

Aufbau eines Seitenband-Interferometers zur Charakterisierung von Oberflächenschwingungen

M. Mannagottera*, F. Dötzer*, K. S. Drese*

* ISAT - Institut für Sensor- und Aktortechnik, Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg

Motivation / Problemstellung

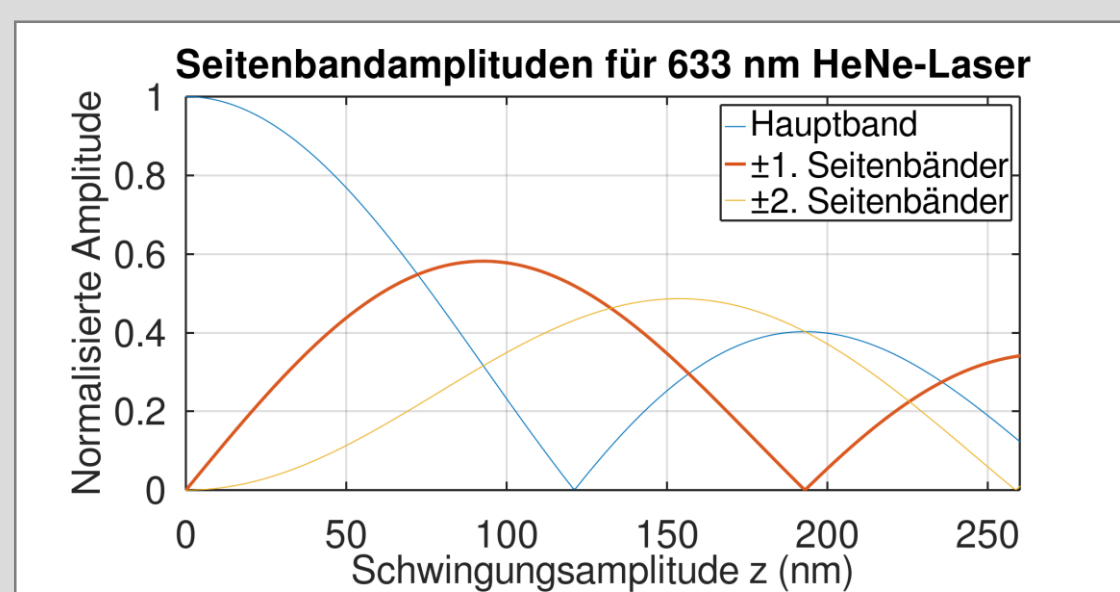
- Kontaktlose und zerstörungsfreie Messung hochfrequenter Oberflächenschwingungen typischerweise mithilfe der Laser-Doppler-Vibrometrie
→ Oberfläche wird punktwise abgerastert, Messungen mit hoher räumlicher Auflösung können dabei mehrere Stunden in Anspruch nehmen
- Idee: Aufbau eines Interferometers bei dem jedes Pixel eines Kamerasensors ein Vibrometer bildet und somit schnelle vollflächige Messungen ermöglicht

Theoretische Idee der Messmethode

- Harmonische Auslenkung und einhergehende Phasenmodulation erzeugt Seitenbänder bei

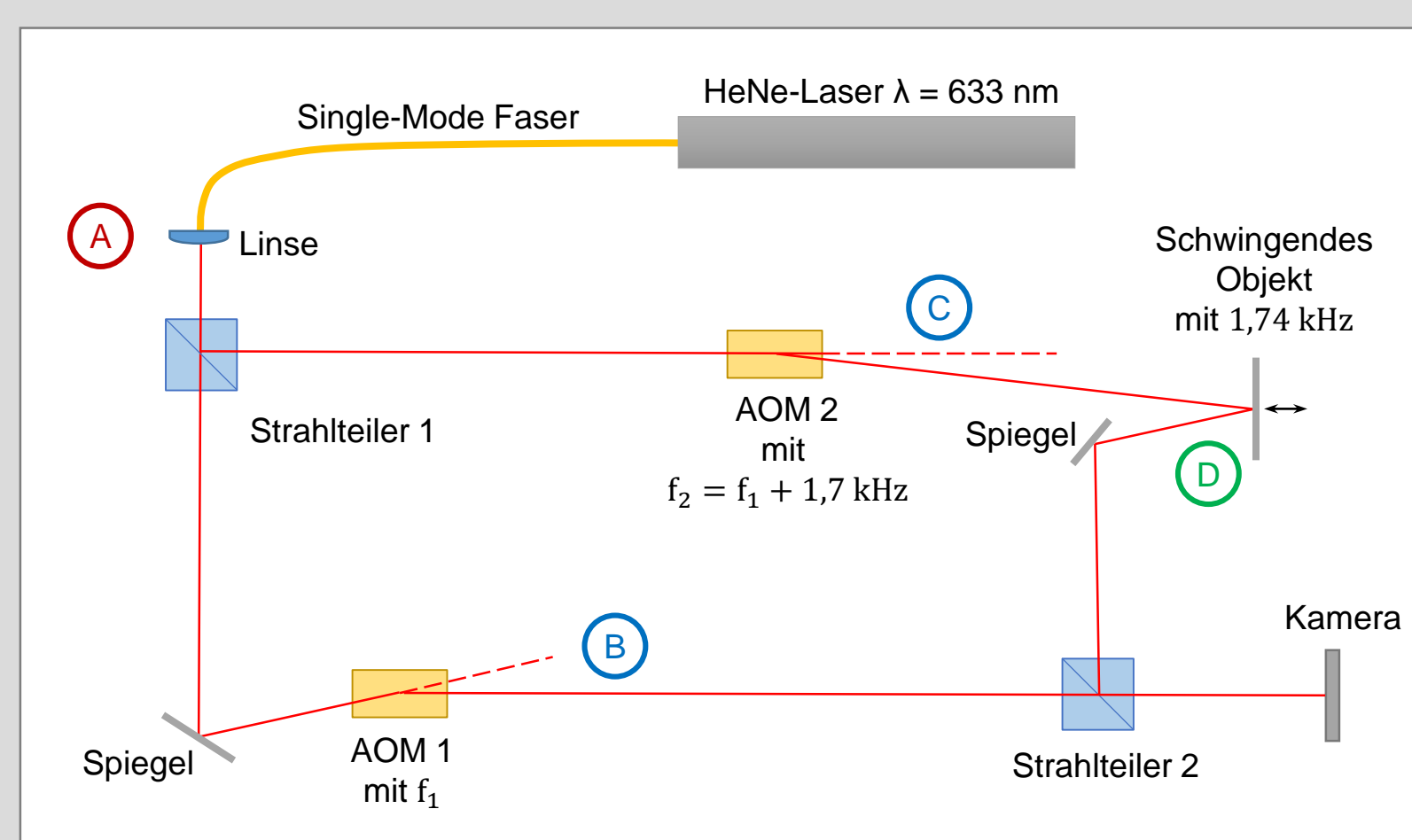
$$f = f_{\text{optisch}} \pm n \cdot f_{\text{akustisch}}, \quad n \in \mathbb{N}$$

- Seitenbandamplituden über $J_n(4\pi z/\lambda)$ mit Schwingungsamplitude z verknüpft [1]

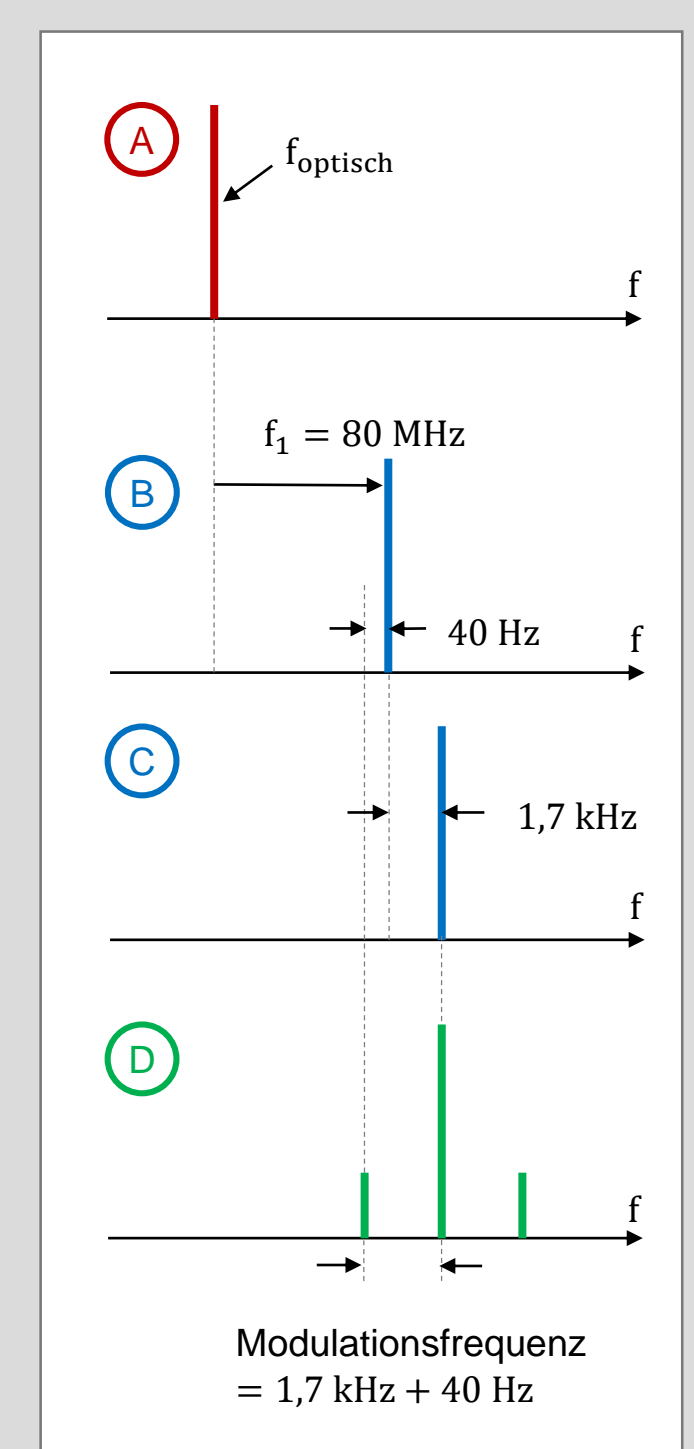


- Bei kleinen Auslenkungen nur 1. Seitenband
- Rekonstruktion der Schwingungsamplitude aus Amplitude der Seitenbänder möglich

Schema des Seitenband-Interferometers

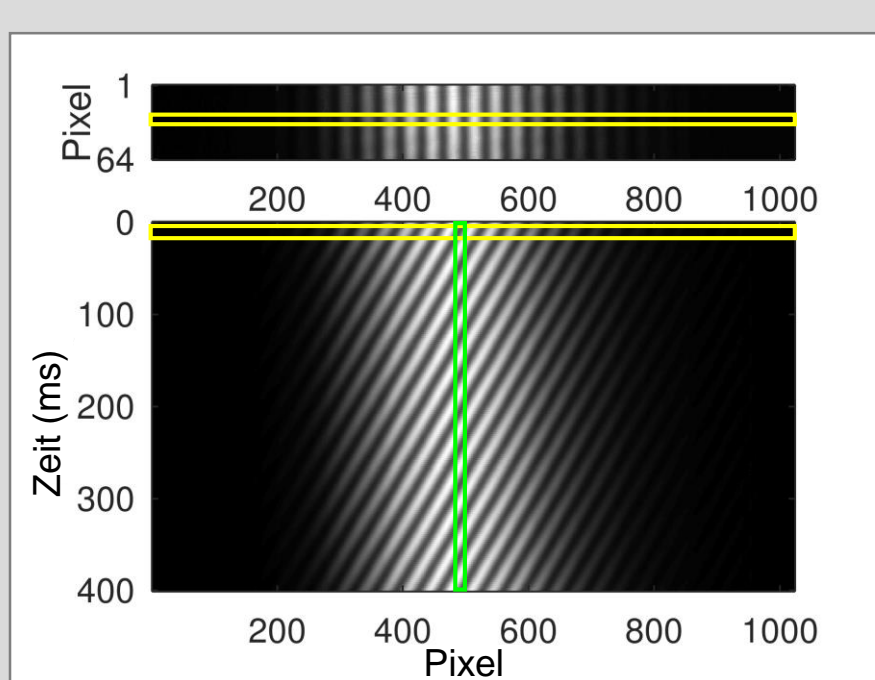


- Frequenzverschiebung in Referenz- bzw. Objektarm um f_1 bzw. f_2 durch Beugung an akustooptischen Modulatoren (AOM)
- Schwebungsfrequenz zwischen Referenzarm und -1. Seitenband wird somit in niederfrequenten Bereich (40 Hz) verschoben
→ Ermöglicht die Aufnahme mit Kamradetektoren

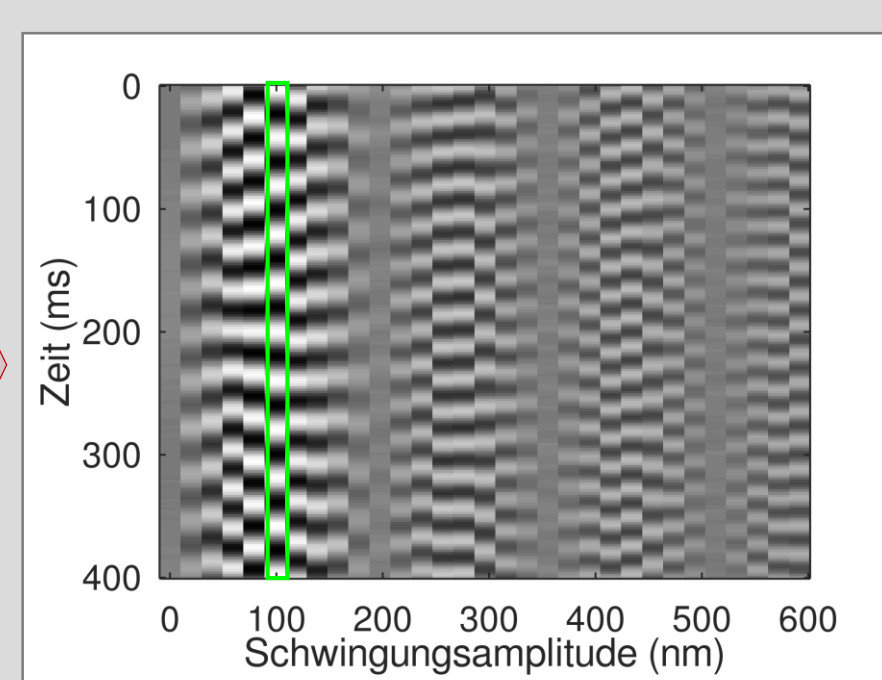


Ergebnisse

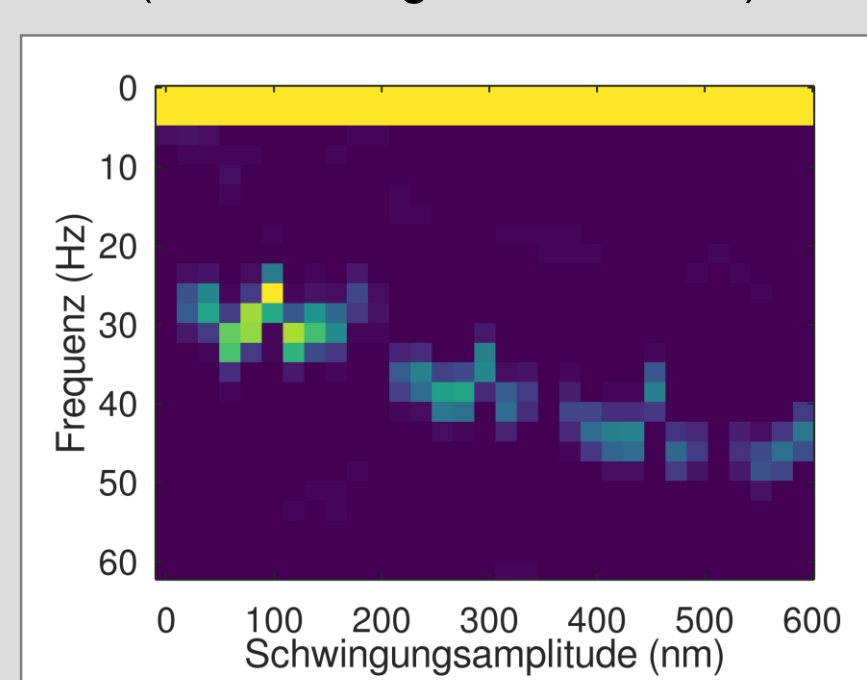
Interferogramm und zeitliche Entwicklung einer Zeile daraus



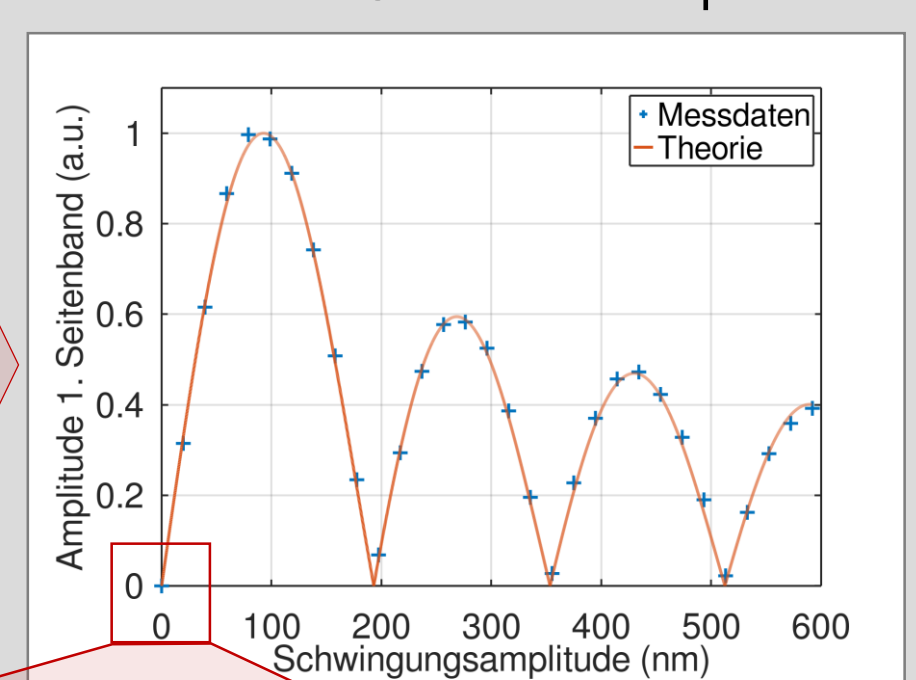
Zeitentwicklung eines Pixels für versch. Schwingungsamplituden



Zeitliche Fouriertransformierte (Schwebung mit ca. 40 Hz)



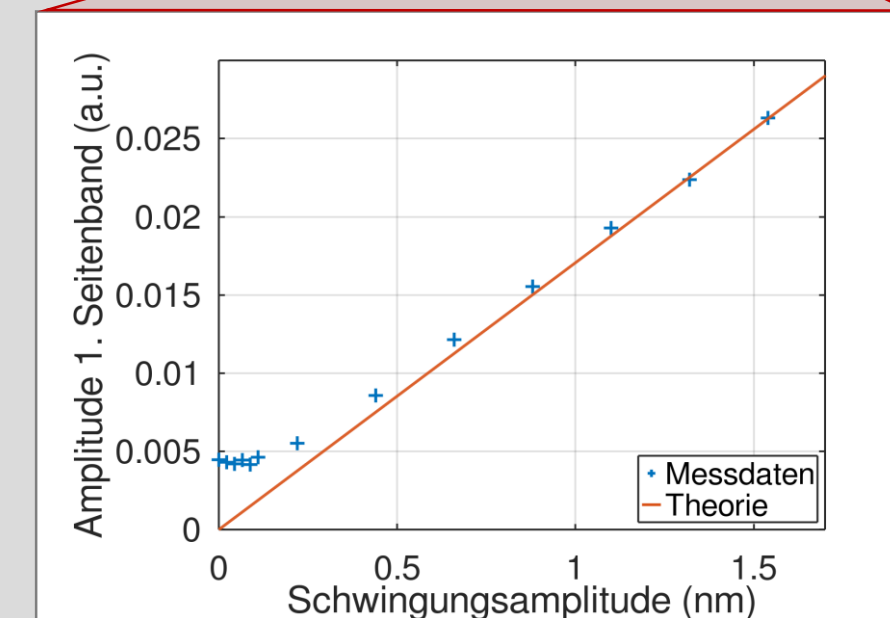
Erwarteter und beobachteter Verlauf der Seitenbandamplitude



- Auslenkung z_0 bei der ersten Nullstelle des ersten Seitenbands mit einem HeNe-Laser ($\lambda = 633 \text{ nm}$)

$$z_0 = \frac{\lambda \cdot 3,832}{4\pi} = \frac{633 \text{ nm} \cdot 3,832}{4\pi} = 193 \text{ nm}$$

- Untere Nachweisgrenze des aktuellen Aufbaus ca. 200 pm (vgl. Rauschhintergrund in Abbildung rechts)



Ausblick

- Frei wählbare Frequenzen der AOMs
→ Betrachtung beliebiger Schwingungsfrequenzen und mehrerer Seitenbänder
- Flächige Messung mittels Holografie [2]

Literatur

- [1] P. Picart, New Techniques in Digital Holography, First Edition, John Wiley & Sons, 2015, S. 255-293
- [2] F. Bruno, J. Laurent, D. Royer, M. Atlan, Holographic imaging of surface acoustic waves, Appl. Phys. Lett. 104, 2014