

442: Laser

Leonie Dessau & Lena Beckmann

17.-18.11.2025

1 Spektrumanalysator

Es soll nun die Modenstruktur der Laserkavität mittels eines Spektrumanalysators untersucht werden. Bei dem Analysator handelt es sich um einen externen, konfokalen Resonator, dessen Länge mittels eines Piezo-Kristalls verstellt wird. [1]

Der Modenabstand von TEM¹ bei einem solchen Resonator ist gegeben als: [1]

$$\Delta\nu_{TEM} = \frac{c}{4l} \quad (1.1)$$

Bei der Laserkavität hingegen wird davon ausgegangen, dass in erster Linie Longitudinalmoden angeregt werden mit einem Modenabstand von:

$$\Delta\nu = \frac{c}{2L} \quad (1.2)$$

Nach der Justage des Analysators erfolgt die Messung indem ein Dreieckssignal an das Piezo-element angelegt wird, dessen Spannung so lange variiert wird, bis auf dem Oszilliskop eine periodische Struktur zu erkennen ist. Hierbei ist relevant, dass die Modenstruktur sowohl des Analysators als auch des Lasers überlagert beobachtet wird.

Eine kurze Übersichtsrechnung zeigt auf, dass der Modenabstand des Lasers ca. eine Größenordnung kleiner als bei dem Resonator zu erwarten ist. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die näher aneinanderliegenden, feineren Maxima Lasermode entsprechen und die größeren, weiter auseinanderliegenden Maxima Analysatormode sind.

Die Länge der Laserkavität ließ sich gut messen, mit $L = (51,3 \pm 0,5)$ cm. Die Länge des Analysators hingegen ist schwer akkurat zu messen, da die genaue Position der Spiegel in den jeweiligen Bauteilen nicht eindeutig ist und die Bauteile durch ihre Größe und Form ein genaues Messen erschweren. Es ergibt sich eine Länge von $l = (20 \pm 15)$ mm

In den aufgenommenen Oszillogrammen werden die Abstände der Analysatormode und die Abstände der Lasermode vermessen.

¹Transversalen elektrischen Mode

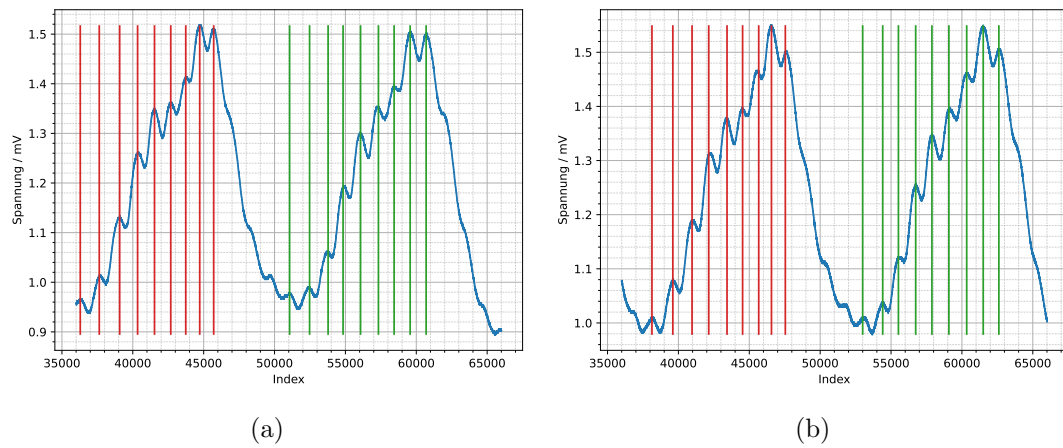


Abbildung 1.1: a) Oszillogramm des Spektrums und b) zweite Messung des Selben

Aufgrund des Linearen Spannungsverlaufs an dem Piezoelement und der dazu proportionalen Längenänderung werden alle Abstände an den Indizes der Datenpunkte berechnet. Die lokalen Maxima der Kurven werden ermittelt. Der Abstand der Analysatormoden wird aus den Abständen der jeweils n-ten Maxima zueinander bestimmt.

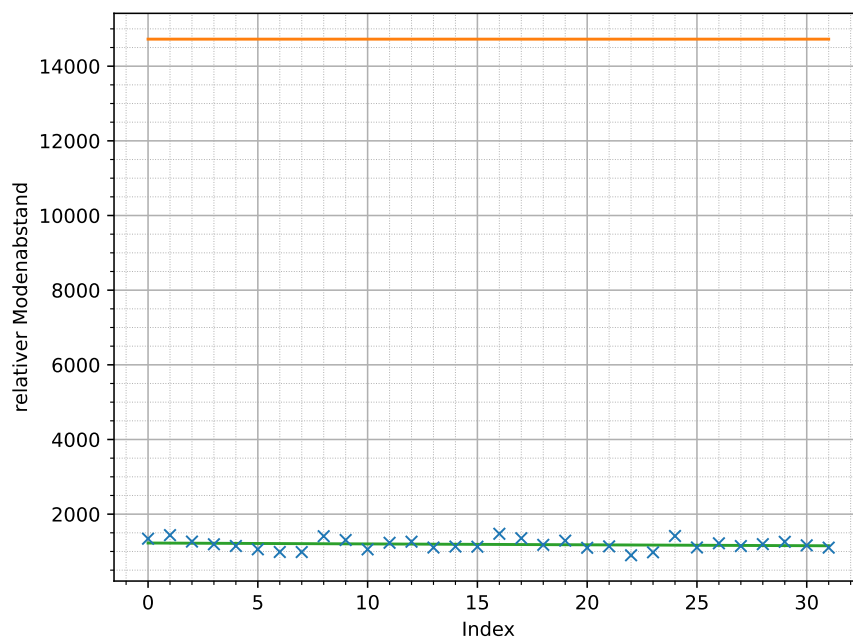


Abbildung 1.2: Modenabstände

2 Anhang

Literatur

- [1] *Versuchsbeschreibung P442: Laser*. Physikalisches Institut, Universität Bonn. (Besucht am 21. 11. 2025).