

V61 - Helium-Neon-Laser

Michael Gutnikov
michael.gutnikov@udo.edu

Lasse Sternemann
lasse.sternemann@udo.edu

Durchgeführt am 8.11.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Durchführung	3
1.1	Versuchsaufbau	3
1.2	Kalibrierung des Magnetfelds	3
1.3	Vermessung der Spektrallinienaufspaltung	4

1 Durchführung

1.1 Versuchsaufbau

Um die Spektrallinien und deren Aufspaltung zu vermessen, wird eine Cadmium-Spektrallampe innerhalb eines Elektromagnetens so platziert, dass das Licht der Lampe senkrecht zu den Magnetfeldlinien beobachtet werden kann. Dieses ausgesendete Licht wird zunächst durch das Objektiv O kollimiert und anschließend durch die Kondensorlinse L_1 möglichst genau auf den Spalt S_1 abgebildet. Hinter dem Spalt wird das Licht durch die Linse L_2 erneut kollimiert und durchläuft daraufhin ein Geradsichtprisma, in dem die Wellenlängenkomponenten aufgrund unterschiedlich starker Brechung räumlich getrennt werden. Es ergeben sich eine grüne, blaue, dunkelblaue und rote Komponente. Die nun getrennten Komponenten durchlaufen einen Polarisationsfilter, der ermöglicht nur ausgewählte Übergänge zu beobachten und werden durch die Linse L_3 auf einen weiteren Spalt S_2 fokussiert. Dieser ist verschiebbar, sodass eine ausgewählte Wellenlängenkomponenten den Spalt durchlaufen kann, während alle anderen Komponenten blockiert werden. Zuletzt wird das Licht über die Linse L_4 auf die Lummer-Gehrcke-Platte fokussiert. Diese erzeugt ein Interferenzmuster, das über eine Digitalkamera aufgenommen und aus dem die Wellenlänge des Lichts bestimmt werden kann.

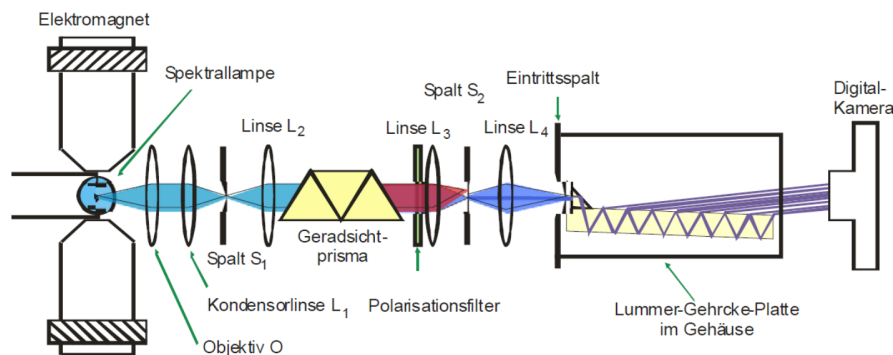


Abbildung 1: Der Aufbau zur Vermessung der Spektrallinien sowie deren Aufspaltung. Das Licht stammt aus einer Cadmium-Spektrallampe und die Spektrallinien werden durch einen Elektromagneten aufgespalten. Anschließend wird das Licht durch ein Geradsichtprisma räumlich in seine Wellenlängenkomponenten zerlegt. Die Komponenten können einzeln auf eine Lummer-Gehrcke-Platte abgebildet werden und erzeugen dort ein Interferenzbild.

1.2 Kalibrierung des Magnetfelds

Für die Auswertung der Aufspaltung ist die Kenntnis des angelegten Magnetfelds notwendig. Da das Magnetfeld jedoch nicht gemessen werden kann, während die Spektrallampe in den Elektromagneten eingesetzt ist, wird das Magnetfeld im Zentrum des Elektroma-

gneten zunächst kalibriert. Dazu wird das Magnetfeld in Abhängigkeit vom angelegtem Spulenstrom mit einer Hall-Sonde im Bereich von 0,4 A bis 7,2 A vermessen. So soll ein Zusammenhang zwischen Magnetfeldstärke und Stromstärke ermittelt werden, der es ermöglicht die angelegte Magnetfeldstärke über den Spulenstrom zu berechnen.

1.3 Vermessung der Spektrallinienaufspaltung

Vermessung des normalen Zeeman-Effekts

Zur Vermessung des normalen Zeeman-Effekts wird die rote Spektrallinie untersucht. Dazu wird diese auf die Lummer-Gehrcke-Platte abgebildet und das Interferenzbild für vier Fälle aufgenommen.

1. $I_{\text{Spule}} = 0 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 0^\circ$
2. $I_{\text{Spule}} = 0 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 90^\circ$
3. $I_{\text{Spule}} = 5 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 0^\circ$
4. $I_{\text{Spule}} = 5 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 90^\circ$

In den ersten beiden Fällen liegt kein Magnetfeld an und die Spektrallinie sollte nicht aufgespalten sein. Im dritten und vierten Fall sind die Spektrallinien aufgespalten. Es sollte dennoch nur im dritten Fall eine optische Aufspaltung erkennbar sein, da das Licht des normalen Übergangs hier nicht durch den Polarisationsfilter herausgefiltert wird.

Vermessung des anomalen Zeeman-Effekts

Zur Vermessung des anomalen Zeeman-Effekts wird die blaue Spektrallinie untersucht. Diese wird wie die rote auf die Lummer-Gehrcke-Platte abgebildet und das Interferenzbild für folgende vier Fälle aufgenommen. Hier ist der letzte Fall durch eine Magnetfeldstärke definiert, da die zugehörigen Daten aus einem externen Experiment übernommen werden mussten.

1. $I_{\text{Spule}} = 0 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 0^\circ$
2. $I_{\text{Spule}} = 0 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 90^\circ$
3. $I_{\text{Spule}} = 2,6 \text{ A}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 0^\circ$
4. $B_{\text{Spule}} = 1,009 \text{ T}$, $\varphi_{\text{Pol}} = 90^\circ$

Erneut sollte für die ersten beiden Fällen keine Aufspaltung zu sehen sein. Im dritten und vierten Fall sind die Spektrallinien erneut aufgespalten. Bei dieser Beobachtung sollte die optische Aufspaltung im Gegensatz zur Beobachtung des normalen Zeeman-Effekts im vierten Fall bei einem Polarisationswinkel von 90° zu sehen sein.