

## **Fortgeschrittenenpraktikum**

# **V60 Diodenlaser**

Leander Flottau                    Jannis Vornholt  
leander.flottau@udo.edu        jannis.vornholt@udo.edu

December 11, 2023

TU Dortmund University – Department of Physics

## **Contents**

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
2.1	Material . . . . .	3
2.2	Schwellenstrom . . . . .	3
2.3	Rubidiumfluoriszenz und Transmissionsspektrum . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>6</b>
3.1	Messung des Schwellstroms . . . . .	6
3.2	Rubidiumfluoreszenz und Transmissionsspektrum . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>8</b>
	<b>References</b>	<b>9</b>

# **1 Theorie**

## **2 Durchführung**

### **2.1 Material**

Bei diesem Versuch wird ein Diodenlaser nach dem Littrow-Aufbau verwendet. Mit Hilfe eines sechskantigen Winkelschraubendrehers, kann das Beugungsgitter verstellt werden. Das Gitter und die Kollimationslinse sind fest im Laser verbaut, der wiederum auf einem optischen Tisch befestigt ist. Zudem werden eine CCD-Kamera und eine Detektorkarte verwendet, um den Infrarotlaser sichtbar zu machen. Außerdem wird eine Rhodium-Zelle, zwei Photodioden, Linsen und Filter, so wie ein 50/50-Strahlteiler verwendet. Während der Messungen wird der Laser auf eine Betriebstemperatur von 50 °C geheizt, um die für das Rhodium relevanten Wellenlängen zu emittieren. Zur Auswertung steht ein Oszilloskop zur Verfügung.

### **2.2 Schwellenstrom**

Zu Beginn wird der Schwellenstrom bestimmt, ab dem von LED-Betrieb auf Laser-Betrieb gewechselt wird. Dieser Schwellenwert wird durch Lasergranulation bestimmt. Diese tritt auf, wenn starkes monochromatisches, kohärentes Licht auf eine unebene Oberfläche trifft. Dabei müssen die Unebenheiten in der Größenordnung der Wellenlänge sein, damit nach dem Huygen'schen Prinzip das Licht gestreut wird. Dadurch entstehen zufällige Interferenzmuster, was sich in einem körnigen Lichtfleck auf der Detektorkarte äußert. Im LED-Bereich treten diese Interferenzmuster nicht auf, da das emittierte Licht nicht kohärent ist.

Um den Schwellenstrom zu ermitteln, wird der Aufbau gemäß Abbildung 1 aufgebaut. Anschließend wird der Betriebsstrom schrittweise erhöht und kurz vor, so wie kurz nach erreichen des Schwellstroms. Danach werden langsam der Strom und der Winkel des Lasers verändert, bis der Strom den kleinst möglichen Wert angenommen hat.

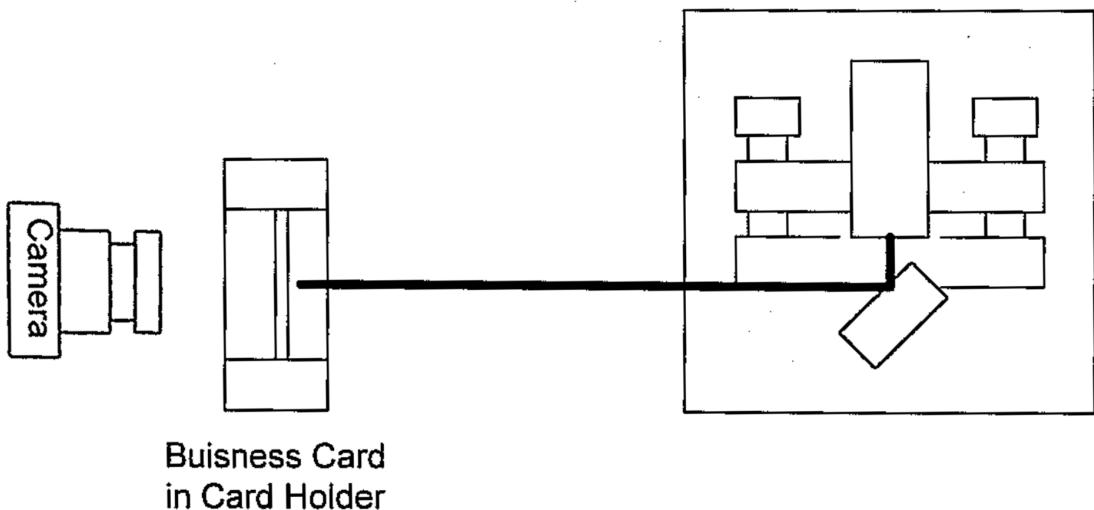
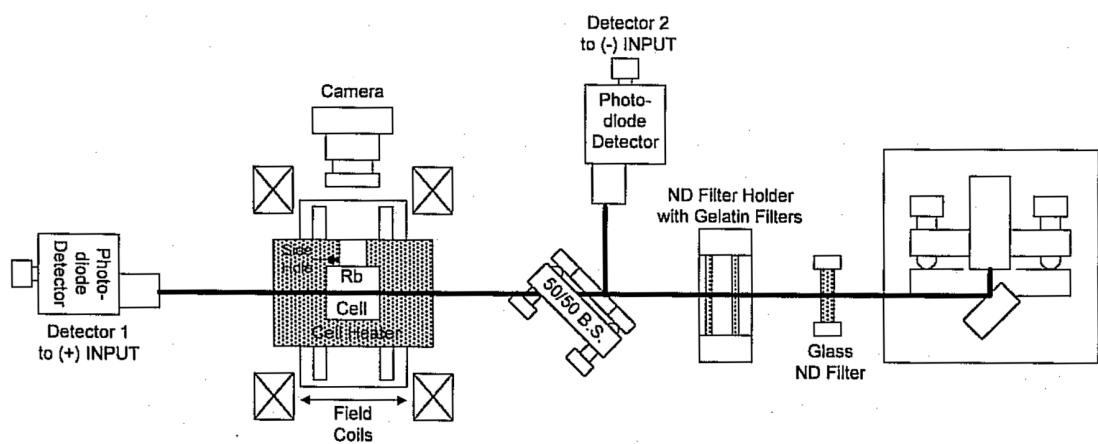


Figure 1: Aufbau um den Schwellstrom zu ermitteln. [1]

### 2.3 Rubidiumfluoriszenz und Transmissionsspektrum

Für die Messung der Rubidiumfluoreszenz, wird der Aufbau gemäß Abbildung 2 realisiert. Damit der Laser stark genug ist, wird der Betriebsstrom deutlich über den Schwellenwert angesetzt. Nun wird der Piezo-Kristall, das Gitter und der Strom fein justiert, bis die Rubidiufluoriszenz auf der CCD-Kamera sichtbar wird.

Zur Aufnahme des Rubidium-Transmissionsspektrums, wird vor die Rubidium-Zelle ein 50/50-Teiler platziert. Eine Hälfte des Strahls wird durch die Rubidium-Zelle gelenkt und anschließend auf eine Photodiode. Die andere Hälfte wird direkt auf eine Photodiode gelenkt. Um die Photodioden möglichst wenig zu stören wird bei dieses Messung das Raumlicht ausgeschaltet. Beide Photodioden werden an einen Funktionsgenerator angeschlossen, mit dessen Hilfe die Differenz der beiden Strahlen gebildet wird und somit die Veränderung durch die Rubidium-Zelle. Das Ergebnis wird durch ein Oszilloskop veranschaulicht. Um Modensprünge zu verhindern, wird der Laser erneut wie im vorherigen Schritt justiert.



**Figure 2:** Aufbau, um die Rubidiumfluoreszenz zu messen. [1]

### 3 Auswertung

#### 3.1 Messung des Schwellstroms

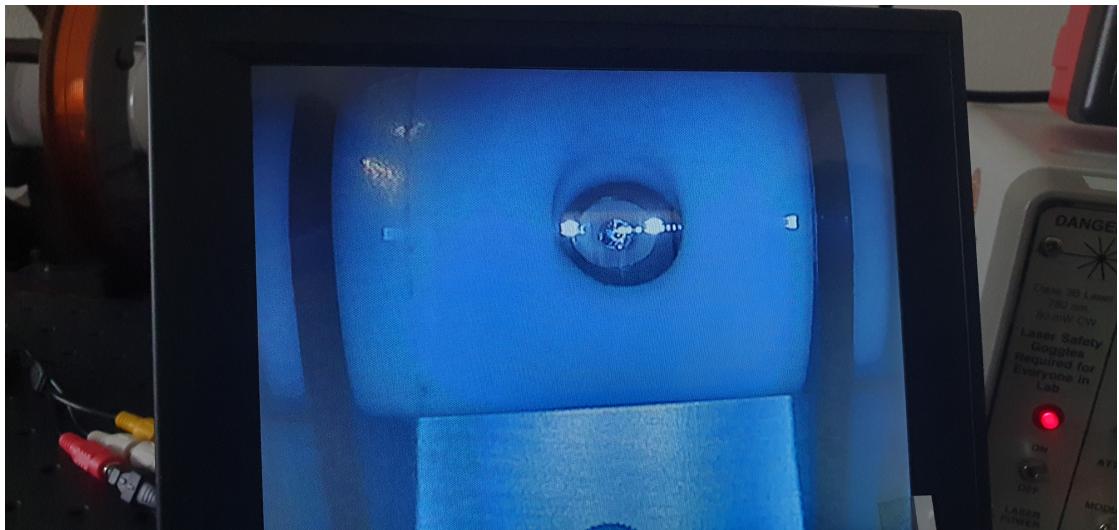
Der Schwellstrom wird wie in Kapittel 2.2 beschrieben ermittelt. Von der Detektorkarte wird je ein Bild kurz vor erreichen des Schwellstroms, als auch kurz danach gemacht. Diese Bilder sind in Abbildung 3 zu finden. Der Schwellstrom wird auf  $I_{\text{thr}} = 48 \text{ mA}$  bestimmt.



**Figure 3:** Bild der Detektorkarte, kurz bevor (links) und kurz nachdem (rechts) der Schwellstrom erreicht worden ist.

#### 3.2 Rubidiumfluoreszenz und Transmissionsspektrum

Um die Rubidiumfluoreszenz zu sehen, wird wie in Kapittel 2.3 beschrieben vorgegangen. Der verwendete Strom beträgt 62.4 mA und der Piezo-Kristall ist eingeschaltet. Die Rubidiumfluoreszenz ist in Abbildung 4 zu sehen. Das Transmissionsspektrum ist in Abbildung 5 zu sehen. Dabei sind deutlich vier Absorptionslinien des Rubidiums zu sehen. Durch feines Justieren wird sichergestellt, dass keine Modensprünge auftreten. So können die Peaks von links nach rechts den Übergängen 87a, 85a, 85b, 87b zugeordnet werden.



**Figure 4:** Bild der Radiumfluorisenz.



**Figure 5:** Das transmissionsspektrum ohne Unterdrückung des Untergrundes (links) und mit Unterdrückung des Untergrundes (rechts).

## **4 Diskussion**

Bei allen durchgeführten Messungen stimmen die Ergebnisse mit der Theorie überein. Die Lasergranulation ist eindeutig erkennbar und somit der Schwellstrom, ab dem von LED-Betrieb auf Laser-Betrieb gewechselt wird, bestimmt. Die Rubidiumfluoriszenz ist auf dem Bild erkennbar, auch wenn nur eine leichte Fluoriszenz auftritt. Die Absorptionslinien hingegen sind sehr deutlich zu erkennen. Durch den Vergleich zwischen unterdrücktem Untergrund und nicht unterdrücktem Untergrund ist gut zu sehen, dass die Unterdrückung mithilfe des 50/50-Teilers erfolgreich ist. Zudem ist an der geraden Untergrundkurve (bei unterdrücktem Untergrund) zu erkennen, dass es keine Modensprünge gibt. Insgesamt kann der Versuch somit als gelungen betrachtet werden.

## **References**

- [1] *Versuchsanleitung zu Versuch V60.* Fakultät Phyik, TU Dortmund. 2022.