

**Versuch zum Praktikum
„Präparation und Charakterisierung von Festkörpern“
im Bachelorstudiengang Materialwissenschaften
Matwiss-BM06**

Halbleiter Laser und He-Ne Laser

1. Aufgabenstellung

In diesem Versuch werden einige der optischen und elektrischen Eigenschaften eines Halbleiterlaser und eines Helium-Neon Laser bestimmt und miteinander verglichen.

Die Wirkungsgrade der beiden Lasertypen sollen gemessen und miteinander verglichen werden.

Es wird die Strahldivergenz der Laser bestimmt.

Für beide Laser werden die Emissionsspektren für die spontane und induzierte Emission aufgenommen.

2. Grundlagen

Die Grundlagen zur Funktion von Lasern findet man z.B. im „Demtröder Experimentalphysik 3“ oder ähnlichen Werken.

Themengebiete für die Vorbereitung:

- die 3 Hauptkomponenten des Lasers
- verschiedene Lasertypen
- Funktionsweise von He-Ne Laser und Laserdiode
- Übergänge zwischen Energieniveaus und ihre Ursachen
- Aufbau eines Monochromators und die Interferenz am Gitter
- Funktion einer Photodiode

3. Versuchsdurchführung

!!! Vorsicht beim Umgang mit Lasern !!!
Unbedingt Sicherheitshinweise beachten

Sicherheitshinweise:

- Den Laser nicht auf Augenhöhe betreiben
- Zur Justierung des He-Ne Lasers den eingebauten Graufilter verwenden
- Während des Betriebs des Lasers ist eine Laserschutzbrille zu tragen
- Den Laser nicht auf reflektierende Flächen richten, wie z.B. Monitor, Armbanduhr oder Laserschutzbrille
- Den Laser nur so lange wie nötig eingeschaltet lassen
- Da die verwendeten Laser eine maximale Leistung von unter 15 mW haben braucht das Laserwarnschild nicht verwendet werden

3.a) Wirkungsgrad von Lasern:

Es sollen die Wirkungsgrade eines He-Ne Lasers und einer Laserdiode bestimmt werden. Für den He-Ne Laser wird die Leistung des Laserstrahles mit dem Laser-Powermeter gemessen und die Eingangsleistung aus dem Datenblatt entnommen. Da der He-Ne Laser seinen maximalen Wirkungsgrad nach ca. 10 Minuten erreicht wird eine Messreihe über 15 Minuten alle 5 Minuten aufgenommen. Für die Laserdiode soll eine Messreihe aufgenommen werden. Hierzu wird die Stromstärke im Bereich von 5mA – 35mA variiert. Es wird sowohl die Laserleistung mit dem Powermeter gemessen, als auch die Eingangsleistung aus Eingangsspannung und Eingangsstromstärke bestimmt. Es wird ein Graph aus aufgenommener Leistung und Wirkungsgrad aufgezeichnet.

3.b) Strahldivergenz:

Man bestimme die Strahldivergenz des verwendeten Helium-Neon Lasers durch Messung des Strahldurchmessers in verschiedenen Abständen zum Laser und bestimme daraus grafisch die Strahldivergenz.

Für die Laserdiode bestimme man die Strahldivergenz ohne Fokussierlinse in den zwei wichtigsten Raumrichtungen. Anschließend wird versucht mit Hilfe der Fokussierlinse die Strahldivergenz zu minimieren. Auch hierfür ist die Strahldivergenz in einer Raumrichtung zu ermitteln.

3.c) Spektren der Laser für induzierte und spontane Emission:

Die Spektren von 350 nm bis 750 nm der beiden Lasertypen werden mit Hilfe eines Monochromators aufgenommen. Für die Ansteuerung des Monochromators wird die Messsoftware „Spektralanalyse von Helium-Neon Laser und Laserdiode“ verwendet. Eine Verknüpfung zu dem Programm findet man auf dem Desktop des bereitgestellten Rechners. Mit der Bedienung des Programms ist sich im Vorfeld vertraut zu machen. Die Anleitung für das Messprogramm finden Sie im Stud.IP.

Der Messverstärker, der das Signal der Photodiode verstärkt, ist so einzustellen, dass im Messprogramm der höchste Messwert zwischen 0,75 und 1,00 liegt. Der Offset wird berücksichtigt, indem man die Position anhand des bekannten Maximums der induzierten Emission neu justiert.

Beim Helium-Neon Laser wird das Spektrum der stimulierten Emission bestimmt, indem man das Spektrum des Laserstrahles misst. Die spontane Emission wird senkrecht zur Resonatorachse gemessen. Hierfür wird der Laser vertikal vor dem Monochromator befestigt, so dass der Eingangsspalt möglichst hell ausgeleuchtet wird. Die Ausleuchtung kann durch eine Linse mit einer Brennweite von 50 mm verbessert werden. Da bei dieser Messung der Offset nicht ausgeglichen werden kann, ist er in der Auswertung zu bestimmen.

Für die Laserdiode wird das Spektrum unterhalb und oberhalb der Schwellspannung gemessen.

4. Auswertung

Theoretische Vorbetrachtung:

Gehen Sie auf die in Punkt 2 dieser Anleitung aufgeführten Themen ein.

Zu 3.a): Vergleichen Sie die Wirkungsgrade untereinander und mit Literaturwerten. Nennen Sie einige Gründe, die den Wirkungsgrad beeinflussen.

Zu 3.b): Ermitteln Sie die Strahldivergenz grafisch. Nennen Sie Ursachen für die größere Strahldivergenz beim Halbleiterlaser. Skizzieren Sie den Strahlverlauf der Laserdiode mit einer Fokussierlinse.

Zu 3.c): Stellen Sie die Spektren z.B. mit dem Programm „Origin“ dar. Bestimmen Sie für die stimulierte Emission für beide Lasertypen und für die spontane Emission der Laserdiode die Halbwertsbreite der Laserlinien. Identifizieren Sie im Spektrum der spontanen Emission des He-Ne Lasers die Emissionslinien von Helium und Neon. Bestimmen Sie den Offset dieser Messung. Eine Datenbank mit den Emissionslinien finden Sie online unter <http://physics.nist.gov>. Wodurch lassen sich die anderen Linien im Spektrum erklären?