



Übrigens, kennen Sie schon unsere industrietauglichen akkreditierten Dienstleistungen?

- Kompetenzbescheinigung des akkreditierten Prüflabors entsprechend DIN EN ISO / IEC 17025, (neue) zerstörungsfreie Prüfverfahren für die industrielle Prüfpraxis zu qualifizieren und validieren
- Schneller Transfer bis zur Marktreife und Möglichkeit für den qualifizierten, normenkonformen Einsatz in industriellen Anwendungen sowohl für komplette Neu-Entwicklungen (Eigenentwicklungen) oder für maßgeschneiderte Anpassungen innovativer ZFP-Technologien auch in bisher nicht genormten Aufgabenfeldern
- Zertifizierung des zugehörigen Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001



Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Campus E3 1  
66123 Saarbrücken

+49 681 9302 0

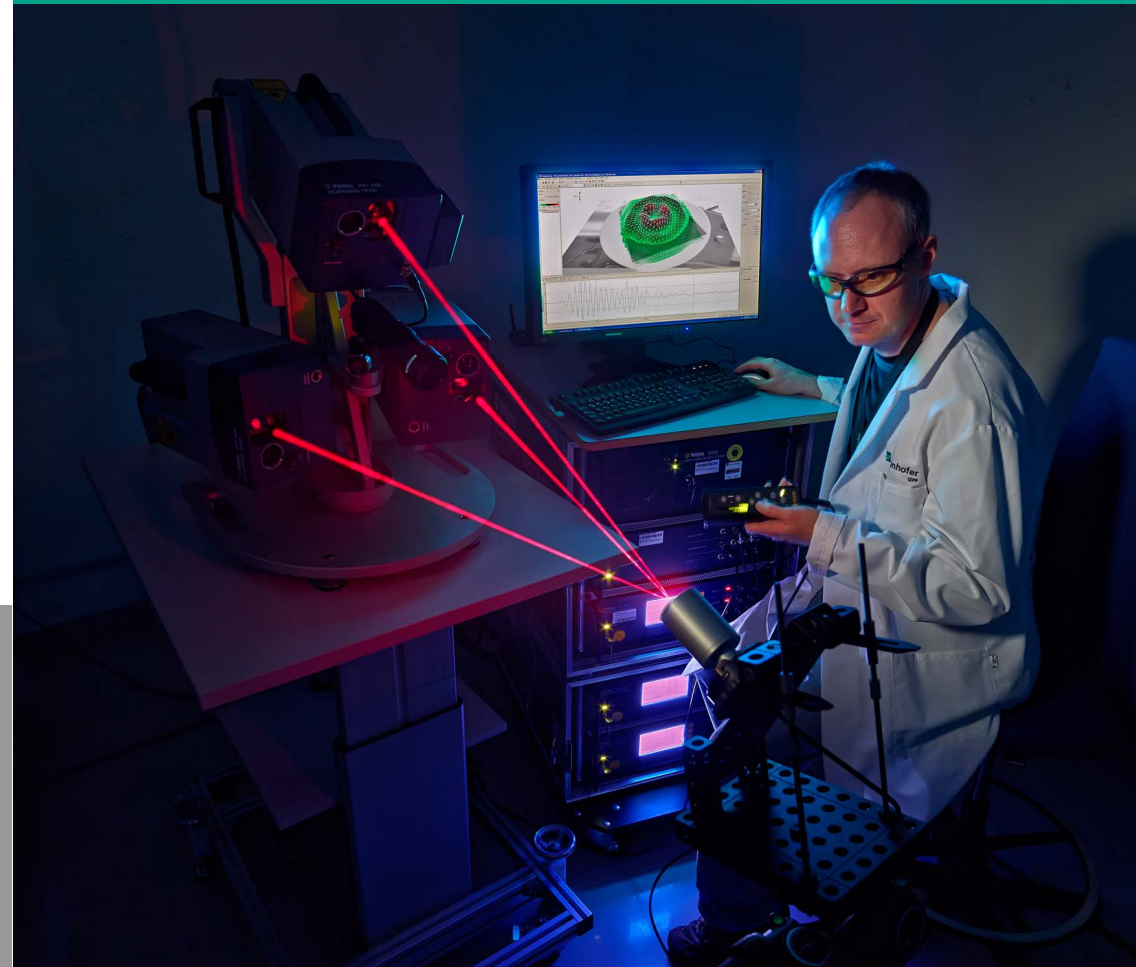
info@izfp.fraunhofer.de  
www.izfp.fraunhofer.de

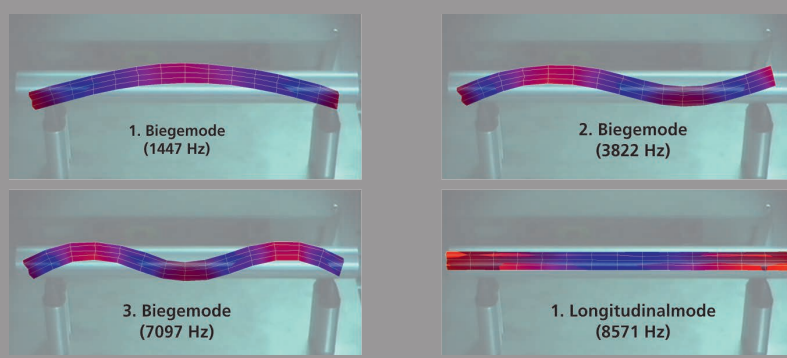
»Fraunhofer« und »IZFP«  
sind registrierte Handels-  
marken.



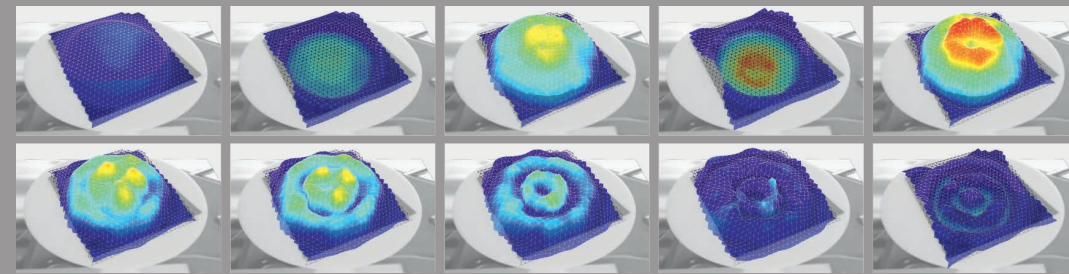
## LASERVIBROMETRIE

### BERÜHRUNGSLOSE 3D-MESSUNG UND VISUALISIERUNG HOCHFREQUENTER BAUTEIL-SCHWINGUNGEN





Frequenzmessung: Ausgewählte Eigenmoden eines zylindrischen Stabs (Durchmesser: 29 mm, Länge: 300 mm) aus einer Aluminiumlegierung infolge einer Impulsanregung mit einem Modalhammer



Zeitmessung: Schwingverhalten einer kreisförmigen Luftultraschallkeramik zu verschiedenen Zeitpunkten infolge einer periodischen Anregung mit einer Frequenz von 180 kHz (zur Optimierung der Messergebnisse wurde eine rechteckige Reflexfolie aufgebracht)

## Einführung

Laservibrometer ermöglichen die berührungslose und rückwirkungsfreie Schwingungsmessung und -visualisierung. Sie eignen sich v. a. zur Analyse von Schwingungsvorgängen, bei denen konventionelle Verfahren an ihre Grenzen stoßen. Laservibrometer nutzen die durch den Doppler-Effekt hervorgerufene Frequenzverschiebung eines kohärenten, auf das schwingende Objekt auftreffenden und von dort reflektierten Laserstrahls. Die Ermittlung der Frequenzverschiebung erfolgt dabei über einen interferometrischen Vergleich des Messstrahls mit einem Referenzstrahl. Mit einem Laservibrometer können Schwingungen mit sehr hohen Frequenzen und/oder sehr kleinen Amplituden gemessen werden. Dabei ist im Gegensatz zur Schwingungsmessung mit Beschleunigungssensoren durch die berührungslose Technik sichergestellt, dass die zu messende Schwingung selbst nicht beeinflusst wird. Durch eine Abrasterung der Oberfläche eines schwingenden Messobjekts ist eine schnelle Schwingungsmessung an vielen Stellen des Objekts möglich.

## Laservibrometrie am Fraunhofer IZFP

Mit dem Laservibrometer des Fraunhofer IZFP können Schwingungen sowohl ein- als auch dreidimensional gemessen werden. Im 1D-Modus erfolgt die Messung mit einem einzelnen Messkopf. Dabei werden Schwingungskomponenten erfasst, welche in Richtung des auftreffenden Laserstrahls und somit senkrecht zur Messebene orientiert sind. Im 3D-Modus werden drei Messköpfe verwendet, wobei diese unter verschiedenen Winkeln zueinander angeordnet sind. Dadurch lassen sich sämtliche Schwingungskomponenten (senkrecht und parallel zur Messebene) detektieren. Die Messlaserstrahlen können über integrierte Spiegel positioniert werden, sodass eine Abrasterung der Messobjektoberfläche und somit eine räumliche Messung der Schwingung ermöglicht wird. Diese kann anschließend benutzerfreundlich visualisiert werden.

## Vorteile der Schwingungsmessung mittels Laservibrometrie

- Berührungsloses Messen: Wegen der berührungslosen Messung wird die betrachtete Schwingung nicht beeinflusst. Außerdem wird so die Beschädigung / Beschmutzung des Objekts vermieden.

- Abrasterung der Oberfläche: Durch die Abrasterung der Oberfläche eines Messobjekts kann eine schnelle Schwingungsmessung an mehreren hundert Punkten erzielt werden.
- 1D- oder 3D-Messung: Im 1D-Modus werden Schwingungskomponenten erfasst, die in Richtung des Messlaserstrahls orientiert sind. Im 3D-Modus lassen sich durch Verwendung von drei Messköpfen beliebig orientierte Schwingungskomponenten erfassen.
- Hohe Frequenzen und kleine Amplituden: Wir können Schwingungsvorgänge bis zu Frequenzen von 1 MHz dreidimensional messen und visualisieren. Für eindimensionale Analysen erstreckt sich der Messbereich bis maximal 24 MHz. In Abhängigkeit der Frequenz können Schwingungen mit kleinen Amplituden im Bereich einiger Nanometer erkannt werden.
- Zeit- oder Frequenzmessung: Die Schwingungsmessung ist im Zeit- oder im Frequenzmodus möglich. Im Zeitmodus kann der zeitliche Verlauf eines gesamten Schwingungsvorgangs analysiert werden. So ist z. B. eine Untersuchung eines Ein- oder Ausschwingvorgangs möglich. Im Frequenzmodus hingegen können einzelne Frequenzkomponenten einer Schwingung aus einem Summsignal extrahiert und unabhängig voneinander dargestellt werden.
- Benutzerfreundlichkeit: Die Messergebnisse können benutzerfreundlich visualisiert und in verschiedenen Datenformaten exportiert werden.

## Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele

Die Laservibrometrie kann zur Messung und Visualisierung verschiedener Schwingungsvorgänge genutzt werden. Unser Laservibrometer ist universell einsetzbar, da sowohl kleine Strukturen mit Oberflächen von wenigen Quadratmillimetern bis hin zu großen Baugruppen wie ganzen PKW-Komponenten betrachtet werden können. Bei ungünstigen Reflexionseigenschaften des Messobjekts (Farbe, Oberflächenstruktur etc.) ist die Schwingungsmessung unter Verwendung einer selbstklebenden Reflexfolie oder eines Sprays zur Oberflächenoptimierung dennoch durchführbar. Die Laservibrometrie kann z. B. für folgende Untersuchungen eingesetzt werden:

- Charakterisierung von Ultraschallwandlern in der Entwicklung oder zur Funktionskontrolle
- Analyse des Eigenschwingungsverhaltens schwingungskritischer Bauteile wie Bremsscheiben
- Visualisierung von Schall- bzw. Ultraschallwellen
- Verifikation von Simulationsergebnissen und Ermittlung von Materialdaten durch Abgleich mit Simulationen