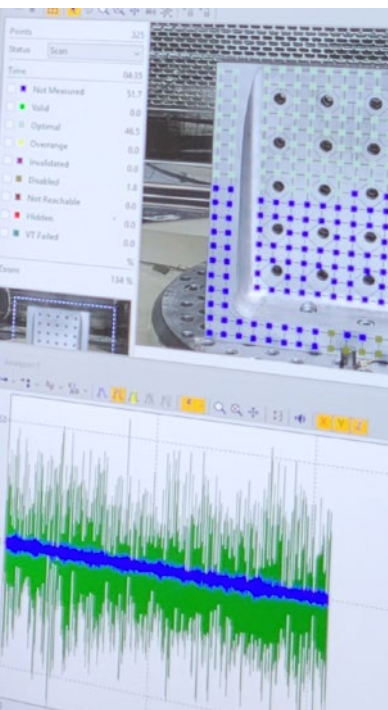


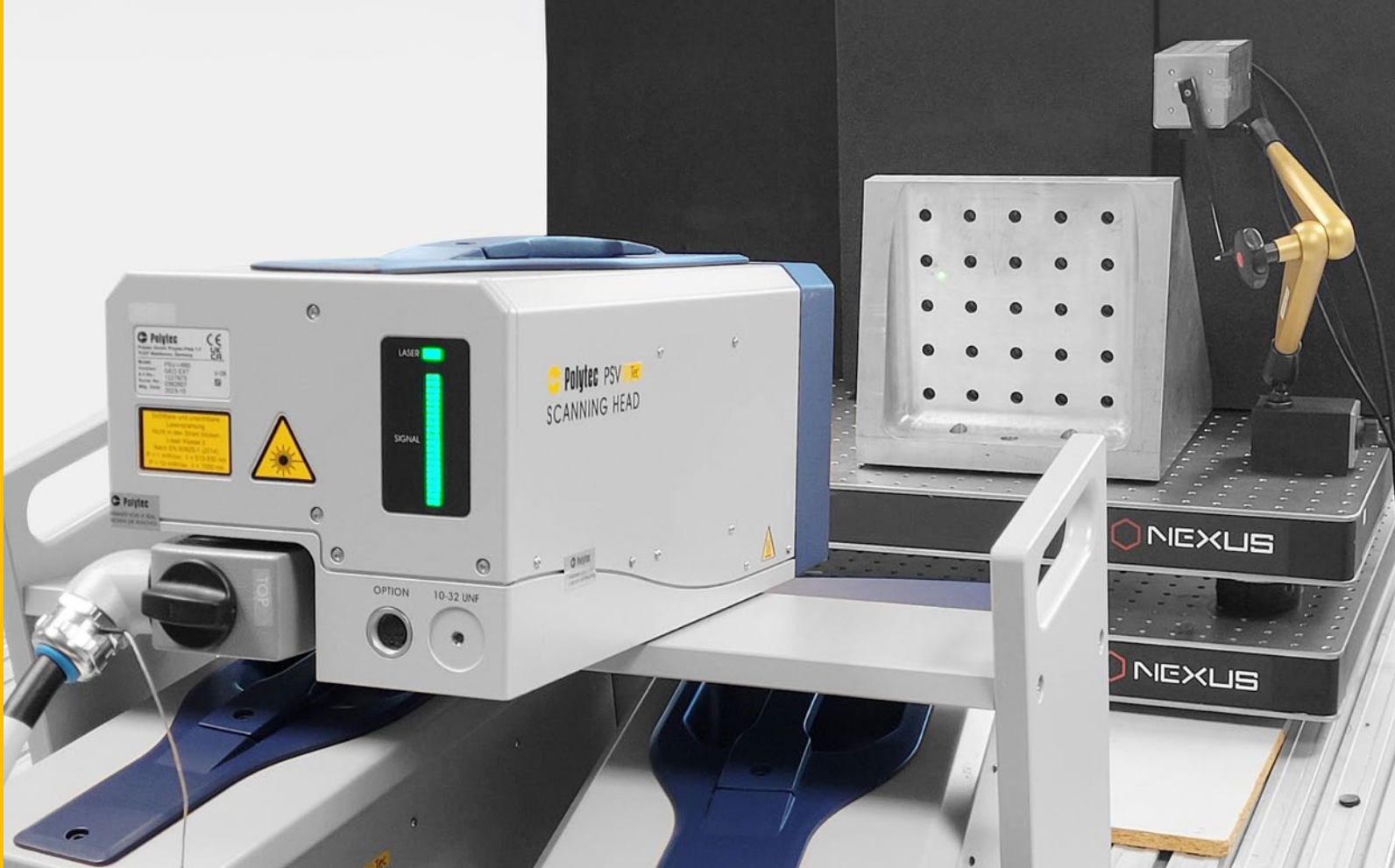
Eigenfrequenzbestimmung



Eigenfrequenzbestimmung
mittels Hammer- oder Shakeranregung
Applikationsnote



Scanning Vibrometer, wie das 3D-Laser-Doppler-Vibrometer von Polytec, werden von Entwicklungs- und Forschungsabteilungen in der Produktentwicklung häufig eingesetzt, um das dynamische Verhalten von Bauteilen und Systemen zu analysieren.



1 Testaufbau zur Resonanzfrequenzbestimmung mittels automatisierter Hammeranregung auf einem schwingungsentkoppelten Tisch. Im Vordergrund ist ein Polytec QTec 3D-Scanning Vibrometer zu sehen.

Die Experimentelle Modalanalyse (EMA) ist dabei eine etablierte Methode zur Untersuchung der strukturdynamischen Eigenschaften mechanischer Systeme aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Bauwesen und Haushaltsgeräteentwicklung. Die ermittelten Eigenfrequenzen und Schwingformen des Bauteils ermöglichen neben dem Verständnis der strukturdynamischen Eigenschaften auch die Optimierung von Produktdesigns oder die Validierung durchgeführter Simulationen.

Im Folgenden wird ein Messaufbau zur Bestimmung der Eigenfrequenzen und Schwingformen eines Bauteils mithilfe der Anregung eines Modalhammers und elektrodynamischen Shakers beschrieben.

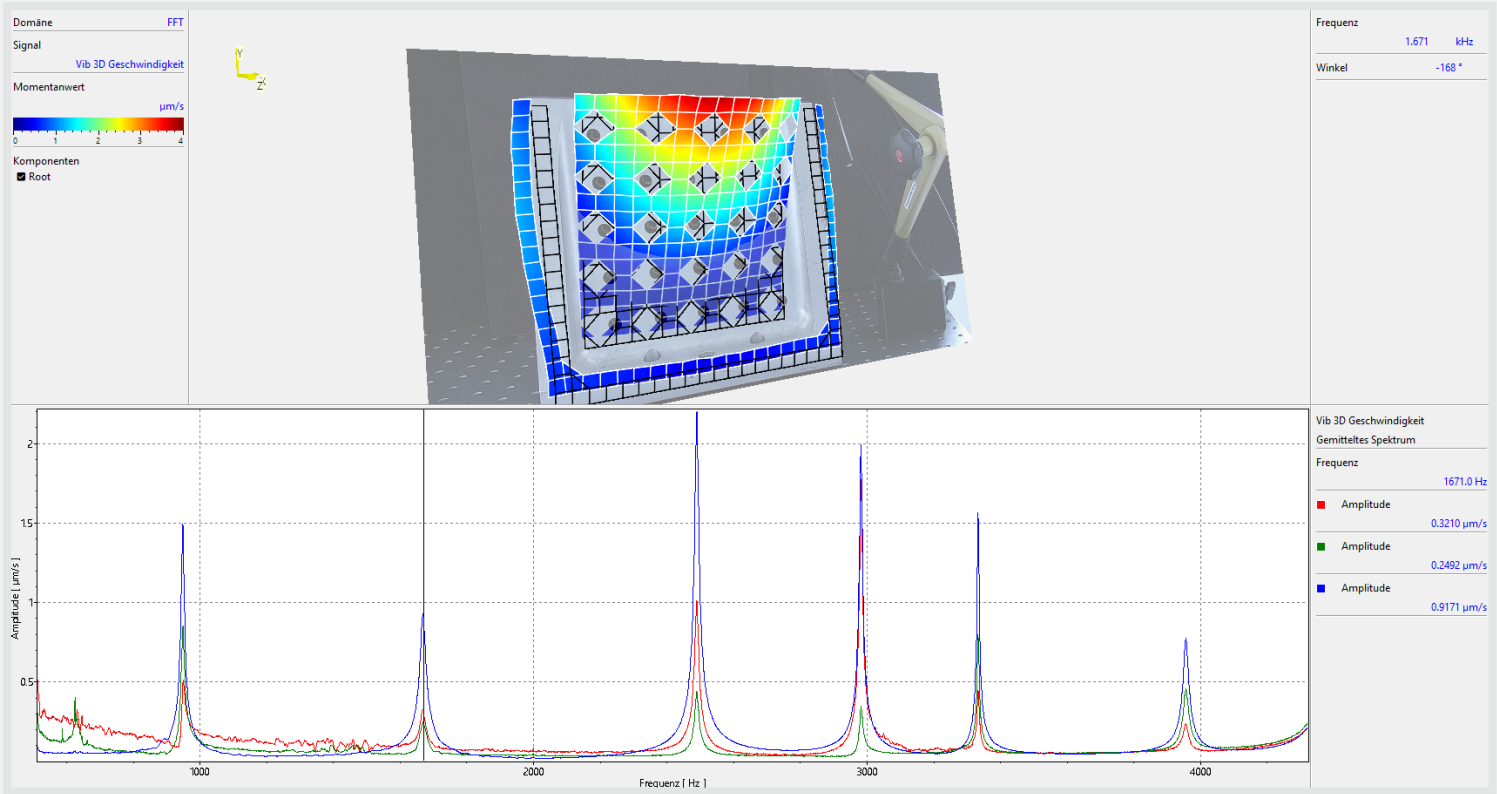
Messaufbau

Der Messaufbau besteht aus einem Bauteilträger aus Aluminium, der als Prüfling dient. Der Prüfling wird durch einen automatisierten Modalhammer (NV-TECH SAM1) oder einen elektromechanischen Shaker definiert angeregt.

Der in **Abbildung 1** am Gelenkarm gehaltene automatisch arbeitende Modalhammer SAM1 erzeugt eine reproduzierbare breitbandige Anregung des Messobjekts mit immer derselben Kraft.

Die Schwingungsdaten werden z.B. mit dem hochgenauen, berührungslos scannenden QTec 3D-Scanning Vibrometer erfasst und verarbeitet. Die flächenhaft erfassten Schwingungsdaten ermöglichen die Identifikation der auftretenden Resonanzfrequenzen. Für jede dieser Resonanzfrequenzen kann nach der Messung die animierte 3D-Betriebsschwingform, wie in **Abbildung 2**, dargestellt werden.

Anschließend werden bei Bedarf mit der Modalanalysesoftware PolyWave die Eigenfrequenzen, Dämpfungs- und Eigenformen ermittelt.



2 Ergebnis der experimentellen Modalanalyse. Oben ist die Schwingungsform bei 1,6 kHz dargestellt, unten sind die auftretenden Resonanzfrequenzen sichtbar. Für jede Resonanzfrequenz kann die Schwingform dargestellt werden.

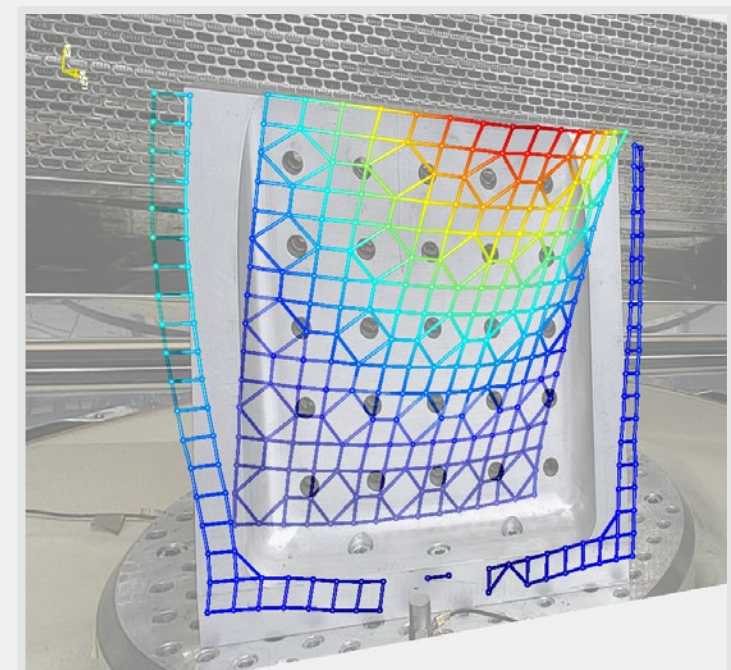
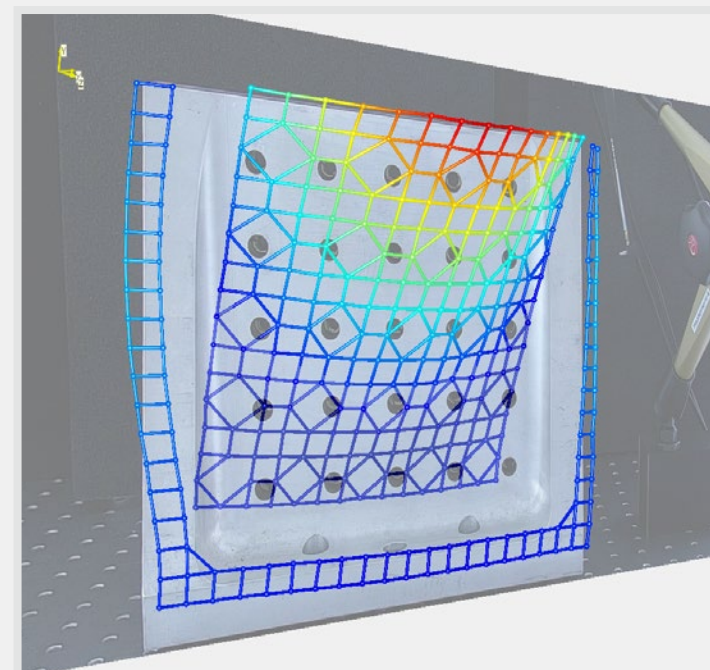


Alternativ zur Anregung des Bauteils mit einem automatischen Modalhammer kann die Anregung auch mit einem elektromechanischen Shaker erfolgen, wie in **Abbildung 3** dargestellt.

Dazu wird das Bauteil, wie hier bei der Firma Beck-Messtechnik, auf den Shaker montiert und seine Struktur mit einem breitbandigen Frequenzspektrum angeregt.

Vergleicht man die Betriebsschwingform bei einer Resonanzfrequenz von 1672 Hz, so zeigt **Abbildung 4** eine sehr gute Übereinstimmung zwischen der mit einem Modalhammer angeregten Schwingform (links) und der mit einem Shaker angeregten Schwingform (rechts). Im Gegensatz zur breitbandigen Hammeranregung können mit dem Shaker unterschiedliche Signale zur Anregung verwendet werden. So kann der Prüfling neben einer Breitbandanregung mittels weißem Rauschen mit einem Sinussweep (höherer Energieeintrag bei den einzelnen Anregungsfrequenzen) angeregt werden, um die Eigenfrequenzen genauer zu analysieren.

3 Versuchsaufbau zur experimentellen Modalanalyse mittels elektromechanischem Shaker bei der Firma Beck-Messtechnik, einem renommierten Messtechnikspezialisten für Umweltsimulation. Neben dem Shaker ist ein Qtec 3D-Scanning Vibrometer zu sehen. Im Vordergrund ist die Mess- und Auswertesoftware PSV sichtbar.



4 Identische Betriebsschwingformen bei 1672 Hz trotz unterschiedlicher Anregung: Hammer (links) und Shaker (rechts).

Ergebnisse & Fazit



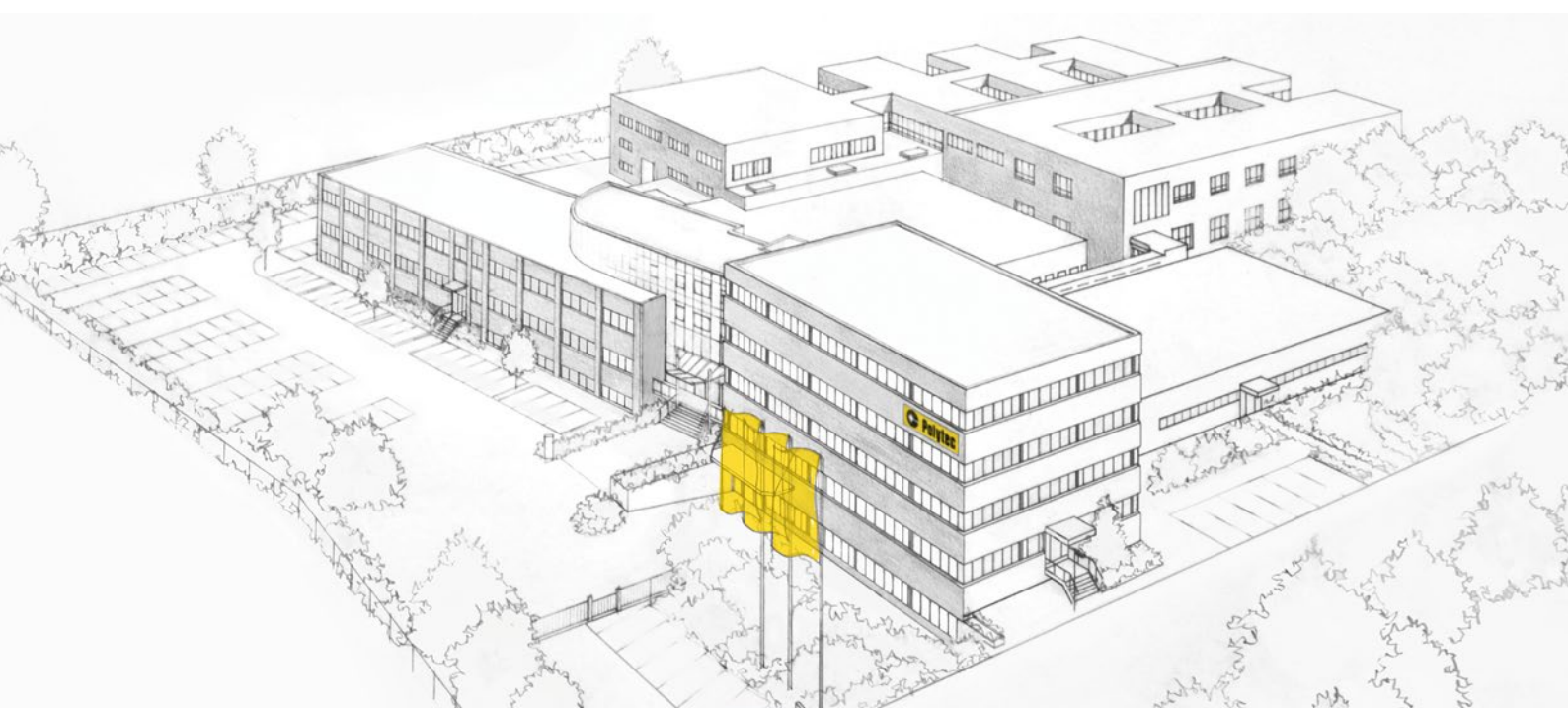
Die Bestimmung der Eigenfrequenzen von Bauteilen mittels Shakermessungen oder automatischem Modalhammer ermöglicht die zuverlässige Identifikation von Schwingformen.

Die Messungen zeigen, dass der Shaker und der automatische Modalhammer geeignete Anregungsmethoden zur Bestimmung strukturdynamischer Eigenschaften sind. Beide Verfahren haben ihre eigenen Vorteile. Die automatische Hammeranregung ist als massefrei zu betrachten und deshalb besonders in der Kombination mit ebenfalls massefrei messenden Laservibrometern für leichte Bauteile und hohe Frequenzen geeignet. Shaker erlauben kürzere Messzeiten und sind flexibler in der Anregungsform.

Beide Verfahren in Kombination mit Scanning Laservibrometern bieten sowohl in der Entwicklung als auch in der Erprobung eine wertvolle Grundlage für weiterführende Untersuchungen und Optimierungen in der strukturdynamischen Entwicklung und die gewonnenen Ergebnisse können zur Optimierung und Validierung numerischer Modelle genutzt werden.

QTec Laser-Doppler-Vibrometer mit ihrer neuartigen Mehrkanal-Interferometrie ermöglichen hochgenaue, berührungslose Schwingungsmessungen ohne die Notwendigkeit einer Oberflächenbehandlung. Dank der patentierten QTec®-Technologie werden Messungen mit hervorragendem Signal-Rausch-Verhältnis auch durch die Scheiben der Klimakammer hindurch erzielt. Dies führt zu kürzeren Messzeiten und ermöglicht präzise Messungen an schwierigen oder bewegten Objekten.





Zukunft seit 1967

Hightech für Forschung und Industrie.
Vorreiter. Innovatoren. Perfektionisten.

Den Ansprechpartner für Ihre
Region finden Sie unter:
www.polytec.com/contact

Polytec GmbH

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