

14.12.08

Gruppe C

Karsten Hinselmann

(karsten.hinselmann@gmx.de)

Marc Strafela

(strafela14@gmx.de)

Uwe Popp

(gurr.popp@t-online.de)

ZfP-Praktikum

Protokoll zur Laservibrometrie und Ultraschallprüfung

Laservibrometrie

Grundlagen zur Laservibrometrie

Bauteile, die etwa durch Absorption von Wellen eines Lautsprechers angeregt werden, schwingen. Elastische Wellen werden erzeugt und haben eine Oberflächenauslenkung zur Folge. Besonders große Amplituden erreicht man, wenn die Modulationsfrequenz der Eigenfrequenz des Bauteiles entspricht. Durch interferometrische Messung der Auslenkung lassen sich Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Bauteiles ziehen. Hierbei bedient man sich des Doppler Effekts um Oberflächenverschiebungen über Schwebungen zu erkennen. Das Resonanzlinienmuster gibt hierbei die Baugeometrie wieder. So lassen sich schadensbedingte Veränderungen eines Objekts per Schwingungsanalyse charakterisieren.

Dies alles lässt sich kontaktfrei an Bauteilen bewerkstelligen.

Versuchsdurchführung

Mit dem Laservibrometer soll das Resonanzspektrum einer rechteckförmigen Metallplatte untersucht werden. Die Platte wird in einem schallgedämpften Raum nahezu frei aufgehängt und hinter ihr wird ein Lautsprecher (100 Hz – 20 kHz) aufgestellt, der zur Anregung dient. Hierbei können zwei Signale genutzt werden. Das Sweep- Signal, dass die Frequenzbereiche nacheinander durchläuft, oder das Chirp- Signal, bei dem mit mehreren Frequenzen gleichzeitig angeregt wird.

Um zu vermeiden, dass durch schlechte Auflösung etwaige Fehlstellen offenbar werden, die eigentlich gar keine sind, werden mehr ^{*}Abrasterpunkte auf der Platte gewählt und ein Frequenzbereich von 40 Hz – 20 kHz gewählt.

Der Laserstrahl des Vibrometers wird nun gespalten, sodass ein Strahl die Oberfläche abtastet. Die Reflexion wird nun mit dem Teilstrahl überlagert. Die entstehende Schwebung dient zur Bestimmung der Eigenschwingungsformen.

Man erhält die Amplitude in Abhängigkeit der Frequenz, wobei die Probe möglichst gleichmäßig streuen sollte. Die erhaltenen Schwingungsmuster können nun am Computer in 2D und in 3D ausgewertet werden. Man erkennt deutlich die Übergänge von Maxima und Minima, wodurch sich die Knotenpunkte der stehenden Welle abzählen lassen.

Auch muss man hierbei beachten, dass die Eigenfrequenzabstände, anders als in stabartigen Bauteilen, nicht mehr konstant sind. Man muss die horizontale (x) und vertikale (y) Richtung beachten.

Unter einer Fouriertransformation einer Funktion $f(x)$ versteht man das Integral:

$$F(f)(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx$$

Sie ermöglicht uns den Übergang für den uns benötigten Darstellungsbereich.

Im Folgenden die Bilder der Schwingungsmuster in 2D bei den Eigenfrequenzen:

Überwachte Schwingung

Modulation von was?

Wofür ab was?

Welchen?

?

benötigte Info, aber am besten oft.

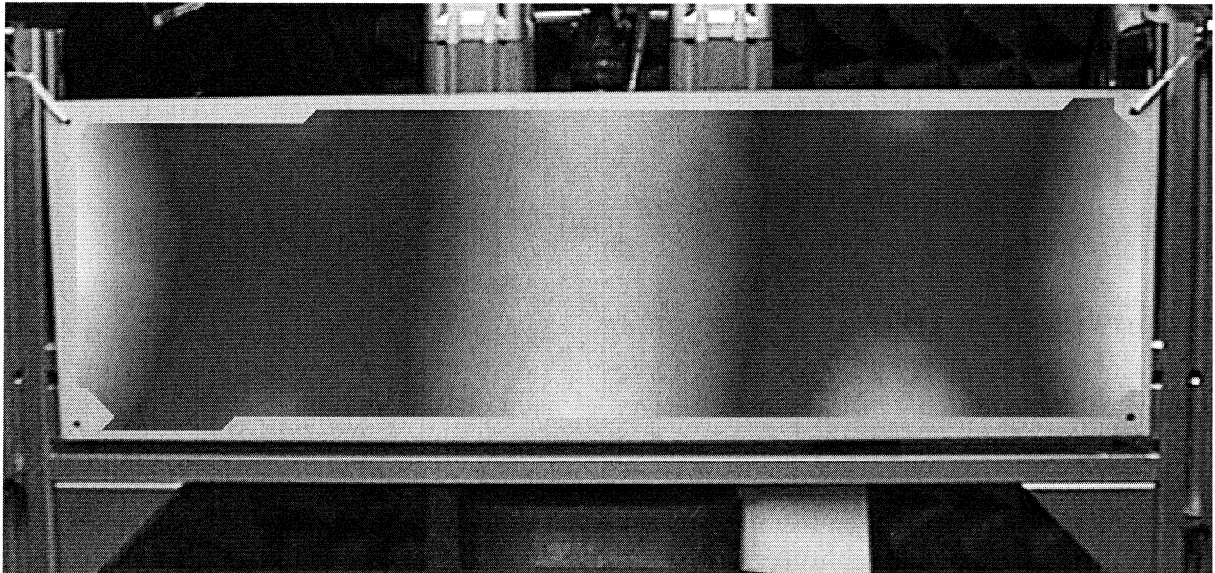


Abbildung 1: Eigenschwingungen bei 43,75 Hz
Man kann 4 Knoten in x-Richtung zählen.

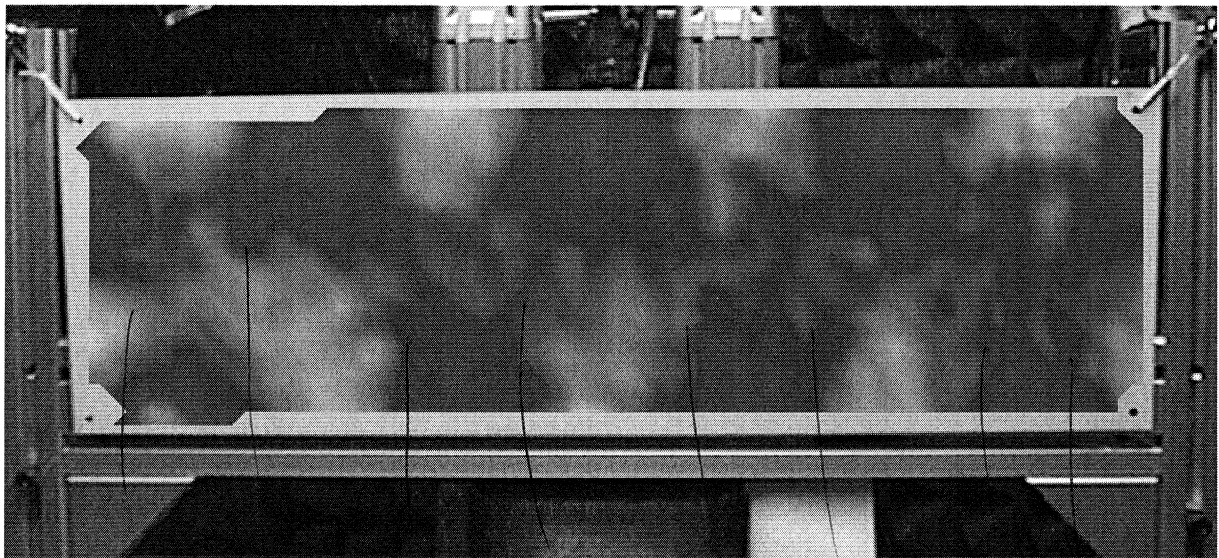


Abbildung 2: Eigenschwingungen bei 237,5 Hz
Man kann 8 Knoten in x-Richtung zählen.
Sowie 1 Knoten in y-Richtung.

04

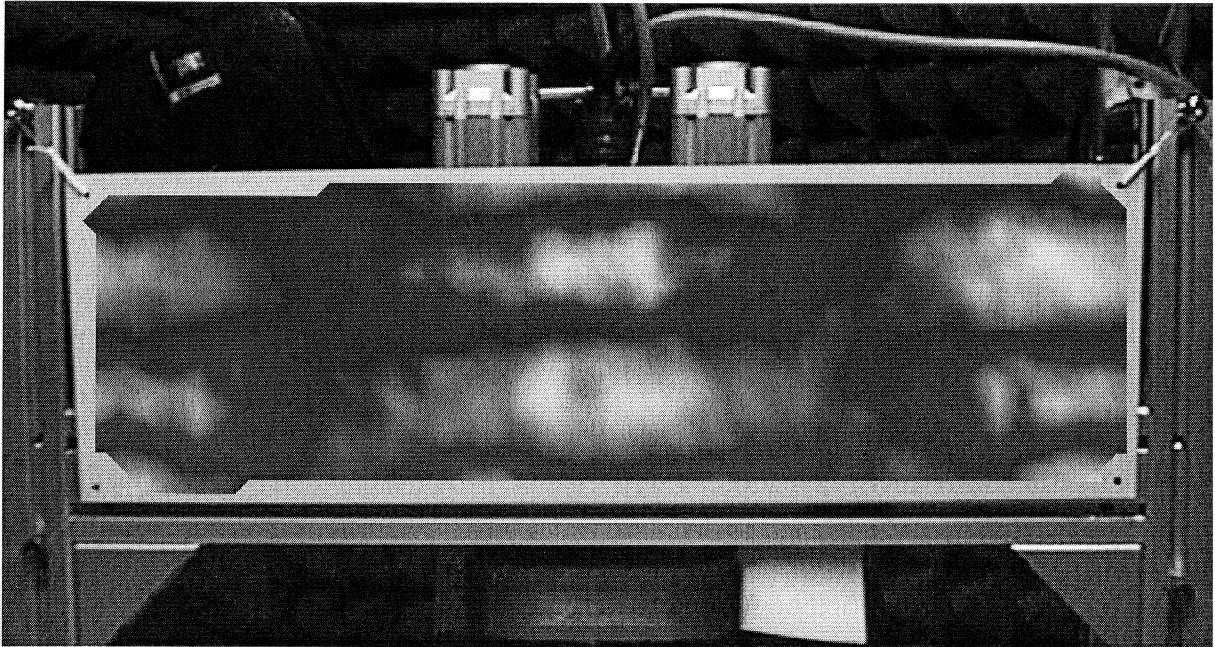


Abbildung 3: Eigenschwingungen bei 268,8 Hz
 Man kann 2 Knoten in x-Richtung zählen.
 Und 3 Knoten in y-Richtung.

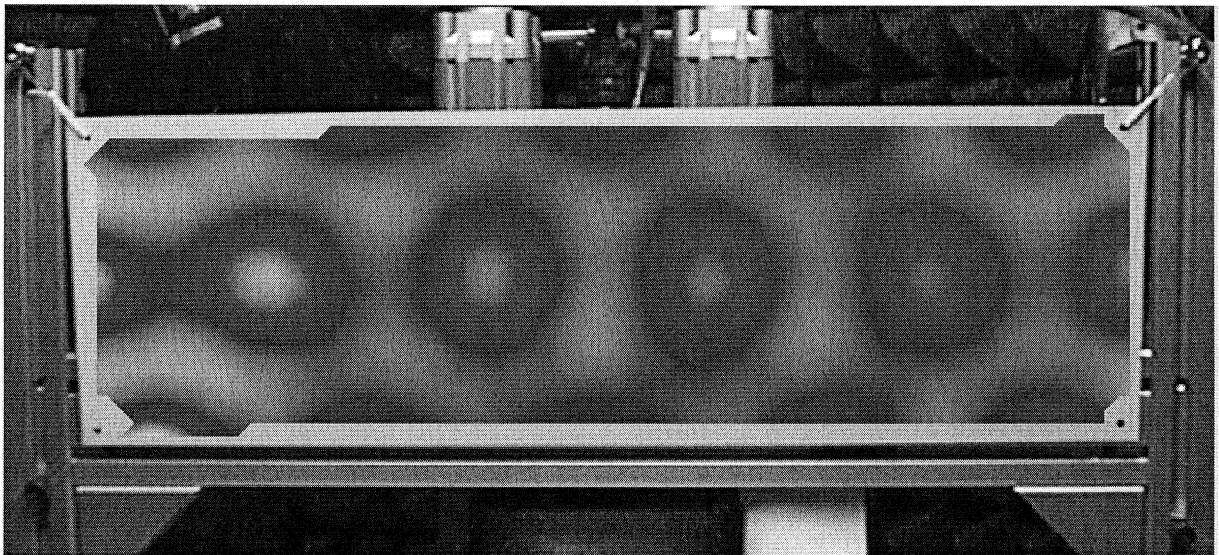


Abbildung 4: Eigenschwingungen bei 481,3 Hz
 Man kann 2 Knoten in x-Richtung zählen.
 Und 3 Knoten in y-Richtung.
 Die Verzerrung auf der linken Seite kann durch ungleichmäßige Anregung durch den Lautsprecher erfolgen.



Abbildung 5: Eigenschwingungen bei 737,5 Hz
 Man kann 13 Knoten in x-Richtung zählen.
 Und 2 Knoten in y-Richtung.

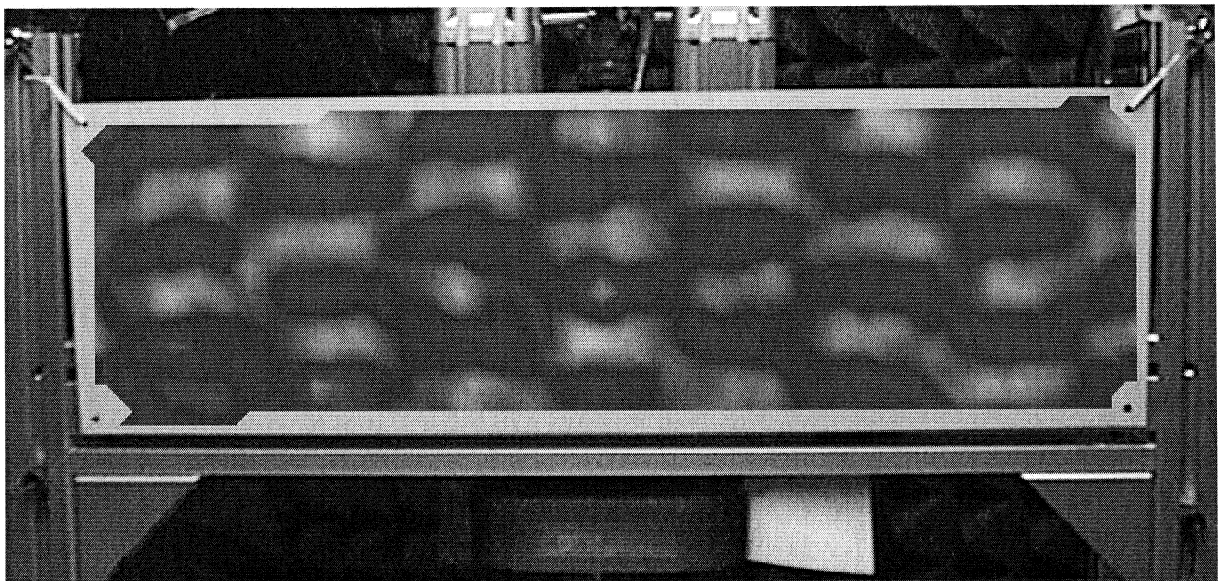


Abbildung 6: Eigenschwingungen bei 1963 Hz
 Man kann 8 Knoten in x-Richtung zählen.
 Und 5 Knoten in y-Richtung.

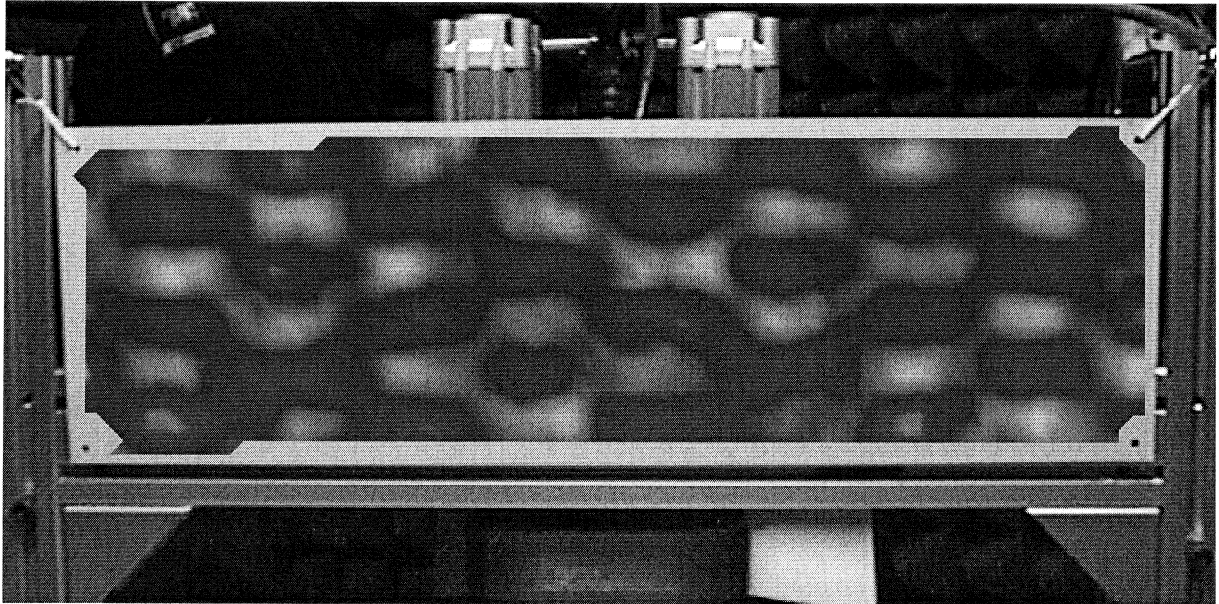


Abbildung 7: Eigenschwingungen bei 2038 Hz
Hier zählt man 9 Knoten in x- und 5 Knoten in y-Richtung.

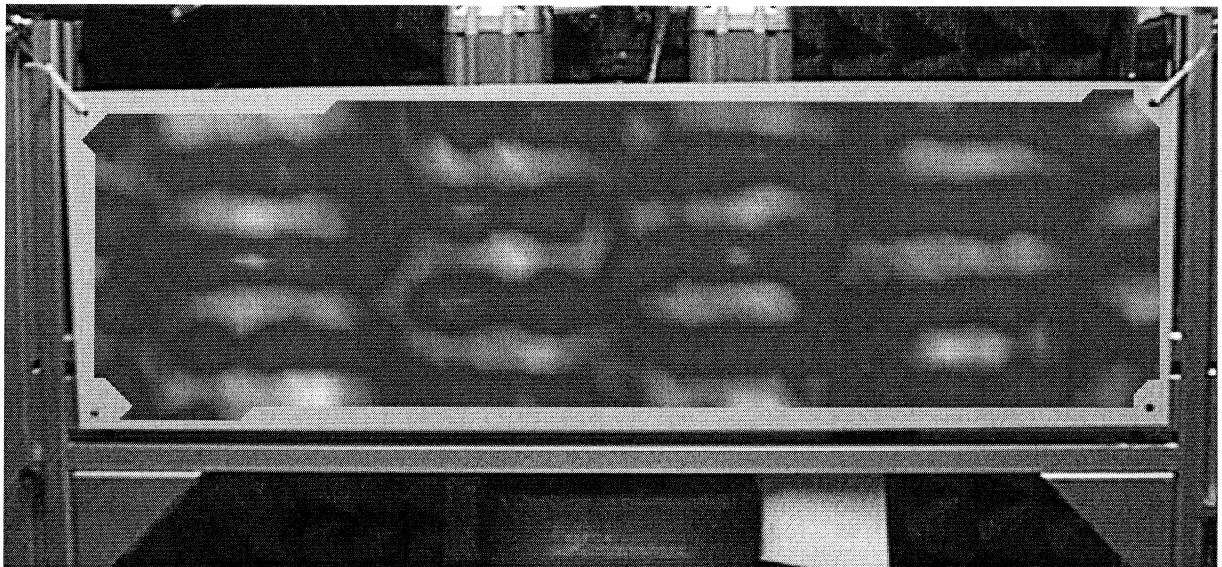


Abbildung 8: Eigenschwingungen bei 2344 Hz
Hier erkennt man 5 Knoten in x- und 6 Knoten in y-Richtung.

Fazit

Man sieht bei den vielen vorhandenen Resonanzfrequenzen sehr unterschiedliche Schwingungsmuster. Je höher die Frequenz dabei wird, desto dichter rücken die Extrema zusammen.

Ultraschallprüfung

*Lässt sich das aus den hier
vorgestellten Daten ableiten?*

Experimentalteil

Mit Hilfe eines Ultraschallprüfkopfes sollen unterschiedliche Materialien untersucht werden, um Fehler im Gefüge qualitativ zu bestimmen.

Als Prüfkopf dient eine Piezokeramik, die durch hochfrequente Wechsellspannungen hochfrequente mechanische Schwingungen zur Folge haben. Da dieser Vorgang reversibel ist, dient der Piezo sowohl als Sender als auch als Empfänger.

*we Wechsel-
spannung auflegt?*

Grunnt h

Als Kontaktmittel wird hierbei Wasser verwendet, aus Gründen der Verfügbarkeit und seinen nicht-toxischen Eigenschaften. Man benötigt ein Koppelmedium, weil ansonsten die Ultraschallwelle an der Luft reflektiert wird (Grenzfläche). Ein Koppelmedium wie Wasser hingegen lässt nur eine geringe Reflexion an der Grenzfläche zu wenn die Impedanz zum Prüfkopf 'passt'.

Ein Nachteil bei Metallbauteilen ist allerdings die durch Wasser bedingte Korrosion, welche man beachten muss.

Wenn man Korrosion beobachtet: mit welcher Konzentration?

Es werden unterschiedliche Platten untersucht. Um sich mit der Bedienung des Prüfgerätes vertraut zu machen wird zunächst eine Kunststoffplatte untersucht, deren Fehlstellen offensichtlich sind. Wenn Fehler vorhanden sind, zeigt die zeitliche Darstellung neben dem Eintrittsecho von der Oberseite der Probe und dem Rückwandecho von der Probenunterseite ein Fehlerecho. An den Bohrungen wird Eintritts- und Rückwandecho überlagert.

Insofern muss man die Impedanzen von Koppelmedium, Ultraschallprüfkopf und Prüfobjekt derart abgleichen, dass möglichst wenig Reflektion vorhanden ist.

Feineinstellungen, sowie Verschiebungen der Kurve können am Oszillograph vorgenommen werden.

Diese Vorgehensweise wird nun auch an anderen Materialien wiederholt.

Fazit

Mit der Ultraschallprüfung lassen sich Defekte gut nachweisen, da Veränderungen schnell am Oszilloskop zu betrachten sind, da zum Beispiel Risse ideale Reflektoren für Ultraschallwellen sind. Allerdings muss auch gesagt werden, dass sich die Ultraschallprüfung nur für Punktuntersuchungen eignet und ein Kontaktmittel benötigt wird. Dadurch ist die Untersuchung von größeren Bauteilen mit einem entsprechenden Zeitaufwand verbunden.

*Aussagen (Fließband) einfach
nur löschen ist keine Lösung.*

Was soll dieses Fazit aussagen, und warum hier?