

# Anleitung zum Versuch FP3

## Spektralanalysen der Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung von Thallium mit Hilfe eines Fabry-Perot Interferometers

### 1 Zielsetzung des Versuchs

In diesem Versuch sollen der Umgang mit einem Fabry-Perot Interferometer erlernt und im Anschluss Spektrallinien analysiert werden. Dazu wird zunächst das Fabry-Perot Interferometer kalibriert. Danach wird eine Messung der Hyperfeinstruktur-Aufspaltung und der Isotopieverschiebung der grünen Thallium Linie ( $\lambda = 535\text{nm}$ ) vorgenommen.

### 2 Vorkenntnisse

- a) Fabry-Perot-Interferometer
  - Aufbau und Eigenschaften des FABRY-PEROT-Interferometers
  - Auflösungsvermögen, Finesse und Dispersionsgebiet
- b) Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung von Thallium
  - Hyperfeinstrukturaufspaltung
  - Isotopieverschiebung: Masseneffekt und Volumeneffekt
  - Termschema Thallium

#### Literaturvorschläge

Atomphysik:	HAKEN, WOLF, Atom- und Quantenphysik
Optik:	BORN, WOLF, Principles of Optics
Praktikum und Auswertung:	MELISSINOS, Experiments in Modern Physics
Originalpapier von Schüler, Keyston:	Über einen Isotopenverschiebungseffekt der Hyperfeinstrukturterme von Thallium ( <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/BF01391027">https://link.springer.com/article/10.1007/BF01391027</a> )

### 3 Versuchsdurchführung

- 1) Bereiten Sie den Aufbau für die Beobachtung der Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung der grünen Thalliumlinie vor und justieren Sie das FPI entsprechend. Als Lichtquelle dient eine Hohlkathodenröhre der Firma Oriel. **Der maximale Strom beträgt 10 mA und darf nicht überschritten werden!!**
- 2) Justage des Fabry-Perot-Interferometers
  - (a) Stellen Sie den gewünschten ersten Spiegelabstand grob ein und beginnen Sie mit der Justage des FPI.
    - i. Justage der optischen Achse
      - Schauen Sie ohne Fernrohr durch das FPI:  
Ziel ist ein großer, grüner, runder Fleck; dieser darf nicht abgeschnitten sein o.ä.
    - ii. Einstellungen mit kleiner Irisblende (ca. 0.5cm Durchmesser)

- Wahrscheinlich ist ein grüner Punkt mit “Schweif” zu sehen:  
dieser Schweif ist ein Zeichen für nicht parallel eingestellte Spiegel  
→ kalibrieren Sie mit den Motoren diesen Schweif weg, dann sollten schon feine Interferenzlinien beobachtbar sein
- iii. Einstellungen mit offener Blende (bleibt während des gesamten Versuchs weit geöffnet)
  - Kalibrieren Sie ohne Fernglas mit den Motoren so lange die Spiegel, bis deutliche Ringe mit Ringmittelpunkt in der Mitte zu beobachten sind.
- iv. Fernglas
  - Wahrscheinlich ist nur eine grüne Fläche mit wenigen Interferenzlinien am Rand zu sehen.
  - Bringen Sie diese Interferenzen mit den Motoren in die Mitte.
  - Denken Sie daran, nach jeder Bewegung der Motoren das Fernglas wieder neu auf unendlich zu stellen.
  - Dieser Schritt erfordert etwas Geduld!
- v. Wenn mit dem Fernrohr bereits Ringe zu sehen sind
  - mit den Piezos scharf stellen
- (b) **Allgemein:**
  - bewegen Sie niemals zu hektisch die Motoren!
  - eiserne Regel:  
Ist nach ca. 10 Umdrehungen des Dynamos keine Reaktion zu sehen, dann war diese Richtung falsch!!!

### 3) Messung der Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung

- (a) Stellen Sie die beobachtete Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung anschaulich dar und klassifizieren Sie die Linien anhand ihres Ursprungs und ihrer Ordnung.
- (b) Bestimmen Sie die Hyperfeinstruktur-Aufspaltung und Isotopieverschiebung quantitativ. Messen Sie hierfür die Linienradien für zwei verschiedene Spiegelabstände aus. Wählen Sie die beiden Spiegelabstände nach Möglichkeit so aus, dass Sie
  - einmal alle vier Linien pro Ordnung sehen können
  - einmal in die Überlappung der Ordnungen kommen.

Zur Berechnung der Aufspaltung benötigen Sie für jeden Spiegelabstand die Steigung der Geraden, die den linearen Zusammenhang zwischen der Ringordnung und dem Quadrat der Ringradien beschreibt. Die Steigung erhalten Sie aus einem Geradenfit.
- (c) Bestimmen Sie die Finesse des Fabry-Perot Interferometers.

**Vergessen Sie nicht die kritische Würdigung aller beteiligten Meßfehler, die Qualität der Geradenfits etc. (statistisch und systematisch)!**

## 4 Formelsammlung

Diese Formelsammlung ist nicht vollständig, dient nur zur Orientierung und ersetzt nicht die ausführliche Literaturrecherche.

- Hyperfeinstruktur und Isotopieverschiebung

$$\begin{aligned}
 - \Delta \bar{\nu}_{Linie a - Linie b} &= \frac{1}{2dm} (r_{Linie b}^2 - r_{Linie a}^2) \text{ mit } m = \frac{2f^2}{n_0} \\
 - F &= \frac{1}{(\pi d_{min} \bar{\nu})^2}
 \end{aligned}$$

## 5 Versuchsaufbau

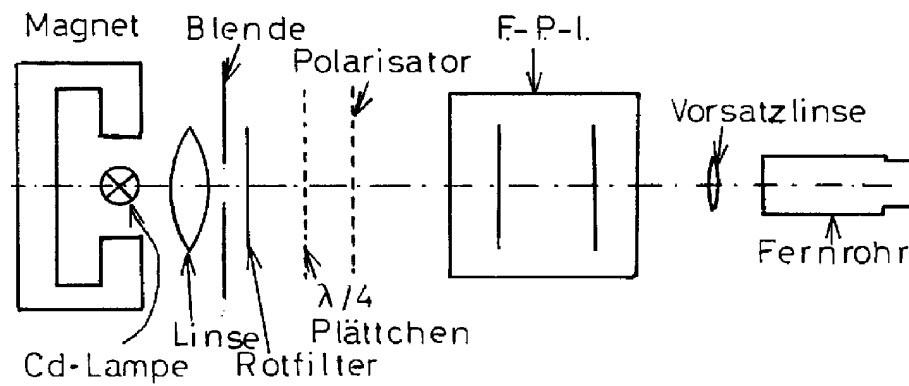


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Versuchs. Der Aufbau entspricht dem Aufbau für den Versuch Zeeman Effekt (hier gezeigt). Für die HFS wird lediglich die Cadmiumlampe durch eine Thalliumlampe ersetzt und der Rotfilter durch einen Grünfilter. Der Magnet entfällt.