

Praktikum Atome, Moleküle, kondensierte Materie

Versuch 422: Rastertunnelmikroskopie

Carlos Pascua*¹ and Michael Vogt^{†1}

¹Uni Bonn

12. Dezember 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau des Lasers	1
2	Wellenlänge und Polarisation	1
2.1	Wellenlänge	1
2.2	Polarisierung	1
3	Fazit	3
4	Anhang	4

*s87cpasc@uni-bonn.de

†s65mvogt@uni-bonn.de

TODO

- („Aufgaben“ durchgehen und ins Protokoll aufnehmen)

Einleitung

Durch diesen Versuch soll die grundlegende Funktionsweise von Lasern anhand eines Helium-Neon-Lasers verstanden werden. Zunächst werden Wellenlänge und Polarisation des Lichts gemessen und anschließend die Aufspaltung in verschiedene Moden genauer untersucht. Zum stabilen Betrieb des Lasers wird eine optische Diode aufgebaut.

1 Aufbau des Lasers

(Aufbau beschreiben, nicht zu spezifisch um späteren Aufbau zu covern. ggf. einfach Anleitung zitieren)

2 Wellenlänge und Polarisation

Zunächst werden Wellenlänge und Polarisation des Laserlichts gemessen. Es wurde ab hier ein anderer Aufbau als der zuvor beschriebene verwendet, da ich am zweiten Tag den Versuch als Teil einer Dreiergruppe fortführte. Die Aufbauten funktionieren grundlegend gleich und unterscheiden sich nur in den Details der Strahlführung.

2.1 Wellenlänge

Anhand der Ablenkung des Laserlichts an einem Transmissionsgitter, welches in den Strahlverlauf gestellt wird, kann dessen Wellenlänge bestimmt werden. Es gilt die Gittergleichung

$$n\lambda = d(\cos \alpha - \cos \beta_n) \quad (1)$$

wobei α der Winkel des Lasers und β_n der Winkel der n -ten Beugungsordnung zur Gitternormalen ist. Daraus folgt die Geradengleichung

$$n = n(\cos \beta) = \frac{d}{\lambda}(\cos \alpha - \cos \beta) \quad (2)$$

also gilt für die Steigung m

$$m = -\frac{d}{\lambda} \iff \lambda = -\frac{d}{m}$$

Hier galt $d = (\text{Wert})$. Die gemessenen Ordnungen sind in Tab. ?? gezeigt. Eine Geradenanpassung von n in Abhängigkeit von $\cos \beta$ liefert die Gleichung

$$n(\cos \beta) = (\text{Werte})$$

also $m = (\text{Wert})$ und $\lambda = (\text{Wert})$. (Vergleich mit erwarteter Wellenlänge)

2.2 Polarisierung

Als nächstes soll die Polarisierung des Laserlichts gemessen werden. Im Lasermedium wird zunächst unpolarisiertes Licht erzeugt. Dieses verlässt das Medium jedoch durch Brewsterfenster, welche nur eine bestimmte Polarisationsrichtung durchlassen (stimmt das? Brewsterfenster erklären.).

Zur Messung der Polarisation wird das Licht durch einen Polarisator auf eine Photodiode geschickt und die zur Lichtintensität proportionale Spannung mithilfe eines Oszilloskops gemessen. Bei vollständig linear

polarisiertem Licht und einem idealen Polarisator ist der Zusammenhang zwischen Intensität I und Winkel α des Polarisators zur Vertikalen durch das *Malus'sche Gesetz* gegeben:

$$I(\alpha) = I_0 \cos^2(\alpha - \alpha_0) \quad (3)$$

mit I_0 der Lichtintensität vor dem Polarisator und α_0 der Polarisationsrichtung des Lichts (zur Vertikalen).

Im Allgemeinen kann der \cos^2 -Verlauf im Vergleich zum Malus'schen Gesetz gestaucht sein, wenn das Licht nicht vollständig polarisiert ist:

$$I(\alpha) = U_{\min} + (U_{\max} - U_{\min}) \cos^2(\alpha - \alpha_0) \quad (4)$$

(begründen wo das herkommt) Hier wurde Spannung U anstatt Intensität I verwendet, da die Spannung hier die zur Intensität proportionale gemessene Größe ist.

Bei Sättigung der Diode würde der \cos^2 -Verlauf oberhalb der Maximalspannung der Diode „abgeschnitten“ werden und damit nicht mehr (4) entsprechen. Es wurde daher sichergestellt, dass keine Sättigung auftritt.

(abschlusswiderstand erklären?) Der Polarisator auf verschiedene Winkel in regelmäßigen Abständen eingestellt und jeweils die Spannung notiert. Diese Werte sind in Tab. ?? gezeigt und in Abb. ?? aufgetragen, zusammen mit einer χ^2 -Anpassung nach (??). Diese liefert die Parameter **(Werte)**, **(Polarisationsrichtung vergleichen)**,

Für den Polarisationsgrad PG gilt

$$\text{PG} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} = \textbf{(Wert einfüllen)} \quad (5)$$

(Diskutieren wenn nicht vollständig polarisiert)

3 Fazit

4 Anhang

Literatur

- [1] *Physikalisches Praktikum Teil IV – Versuchsbeschreibungen*, Universität Bonn, 10.10.2024