmessung zwischen zwei relativ zueinander schwingenden Messpunkten. Spezielle Umlenk- bzw. Faseroptiken erlauben die Untersuchung schwer zugänglicher Messpunkte.

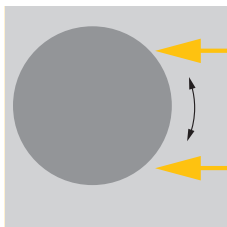
- OFV-512, das faseroptische Vibrometer
- Besonders für hohe Geschwindigkeiten: Das Highspeed-Vibrometer HSV-2002



In-plane Schwingungsmessung

Zur Messung von Schwingungen in der Oberflächenebene, d.h. senkrecht zur optischen Achse.

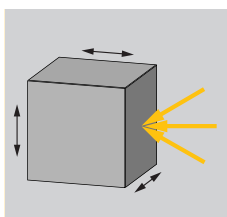
- Mit der Kombination aus LSV-065 (Sensor) und OFV-3310/-3320 (Controller) sind Anwendungen wie z. B. Messung von Keilriemen- oder Kolbenschwingungen möglich.



Messung von Rotationsschwingungen

Für die Messung von Torsionsschwingungen und Drehungleichförmigkeiten. Funktioniert unabhängig von der Oberflächenform und -beschaffenheit.

- Drehbewegungen erfassen und auswerten mit „RotVib“ OFV-400/-4000

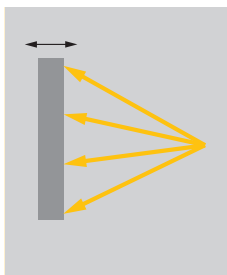


3D-Schwingungsmessung

Das 3D-CLV Vibrometer

3 linear unabhängig orientierte, sich im Messpunkt kreuzende Laserstrahlen erlauben die Messung des dreidimensionalen Schwingungsverhaltens.

- Alle drei Raumrichtungen gleichzeitig erfassen mit dem 3D-CLV

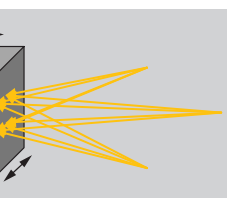


Flächenhafte Schwingungsmessung

Scanning Vibrometer für die automatisierte flächenhafte Schwingungsmessung und -visualisierung. Höchste Effizienz durch geringen Zeitaufwand von der Messung zum Ergebnis.

- PSV-300 für alle großen und kleinen flächenhaften Schwingungsmessungen

- MSV-300 für mikroskopische Untersuchungen - z. B. im MEMS-Bereich
- PMA-300 Planar Motion Analyzer für die Messung von In-Plane-Schwingungen von Mikrostrukturen (Stroboskopische Video-Mikroskopie)



Flächenhafte 3D Schwingungsmessung

Erfassung der vollständigen 3-dimensionalen Strukturmechanik

- PSV-300-3D Scanning Vibrometer für die automatisierte flächenhafte Messung und

Visualisierung des 3D-Schwingungsverhaltens.

- MMA-300 Micro Motion Analyzer: 3-dimensional messendes System zur Charakterisierung des Schwingungsverhaltens von Mikrostrukturen.

Polytec on Tour

Die erste Roadshow des Geschäftsbereiches Lasermesssysteme war ein voller Erfolg. Sie führte vom 17. bis zum 21.03.2003 von Köln über Braunschweig und Magdeburg nach München.

Neben Vorträgen zum Produkt- und Dienstleistungsspektrum von Polytec, zu aktuellen Produktneuheiten und zu den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Lasermesssystemen in der Praxis stand die praktische Vorführung der Laser-Doppler-Vibrometer-Systeme im Zentrum des Interesses.

Die Teilnehmer überzeugten sich persönlich, wie schnell mit dem Polytec Scanning Vibrometer PSV-300 aussagefähige Daten zum flächenhaften Schwingverhalten von Strukturen gewonnen werden können. Sehr interessiert wurde verfolgt, wie Materialdefekte anhand von Änderungen im Frequenzspektrum und in der Modenstruktur eines Bauteils identifiziert und lokalisiert werden können.



Insbesondere die Teilnehmer aus dem Anwendungsbereich Automobilindustrie verfolgten gespannt, wie mit dem Polytec High Speed Vibrometer HSV Ventilerhebungskurven an einem mitgebrachten, geschleppten Versuchsmotor durchgeführt wurden.

Neben den Messungen an Makrostrukturen wurde am Beispiel einer MEMS Cantilever-Struktur vorgeführt, wie mit dem Micro Scanning Vibrometer MSV 300 das flächenhafte Schwingverhalten von Mikrostrukturen charakterisiert werden kann.

Ebenfalls großes Interesse rief ein Prüfstands-aufbau von Polytec Noise Analyses hervor, der „live“ demonstrierte, wie Vibrometer-Technologie zusammen mit einer leistungsfähigen Auswertungs-, Klassifizierungs- und Steuerungssoftware in der Serienprüfung für 100%-Tests eingesetzt werden kann.

Die zahlreiche und rege Teilnahme von Anwendern und Interessenten an allen Standorten haben die Veranstaltung zu einem vollen Erfolg werden lassen. Durch das positive Feedback bestärkt, plant Polytec ähnliche Veranstaltungen für die Zukunft.

Über Termine und Orte werden wir Sie rechtzeitig informieren.

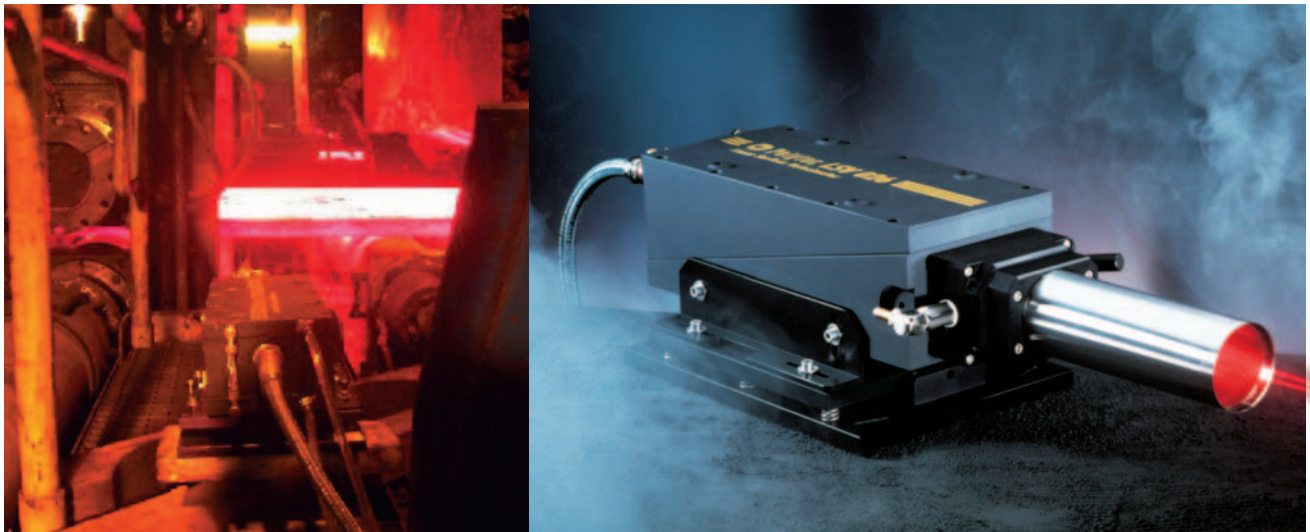


In einer weiteren Vorführung machte das kompakte, portable Digitalvibrometer PDV 100 an einem Radiogehäuse akustische Schwingungen sehr kleiner Amplitude nicht nur sichtbar, sondern über ein Verstärkersystem auch auf eindrucksvolle Weise hörbar.

Dass die Laser-Doppler-Vibrometrie ein äußerst vielseitig einsetzbares Verfahren ist, und weit mehr erlaubt als die Messung von Out-of-plane Schwingungen (in Richtung des Laserstrahls), wurde durch Vorführungen mit dem In-Plane Vibrometer und dem Rotationsvibrometer OFV 400 demonstriert. Mit letzterem wurde an einer rotierenden Struktur gezeigt, wie Informationen über Drehungleichförmigkeiten oder Torsionsschwingungen berührungslos gewonnen werden können.



Messe das Eisen *so lange es heiß ist!*



Bewegungsmessungen an der Dünnbrammengießanlage mittels Laser-Surface-Velocimetrie

Der Titel beschreibt plastisch die Anforderung an die zu lösende Messaufgabe in der Stahlindustrie, sind doch präzise Längen- und Geschwindigkeitsdaten von glühenden Objekten wichtige Parameter für die Steuerung und Kontrolle des Produktionsprozesses. Für die Gewinnung der Daten eignen sich berührungslos arbeitende Messverfahren in besonderer Weise.

ERLÄUTERUNGEN – FACHBEGRIFFE

Bramme, Hüttentechnik: im Stahlwerk in einer Kokille gegossenes metallurgisches Halbzeug (Vorzzeugnis) von rechteckigem Querschnitt zur Herstellung von Blechen und Bändern im Walzwerk.

Kokille [französisch coquille, eigentlich >Muschel<] die, -/-n, Gussform aus Gusseisen oder warmfesten legierten Stählen, die bei den unterschiedlichen Kokillengiessverfahren verwendet wird. (Gießerei)

Ziel der hier vorgestellten Messung war es, das Längenmaß eines zu schneidenden heißen Stranges und seine Transportgeschwindigkeit (= Gießgeschwindigkeit der gegossenen Bramme) berührungslos zu ermitteln. Diese Daten wurden zur Überprüfung entsprechender Messdaten, die die Gießanlage selbst bereitstellt, herangezogen. In der Dünnbrammengießanlage wird flüssiger Stahl in der sogenannten Kokille kontinuierlich in einen Strang (Bramme) vergossen, der zur weiteren Verarbeitung über ein System von

angetriebenen und frei drehbaren Rollen durch die Anlage geführt wird. Um einen gleichmäßigen Materialtransport zu gewährleisten, führt die Kokille eine periodische Hubbewegung mit einer Frequenz von 5,1 Hz mit einigen cm Hub aus.

Messaufgabe

Im Juni 2002 wurde vom Technischen Büro Alfred Rachner in Zusammenarbeit mit der Firma Polytec GmbH eine Versuchsmessung zur hochgenauen Laser-Brammenlängenmessung und Laser-Brammengeschwindigkeitsmessung bei der ThyssenKrupp Stahl AG in Duisburg an der Dünnbrammengießanlage (nachfolgend GWA genannt) durchgeführt.

Eine Brammenschere teilt den kontinuierlichen Strang in Teilstücke definierter Länge.

Für die Steuerung des Schneidprozesses wird eine genaue Längeninformation über die zu verarbeitende Bramme benötigt. Die Anlage selbst misst hierzu die Länge der Bramme über Messrollen. Es kommt hierbei allerdings immer wieder zu Verschmutzungen an den Messrollen, die die Ergebnisse verfälschen können, und einen Wartungseinsatz erforderlich machen.

Das Laser-Velocimeter-Messsystem wurde zwischen zwei Antrieben vor der Brammenschere eingerichtet. Es bestand aus einem Polytec Laser Surface Velocimeter LSV-026-1506-IF mit Kühlvorrichtung, dem Polytec Signal Prozessor LSV-210-01 sowie einem PC System zur Steuerung und Datenauswertung.

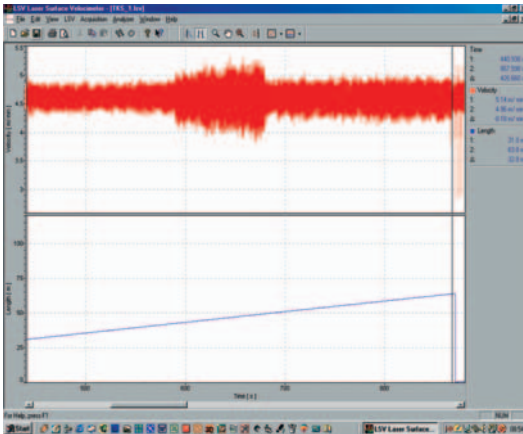


Abbildung 1
Geschwindigkeits- und Wegsignal
einer Bramme

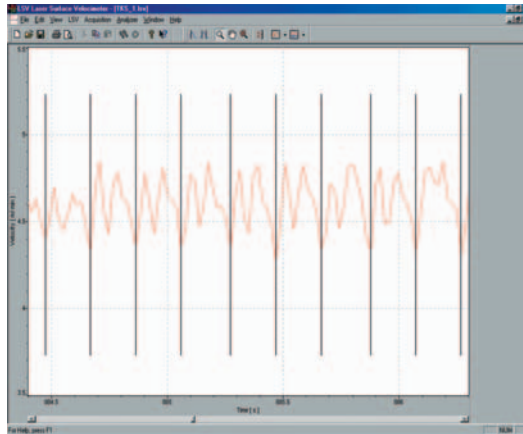


Abbildung 2
Kokillenhuboszillation auf dem
Geschwindigkeitssignal

Ergebnis

Die Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse einer Geschwindigkeits- und Vorschubmessung an einer Bramme. Im oberen Abschnitt der Grafik ist die Brammengeschwindigkeit, im unteren der Vorschub als Funktion der Zeit zu erkennen. Die Messwertschwingungen des Geschwindigkeitssignals können eindeutig dem Kokillenhub zugeordnet und nachgewiesen werden (Abbildung 2).

Überraschend stellte sich jedoch die Schwingungserhöhung in der Mitte der zu schneidenden Bramme heraus. Als Ursache für diese Schwingungserhöhung konnte eine Kokillenverstellung identifiziert werden, die zur Nachregelung der Brammenbreite vorgenommen wird. Diese Manipulationen übertragen sich auf den gesamten Strang und sind noch an weit entfernten Stellen nachweisbar. Bei Messungen weiterer Brammen mit unterschiedlichen Brammenlängen ist die Schwingungserhöhung immer im mittleren Teil der Bramme zu erkennen.

Die Brammengeschwindigkeit konnte eindeutig ermittelt werden. Hier gab es kaum Differenzen zur errechneten Brammengeschwindigkeit der Anlage festzustellen.

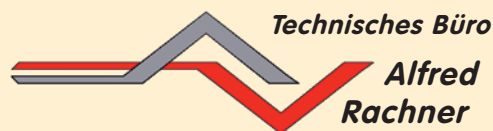
In Bezug auf die tatsächliche Brammenlänge kam es jedoch zu deutlichen Differenzen zwischen den Werten der Anlage und den Ergebnissen des Laser-Velocimeters. Die festgestellten Abweichungen lagen im Bereich von 100 – 150 mm, selten bei max. 300 mm Differenz.

Es muss davon ausgegangen werden, dass der Kokillenhub die vorhandene Anlagenlängenmessung verfälscht, da die Brammen zusätzlich durch den Richttreiberantrieb beschleunigt und verzögert werden (Schlupf).

Fazit

Es konnte erfolgreich gezeigt werden, dass über ein von der Bewegung unabhängiges, berührungslos messendes Laser-Messsystem verlässlichere Aussagen zur tatsächlichen Brammenlänge gewonnen werden als von der Dünnbrammengießanlage selbst.

KONTAKT



von:

Alfred Rachner
Technisches Büro Alfred Rachner,
Thyssenstrasse 179 · 46535 Dinslaken

Alfred Rachner
Alfred.Rachner@t-online.de

Thomas Karasinski, Polytec GmbH
T.Karasinski@Polytec.de

Erfolgreiche Charakterisierung von MEMS

VON ERIC LAWRENCE, POLYTEC PI – TUSTIN, CA USA UND KEVIN SPELLER, APPLIED MEMS – STAFFORD, TX USA



Bild 1

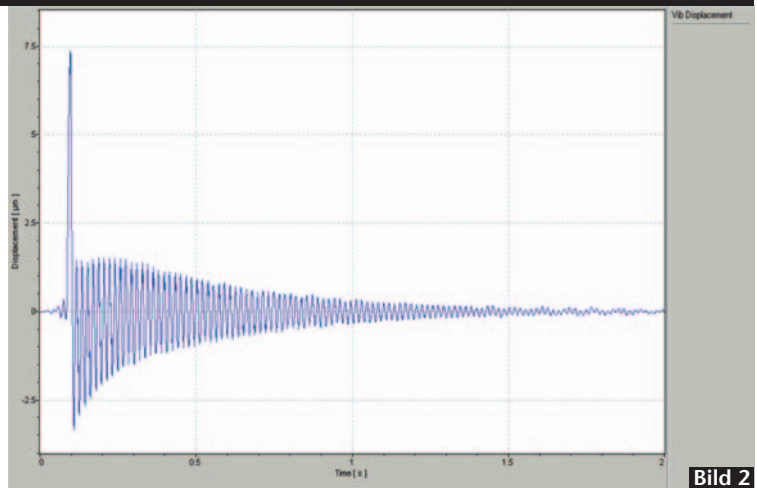


Bild 2

Messungen bei Applied MEMS, USA mit dem POLYTEC Microscope Scanning Vibrometer MSV-300

Die Laser Doppler Vibrometrie (LDV) ist ein etabliertes Verfahren zur Charakterisierung einer Vielzahl verschiedener MEMS Technologien wie Mikrooptiken, Beschleunigungsaufnehmer, Aktuatoren, Gyroskope, Oszillatoren und Mikropumpen. LDVs werden nicht nur bei der Entwicklung solcher MEMS, sondern mehr und mehr auch in der industriellen Produktionskontrolle eingesetzt. In diesem Artikel werden Untersuchungen an MEMS beschrieben, die von POLYTEC USA zusammen mit der Firma Applied MEMS durchgeführt wurden. Mit dem Micro-Scanning-Vibrometer (MSV-300) wurden zwei kommerziell verfügbare Produkte von Applied MEMS getestet: Ein DuraScan™ Mikrospiegel und ein rauscharmer Si-Flex™ Beschleunigungsaufnehmer.

Der MEMS DuraScan™ Spiegel ist ein elektrostatisch angeregter Spiegel, der um zwei definierte Achsen bewegt werden kann. Im Vergleich zu konventionellen Spiegeln wird der DuraScan™ Spiegel aus einem Silizium-Einkristall gefertigt und zeichnet sich durch kleine Baugröße (3 mm x 3 mm), geringere Kosten und höhere Leistungsfähigkeit aus. (Bild 1)

Mit dem MSV-300 wurden Echtzeit-Messungen des Antwortverhaltens durchgeführt, wenn der Spiegel von einem stabilen Kippzustand in einen anderen geschaltet wird. Hierbei sind Geschwindigkeit und Genauigkeit die Schlüsselindikatoren für eine hohe Leistungsfähigkeit des MEMS. Ein 150 Volt Impuls wurde angelegt um den Spiegel bei seiner prinzipiellen Torsionsresonanz bei 55 Hz anzuregen (Bild 2).

Das hierbei auftretende Nachschwingverhalten muss weitmöglichst entfernt werden, um den Spiegel für Anwendungen zur Strahlablenkung oder als optischer Schalter zu optimieren.

Die Spiegeleigenschaften wurden durch eine patentierte Kontrolltechnik (Input Shaping™) optimiert. Resonante Schwingungen werden durch eine kontrollierte schrittweise Auslenkung des Spiegels (Step Actuation) praktisch eliminiert. Mit dem POLYTEC MSV-300 wurden die Betriebsschwingungen des Spiegels bei dieser schrittweisen Anregung aufgenommen und visualisiert.

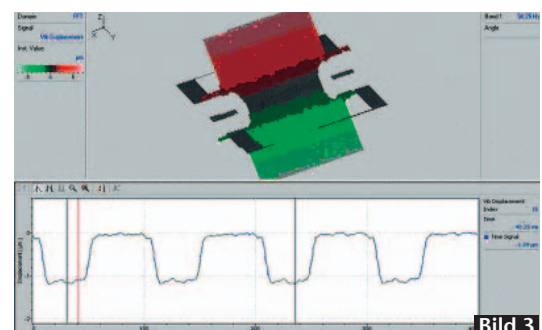


Bild 3

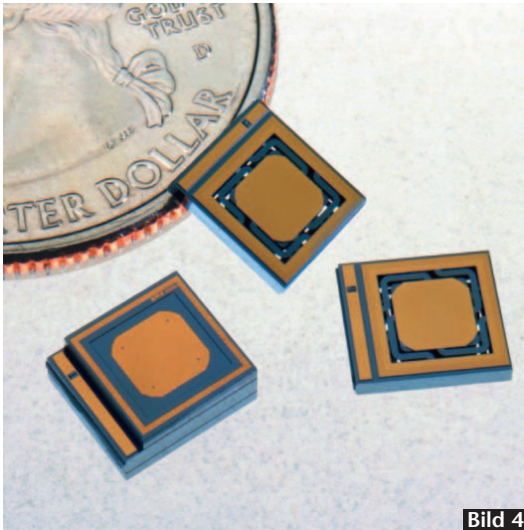


Bild 4

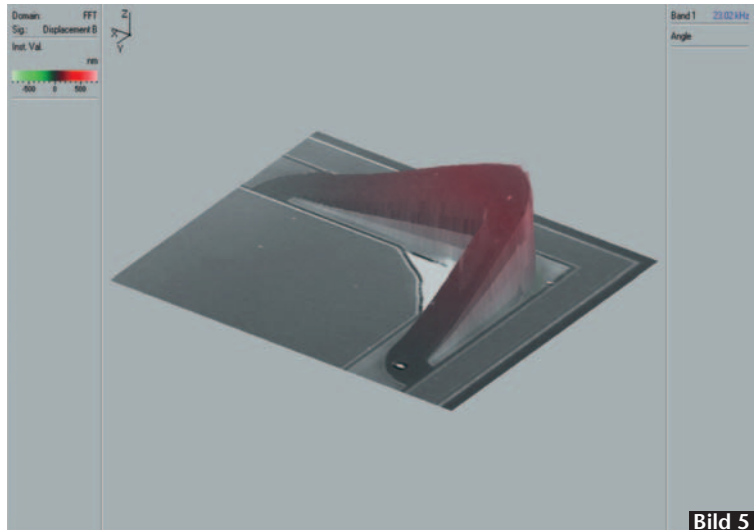


Bild 5

Die Darstellung der Messdaten in der Zeitdomäne als 3-D Schwingungsbild hat maßgeblich zum Verständnis des Schwingungsverhaltens des Mikrospiegels beigetragen. (Bild 3).

Der Spiegel wurde viele Male pro Sekunde zwischen seinen stabilen Kippzuständen hin- und hergeschaltet ohne dass unerwünschte Schwingungseffekte festgestellt wurden.

Weitere Messungen wurden zusammen mit Applied MEMS an den Si-Flex™ Beschleunigungsaufnehmern durchgeführt (Bild 4).

Diese MEMS sind stabile, robuste hochempfindliche Servo- Beschleunigungsaufnehmer mit einem Rauschpegel nahe bei $30 \text{ ng}/\sqrt{\text{Hz}}$ und einem Dynamikbereich von $>115 \text{ dB}$. Anwendungen dieser MEMS sind seismische Untersuchungen und Beobachtungen, Navigationsanwendungen, sowie Schwingungsanalyse und Monitoring.

In einem frühen Stadium der Entwicklung wurden im Ausgangssignal des MEMS-Beschleunigungsaufnehmers unerwünschte Resonanzen bei ca. 20 kHz festgestellt. Obwohl diese Frequenz außerhalb des Betriebsbereiches des Sensors liegt, wurde sie als Grund für eine verminderte Leistungsfähigkeit angesehen. Der genaue Grund für diese Resonanzfrequenz war nicht bekannt. Man vermutete mechanische Resonanzen als Ursache, die in der FEA Simulation gefunden wurden. Dieses Resonanzen könnten vielleicht das Closed-Loop Ausgangssignal des Sensors unerwünscht beeinflussen.

Scannende Messungen mit dem MSV-300 zeigten eine eindeutige mechanische Resonanz des Feder-Ellbogens (Bild 5). Da für diese Messungen lediglich eine mechanische Anregung des Sensors eingesetzt wurde, konnten elektrische Einflüsse

ausgeschlossen werden. Die Messungen zeigten weiterhin zusätzliche Resonanzen des Federarms bis zu Frequenzen von 1 MHz. Als Ergebnis der Messungen wurde der Sensor neu konstruiert und die unerwünschten Effekte dieser Resonanzen reduziert. Das optimierte Sensor Design zeigte dann auch ein deutlich besseres Verhalten.

Fazit

An diesen beiden Beispielen konnte gezeigt werden, dass die Laser-Doppler-Vibrometrie ein wertvolles Hilfsmittel bei der Entwicklung von MEMS Systemen sein kann. LDV Messungen werden herangezogen zur Charakterisierung, Fehlerbeseitigung und Designoptimierung von MEMS. Bei Applied MEMS hat das Polytec MSV-300 dazu beigetragen die Entwicklungszeit zu verkürzen, die Leistungsfähigkeit der MEMS zu erhöhen und somit die gesamten Herstellkosten zu reduzieren.

KONTAKT

Eric Lawrence
in unserer US-Niederlassung in Kalifornien:
ericl@polytecpi.com

Kevin Speller
von Applied MEMS:
info@appliedmems.com

Weitere Infos unter: Lm@polytec.de

Primäre Schwingungs-Kalibrierung mittels Laser-Interferometrie

Anforderungen, Herausforderungen und erste Experimente mit einem neuen Kalibriersystem

In den vergangenen Jahren wurden die bis dato gültigen Kalibrierstandards für Schwingungs- und Schock-Sensoren vollständig überarbeitet. Ergebnis dieser Aktivitäten ist eine neue Reihe von ISO-Normen „Methods for the calibration of vibration and shock transducers, ISO16063-xx“.

VON UWE BÜHN UND HOLGER NICKLICH SPEKTRA GMBH DRESDEN.

Diese Überarbeitung wurde einerseits angestoßen durch neue Anforderungen aus der zunehmenden internationalen und weltweiten Zusammenarbeit, sowie andererseits durch die Möglichkeit neue Technologien einzusetzen bzw. die aktuellen Fortschritte in bewährten Technologien aufzugreifen. Für die Kalibrierung von Schwingungssensoren wird in der Praxis am häufigsten auf die Methode der Sekundär-Kalibrierung gemäß ISO 16063 Teil 21 zurückgegriffen. Hierbei wird das zu prüfende System mit einem als Referenz-Standard dienenden Beschleunigungssensor verglichen. Dieser Referenz-Standard muss zuvor auf übergeordneter Ebene kalibriert worden sein, z. B. durch Primär-Kalibrierung bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.

Laser-interferometrische Kalibrierung

In Teil 11 des neuen ISO-Standards werden Laser-interferometrische Methoden für die Primär-Kalibrierung beschrieben. Hierbei werden die unbekannten Messgrößen – Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit, Schwingweg – direkt auf die Wellenlänge des Laserlichtes zurückgeführt. Im ISO Standard werden verschiedene Primär-Kalibrier-Methoden beschrieben. SPEKTRA hat eine Primär-Kalibrier Option in das SPEKTRA Kalibrierungssystem integriert, die auf der im ISO Standard beschriebenen „Sinus-Approximations-Methode“ (Methode 3) basiert.

Diese Methode zeichnet sich dadurch aus, dass sowohl große Bandbreiten im Frequenz- und Amplitudenbereich zur Verfügung stehen, als auch Amplituden und Phasenmessung gleichzeitig möglich sind.



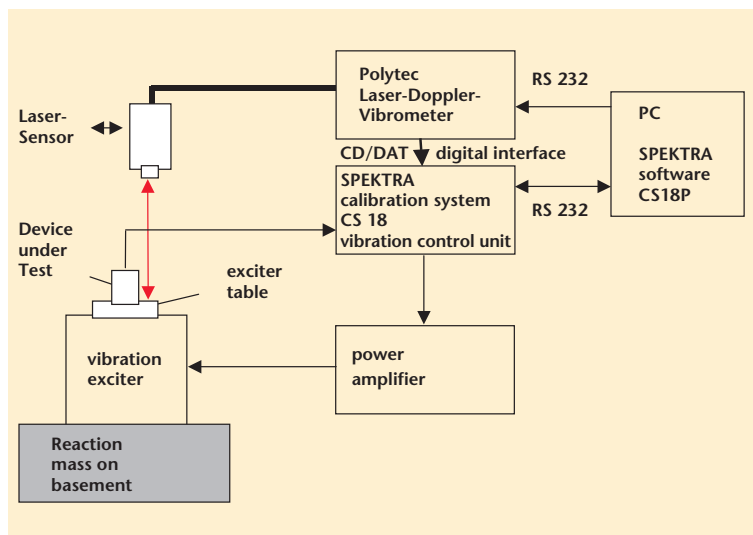
Aufgrund der hohen Genauigkeit von Interferometern kann eine Primär-Kalibrierung mit sehr geringer Messunsicherheit erwartungsgemäß mit angemessenem Aufwand bewerkstelligt werden.

Aufgrund der fortschreitenden günstigen Preisentwicklung für die benötigten Komponenten werden zukünftig solche Systeme nicht nur in den nationalen Metrologie-Laboratorien anzutreffen sein, sondern zunehmend auch in akkreditierten, hoch spezialisierten, Industrie-Kalibrierungs-Laboratorien.

Um allen Anforderungen des ISO-Standards 16063-11 zu genügen, ist es erforderlich ausschließlich erstklassige Komponenten zu verwenden. Das Laser-Doppler-Vibrometer ist zweifellos die zentrale Komponente zur Durchführung der Primär-Kalibrierung. SPEKTRA hat in sein Kalibriersystem erfolgreich ein voll digitales Polytec Laser-Doppler-Vibrometer implementiert.

Der Schwingungserreger erzeugt eine definierte mechanische Anregung und überträgt diese auf das zu testende System (DUT, device under test). Der Aufbau ist so zu konzipieren, dass es über große Frequenz- und Amplitudenbereiche nur zu sehr geringen transversalen und taumelnden Stör-Bewegungen kommen kann. Dies ist in der Tat eine große Herausforderung in der praktischen Umsetzung, da es nicht einfach ist, ein mechanisches Anregungssignal ausschließlich in der gewünschten Bewegungsrichtung zu erzeugen.

Auf den ersten Blick scheint es beim Aufbau eines Kalibriersystems allein auf die Kombination eines sehr guten Schwingungserregers mit einem ausgezeichneten Laser Doppler Vibrometer und einem präzisen Voltmeter anzukommen. Eine genauere Prüfung ergibt jedoch, dass erhebliche Zusatzanstrengungen erforderlich sind.



Blockdiagramm des Kalibriersystems

Anforderungen an die Komponenten

Im folgenden sind die zu kontrollierenden Komponenten und Parameter sowie die in der Praxis erreichbaren Werte aufgelistet.

- Stabilität und Unsicherheit der Anregungsfrequenz: $\pm 0.05\%$
- Stabilität und Unsicherheit der Beschleunigung: $\pm 0.05\%$
- Oberwellenfaktor (Total Harmonic Distortion THD): $< 2\%$
- Transversal-, Kipp- und Taumelbewegungen: für $f < 10$ Hz: $< 1\%$, für $f > 10$ Hz: $< 10\%$
- Spannungserzeugung / Messung: $< 0.1\%$
- Kontrollierte Umgebungsbedingungen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Schall
- Schwingungsisolierung zwischen Vibrometer und Schwingungserreger
- Laser Interferometer: digitale Signalauskopplung, Wahl der Messpunkte
- Kombination der Komponenten: Synchronisierung der Signale
- Abhängigkeit der Genauigkeit der Sinus Approximation von der Sample-Zahl.

Fazit

Die Integration der Komponenten ist eine Optimierungsaufgabe bei der die Anforderungen an das Gesamtsystem und die individuellen Anforderungen an jede Teilkomponente betrachtet werden müssen. Dies geschieht unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den Komponenten, um die Messunsicherheit beim Kalibriervorgang auf den geringst möglichen Wert zu reduzieren.

Die vollständige, englische Fassung dieses Beitrages kann bei Polytec angefordert werden.

KONTAKT

Dr.-Ing. Holger Nicklich

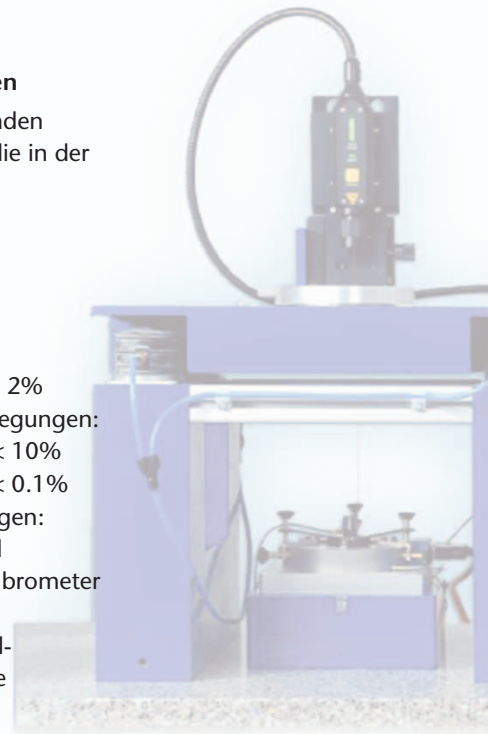
SPEKTRA Schwingungstechnik
und Akustik GmbH Dresden
Gostritzer Straße 61 – 63
D-01309 Dresden, Germany

Telefon +49 (0) 3 51-4 00 24-0

Telefax +49 (0) 3 51-4 00 24-99

E-Mail Holger.Nicklich@
spektra-dresden.de
www.spektra-dresden.de

Weitere Infos unter: Lm@polytec.de



Fortschritt *und* Tradition



Das 7. Vibrometer Seminar in Waldbronn

Mehr als 70 Teilnehmer kamen im Herbst 2002 in Waldbronn zusammen, um sich aus erster Hand über die aktuellen Neuentwicklungen im Hause Polytec zu informieren, eigene Applikationen zu präsentieren und sich dem regen Austausch mit anderen Anwendern zu widmen. Das alljährliche Vibrometerseminar bei Polytec ist mittlerweile zu einer Tradition geworden.

Nach der Vorstellung des Geschäftsbereichs Lasermesstechnik und seiner Mitarbeiter durch den Bereichsleiter Herrn Michael Frech ging es mit dem Vortrag „**Die Welt der Vibrometrie**“ von Herrn Eric Winkler gleich in Medias Res.

Die sich anschließenden Vorträge der externen Referenten sowie aus den Hause Polytec vermittelten viele interessante Einblicke in die außergewöhnliche Vielfalt dieser Welt.

Dr. Holger Nicklich von der Firma SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH aus Dresden stellte unter dem Titel **Primärkalibration mit dem Laser Vibrometer** vor, wie Schwingungssensoren durch Absolutmessungen mit Polytec Laser Vibrometern primär kalibriert werden können. Dieser Beitrag wird an anderer Stelle dieses Heftes ausführlich präsentiert.

Dr. Michael Kobusch von der Physikalisch-technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig präsentierte unter dem Titel **Messung stoßförmiger Kräfte mit Laser Doppler Interferometer**, wie eine wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Kalibriereinrichtung für Kraft(stoß)sensoren realisiert wurde.

Wie **Laser Vibrometer** in der Qualitätskontrolle zur **Schwingungsbeurteilung und Risserkennung** erfolgreich eingesetzt werden, demonstrierte Holger Hertlin von der RTE GmbH.

Thematisch ergänzte die Abteilung PNA von Polytec diesen Anwendervortrag mit einer Vorstellung der aktuellen Entwicklungen bei PNA Polytec Noise Analysis unter dem Thema **Akustische Güteprüfung / Vibrometer in der Qualitätskontrolle**.

Ebenfalls aus dem Hause Polytec stammte der Beitrag über Vorteile der digitalen Vibrometer und deren Einsatzgebiete.

Anschließend stellte Herr Dr. Rümmler von der Amitronics GmbH aus Seefeld in seinem Vortrag **Schwingungsanalyse an MEMS** eine Methodik zur Zuverlässigkeitsanalyse für MEMS auf Basis von Laservibrometrischen Schwingungsmessungen vor.

Im nachfolgenden Vortrag wurden die Möglichkeiten der **Flächenhaften Schwingungsmessung an Mikrostrukturen mit Polytec Produkten** vorgestellt.

Herr Ferber vom Fraunhofer IZM, Berlin präsentierte den **Einsatz von mehrkanaligen Vibrometersystemen zur Qualitätssicherung beim Drahtbonden von Mikrostrukturen**. Diese Applikation liefert die interessierende Information über die Bondqualität aus dem Schwingungsverhalten der Kontaktfläche (Pad) in allen Raumachsen.

Ebenfalls Aspekte der Qualitätssicherung behandelte Herr Heubach von der Festo AG in seinem Vortrag **Einsatz der Lasermesstechnik in der**

Qualifizierung von Pneumatikprodukten.

Anschließend stellte die Polytec GmbH die aktuellen Features der **PSV-Software 7.3 und VibSoft 3.3** vor.

Zum Abschluss des ersten Tages präsentierte Herr Dr. Bendel von der Robert Bosch GmbH **Scanning Vibrometer Messungen auf bewegten Objekten**. Er zeigte dabei eindrucksvoll die leichte Adaptierbarkeit der Polytec Produkte auch an ungewöhnliche kinematische Aufgabenstellung mittels raffinierter Programmierung der in der Polytec-Software eingebauten Scripting Engine.

Der 2. Seminartag startete mit einem zusammenfassenden **Überblick über international realisierte Anwendungen mit Polytec Vibrometern** durch die Polytec GmbH.

Im nächsten Vortrag war die **Interferometrische Refraktoskopie zur Visualisierung akustischer und fluidischer Phänomene** das Thema von Herr Prof. Dr. Zipser, Zentrum für Angewandte Forschung und Technologie an der HTW Dresden. Er zeigte ein neues Verfahren zur rückwirkungsfreien Messung und Visualisierung von Schall- und Turbulenzfeldern in transparenten Medien mittels Laservibrometrie.

Laservibrometrie an Ultraschallwellen – Anwendungen und Nachweisgrenzen zur Bestimmung der Temperaturabhängigkeit von Materialeigenschaften in Festkörpern stellte Dr. Paul von der Behr GmbH & Co. KG vor.

Ebenfalls mit laserinterferometrischen Untersuchungen der Ultraschallemission von Festkörpern beschäftigte sich der Beitrag **Laser Ultrasonics for structural Health Monitoring** von Herrn Hurlebaus von der Universität Stuttgart. Ziel der Untersuchung war hier die Identifizierung von Strukturdefekten in Werkstücken.

Im nächsten Vortrag **Spezielle Anwendungen: Vibrometer an drehenden Strukturen** stellte ein Fachmann aus dem Hause Polytec die Einsatzmöglichkeiten der Vibrometrie zur Messung von Bewegungszustand und -verlauf an rotierenden Strukturen vor.

Anschließend demonstrierte ein Produktspezialist von Polytec unter dem Titel **Scanning Messungen an rotierenden Bauteilen mit dem Derotator** wie mit aktuellen Produktneuheiten aus dem Hause Polytec auch an drehenden Strukturen scannende flächenhafte Schwingungsmessungen durchgeführt werden können.

Das zerstörungsfreie Materialprüfungsverfahren zur Lokalisierung von Materialdefekten mittels der **Nichtlinearen Laser Scanning Vibrometrie** wurde von Herr Pfeleiderer vom Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde von der Universität Stuttgart präsentiert.

Auf viel Resonanz stieß der Polytec-Vortrag **Nützliche Anwendungshinweise, häufig gestellte Fragen**, in dem viele wertvolle Tipps und Tricks vermittelt wurden, die zu einem noch produktiveren Einsatz der Polytec Technologie verhelfen können.

Doch auch in umgekehrter Richtung flossen wertvolle Informationen: In der Diskussionsveranstaltung **Polytec lernt von Ihren Anwendungserfahrungen – Ihre Wünsche sind unsere Aufgaben!** standen Produktspezialisten aus Entwicklung und Vertrieb bei Polytec den Teilnehmern Rede und Antwort.

Wie Polytec die Wünsche der Anwender in Produktinnovationen umzusetzen weiß, zeigt das neue **3D-Polytec Scanning Vibrometer**, welches von einem Spezialisten aus dem Entwicklungsbereich der Polytec GmbH zum Abschluss der Veranstaltung vorgestellt wurde. Mit diesem neuartigen Produkt können nun erstmals scannende Schwingungsanalysen mit echter 3-dimensionaler Messung der Geschwindigkeitsvektoren durchgeführt werden.

Alle erwähnten Präsentationen können bei Polytec angefordert werden.

Beratung! · Demo! · Test!
Telefon (0 72 43)-604-104/-178
Lm@polytec.de



Vibrometer User Group Meeting 2003 in Loughborough, Großbritannien

Das jährliche Treffen der britischen Vibrometer Community fand am 29. Januar 2003 in der Loughborough University statt. Die Schirmherrschaft hatte Dr. Steve Rothberg, der Direktor der Wolfson School of Manufacturing and Mechanical Engineering. Mehr als 40 Teilnehmer aus Industrie und Hochschule waren dort zusammen gekommen, um sich über aktuelle Weiterentwicklungen der Polytec Vibrometer Produkte und die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Laser Doppler Vibrometrie zu informieren.

Die Organisation der Veranstaltung lag in den bewährten Händen der britischen Polytec Niederlassung Lambda Photo-metrics. Nachdem Roger Traynor, Geschäftsführer von Lambda Photo-metrics einen kurzen Überblick über die Vielfalt von Vibrometer-Anwendungen gegeben hatte, hatten die Anwender das Wort.

Unter dem Titel **Testing and modelling Dynamic Properties of Composite Train Springs**, berichtet Jinping Hou von der Reading University über Anwendung der LDV-Technologie bei der Entwicklung von Fahrzeugfedern im Eisenbahn-Bereich. Simon Redfearn von der TRW Electric Steering Systems in Holford präsentierte unter dem Titel **Production line testing using laser vibrometry** das Potential der berührungslosen Schwingungsmesstechnik in der industriellen Qualitätskontrolle. Dr. Steven Rothberg, Loughborough University, stellte unter dem Titel **Laser Vibrometer Measurements Directly from Rotating Components** Unter-

suchungen an rotierenden Strukturen vor. Nicht nur die Rennsportbegeisterten unter den Teilnehmern konnte Martin Johansmann von der Polytec GmbH gewinnen für seine Präsentation mit dem interessanten Thema **HSV-2002 use for valve dynamic studies in race & road engines**. Dr. Markys Cain vom National Physical Laboratory demonstrierte unter dem Titel **Use of the vibrometer in piezoelectric materials characterisation at the NPL** die Anwendungsmöglichkeiten der Vibrometrie für die Charakterisierung technologisch interessanter Materialien.

Andy Harland und Dr John Petzing von der Loughborough University zeigten schließlich unter dem Titel **The application of laser Vibrometry to the measurement of underwater acoustic fields** dass sich auch nicht-alltägliche wissenschaftliche Fragestellungen sehr gut mit Methoden der Laservibrometrie behandeln lassen. Den Abschluss bildete Eric Winkler von Polytec mit einem Überblick über

neue Produkte und Weiterentwicklungen aus dem Hause Polytec. Die Bereitstellung aktueller Informationen aus erster Hand und der rege Austausch zwischen den Anwendern ließ die Veranstaltung für alle Teilnehmer zu einem vollen Erfolg werden. Alle erwähnten Präsentationen können bei Polytec angefordert werden.



PSV User Meeting in San Diego, USA

Nicht nur in Deutschland, sondern auch bei den Polytec Niederlassungen in den USA und England finden regelmäßige Vibrometer User Meetings statt. Bereits im September 2002 versammelten sich mehr als 50 Vibrometer Anwender zum 2-tägigen Polytec User Meeting in San Diego, das unter der Schirmherrschaft von Prof. John Kosmatka an der University of California San Diego (UCSD) veranstaltet wurde.



Die technisch hervorragend ausgestattete Robinson Hall der Universität in La Jolla in Verbindung mit dem typischen kalifornischen Sonnenscheinwetter bot ideale Voraussetzungen für diese Veranstaltung. Da die meisten Teilnehmer aus dem Westen der USA angereist waren, lag der Fokus der Vorträge in den Bereichen Mikrostrukturen und MEMS, Luft- und Raumfahrt, Computer- Festplatten und medizinische Anwendungen. Der Kraftfahrzeugbereich war durch einen Vortrag über PSV Messungen an Motorrädern vertreten. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch Präsentationen von Polytec Mitarbeitern aus England und Deutschland.

Nutzen Sie *das volle Spektrum!*



Aus einer Hand: Kundenfokussierung, umfassende Kompetenz, herausragende Produkte und vollständiger Service

Ihre Anforderungen an eine optimale Lösung Ihrer Aufgabenstellung und somit an das Unternehmen Polytec sind so vielfältig wie das Leistungs- und Anwendungsspektrum unserer Produkte. Diesen Anforderungen stellen wir uns jeden Tag aufs Neue. Wir bieten Ihnen rund um unsere leistungsfähigen Lasermesssysteme ein vollständiges Spektrum an Dienstleistungen. Dabei ermöglicht die Konzentration von Produktentwicklung, Fertigung und Vertrieb unter einem Dach in Waldbronn eine schnelle und flexible Reaktion auf Ihre Wünsche.

Information und Präsentation

Am Beginn einer erfolgreichen Partnerschaft steht Vertrauen. Vertrauen, das wir durch umfassende Information über unsere Produkte, deren Leistungsfähigkeit und ihrer nahezu unbegrenzten Anwendungsmöglichkeiten aufbauen. Wir freuen uns auf die Begegnung mit Ihnen, bei Messen, Seminaren und natürlich bei Demo-terminen in Ihrem Hause!

Beratung

Wir betrachten jede Aufgabenstellung individuell und geben Ihnen im Vorfeld eines Einsatzes unserer Produkte eine umfassende Beratung um für die gegebene Aufgabenstellung die optimale Lösung bereitzustellen oder speziell zu schaffen. Denn wir wissen aus Erfahrung, dass nur so ein langfristiger gemeinsamer Erfolg erreicht werden kann.

Auftragsmessung

Zeitlich begrenzte Messaufgaben können von uns komplett vor Ort oder in unserem Hause für Sie durchgeführt werden. Polytec stellt hierbei alle Ressourcen (Know-How, Hardware, Software) zur Verfügung. Sie liefern uns die Aufgabenstellung – wir liefern Ihnen die Messergebnisse!

Miete

Falls Sie nur gelegentlich Bedarf für den Einsatz unserer Produkte haben, stellen wir Ihnen die Geräte auch gerne auf Mietbasis zur Verfügung. Sie erhalten von Polytec die vollständige Hard- und Software, inklusive Einweisung in die Benutzung der Systeme. Selbstverständlich stehen wir Ihnen mit unserem Know How bei Bedarf gerne beratend zur Verfügung.

Dieses Spektrum von Dienstleistungen wird von den Spezialisten aus unserem Applikationsteam erbracht. Applikation heißt bei uns Anwendung unserer Technologikompetenz zur vollständigen Lösung Ihrer Messaufgabe!

INFORMATIONEN

POLYTEC GmbH
Geschäftsbereich Lasermesssysteme
Polytec-Platz 1–7
76337 Waldbronn
Telefon (07243) 604-104/-178
Telefax (07243) 6 99 44
E-Mail Lm@polytec.de
www.polytec.de



Messen und Events



Machen Sie sich selbst ein Bild und besuchen Sie uns bei einer der folgenden Veranstaltungen!

www.regelmann.de

Nationale Termine

Control	Sinsheim	06. 05. – 09. 05. 2003
Sensor + Test	Nürnberg	13. 05. – 15. 05. 2003
Testing Expo	Stuttgart	03. 06. – 05. 06. 2003
Metec	Düsseldorf	16. 06. – 21. 06. 2003
LASER	München	23. 06. – 27. 06. 2003
MeasComp	Wiesbaden	23. 09. – 25. 09. 2003
VDI-Tagung Schwingungsüberwachung und -diagnose von Maschinen und Anlagen	Magdeburg	24. 09. – 25. 09. 2003
8. Vibrometer-Seminar	Waldbronn	Oktober 2003
12. Aachener Kolloquium	Aachen	06. 10. – 08. 10. 2003
Productronica	München	11. 11. – 14. 11. 2003

Internationale Termine

DTIP 2003, Design, Test, Integration and Packaging of MEMS / MOEMS	Mandelieu-La Napoule, Frankreich	05. 05. – 07. 05. 2003
2nd Styrian Noise, Vibration & Harshness Congress	Graz, Österreich	22. 05. – 23. 05. 2003
Inter Noise 2003	Jeju, Korea	25. 08. – 28. 08. 2003
Diskcon	San Jose, USA	09. 09. – 10. 09. 2003
ECOC	Rimini, Italien	22. 09. – 24. 09. 2003
Automotive Applications User Meeting	Detroit, USA	Oktober 2003
Vibrometer User Group Meeting Benelux	Leuven, Belgien	13. 10. – 15. 10. 2003

Natürlich kommen wir auch jederzeit gerne für Beratungsgespräche und Produktpräsentationen zu Ihnen ins Haus. Rufen Sie uns an!

Beratung! · Demo! · Test!
Telefon (0 72 43)-604-104/-178
Lm@polytec.de

POLYTEC GMBH

Polytec-Platz 1-7
D-76337 Waldbronn
Tel. +49 (0) 72 43 6 04-0
Fax +49 (0) 72 43 6 99 44
info@polytec.de

**Vertriebs- und
Beratungsbüro Berlin**
Schwarzschildstraße 1
D-12489 Berlin
Tel. +49 (0) 30 63 92 51 40
Fax +49 (0) 30 63 92 51 41