

# Anleitung zum Versuch

## Analyse des Zeeman Effekts mit Hilfe eines Fabry-Perot Interferometers

### 1 Zielsetzung des Versuchs

In diesem Versuch soll der Umgang mit einem Fabry-Perot Interferometer erlernt und im Anschluss Spektrallinien analysiert werden. Dazu wird im zweiten Versuchsteil der Zeeman-Effekt anhand der Aufspaltung und Polarisation der roten Cadmiumlinie untersucht werden.

### 2 Vorkenntnisse

#### a) Fabry-Perot-Interferometer

- Typen von Interferometern
- Aufbau und Eigenschaften des FABRY-PEROT-Interferometers
- Auflösungsvermögen, Finesse und Dispersionsgebiet

#### b) Zeeman-Effekt

- ZEEMAN-Effekt und PASCHEN-BACK-Effekt, halbklassische und quantenmechanische Beschreibung, Polarisierungseffekte, Vektorgerüstmodell, Auswahlregeln
- Termschema des Cadmium. Welchem Übergang entspricht die beobachtete rote Linie?
- Analyse von polarisiertem Licht

#### Literaturvorschläge

<b>Atomphysik:</b>	HAKEN, WOLF, Atom- und Quantenphysik
<b>Optik:</b>	BORN, WOLF, Principles of Optics
<b>Praktikum und Auswertung:</b>	MELISSINOS, Experiments in Modern Physics

### 3 Versuchsdurchführung

#### 1) Fabry-Perot-Interferometer

- (a) Berechnen Sie denjenigen Spiegelabstand  $t$  des Fabry-Perot-Interferometers, für den die Linienaufspaltung beim maximal sinnvollen Magnetfeld nicht größer wird als der halbe Abstand zwischen zwei benachbarten Ordnungen.
- (b) Stellen Sie den berechneten 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, roter, runder Fleck; dieser darf nicht abgeschnitten sein o.ä.
  - ii. Einstellungen mit kleiner Irisblende (ca. 0.5cm Durchmesser)
    - Wahrscheinlich ist ein roter 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 rote 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
  - 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!!!
    - Auch wenn  $\lambda/4$ -Plättchen und Polfilter beim ersten Versuchsteil nicht benötigt werden, das FPI mit diesen beiden justieren! Ein späteres Einbauen erfordert eine erneute Justage.

## 2) Zeeman-Effekt

- (a) Verifizieren Sie den linearen Zusammenhang zwischen der Ringordnung und dem Quadrat der Ringradien (ohne Magnetfeld).
- (b) Messen Sie die magnetische Aufspaltung bei festem Magnetfeld in transversaler Richtung (die unverschobene Linie ist dabei auszublenden). Stellen Sie das Magnetfeld so ein, daß sich ein gleichmäßiges Ringmuster ergibt — diese Aufspaltung steht dann in einem bestimmten Verhältnis zum Dispersionsgebiet — und berechnen Sie aus mehreren Messungen mit wiederholten Einstellungen des Magnetfeldes das Verhältnis  $e/m$  (in  $\frac{C}{kg}$ ) sowie das Bohrsche Magneton (in  $\frac{eV}{T}$ ).
- (c) Messen Sie  $\Delta E$  als Funktion des Magnetfeldes. Bestimmen Sie hieraus das Bohrsche Magneton. Dafür tragen Sie  $\Delta E$  als Funktion von  $B$  auf und erhalten aus einem Geradenfit den Parameter  $\mu$ .
- (d) Beobachten Sie die magnetische Aufspaltung in transversaler und longitudinaler Richtung. Was beobachten Sie? Beschreiben und interpretieren Sie die Polarisation der einzelnen Komponenten.
- (e) Bestimmen Sie den Spiegelabstand mit dem Meßfernrohr (Okularskala).

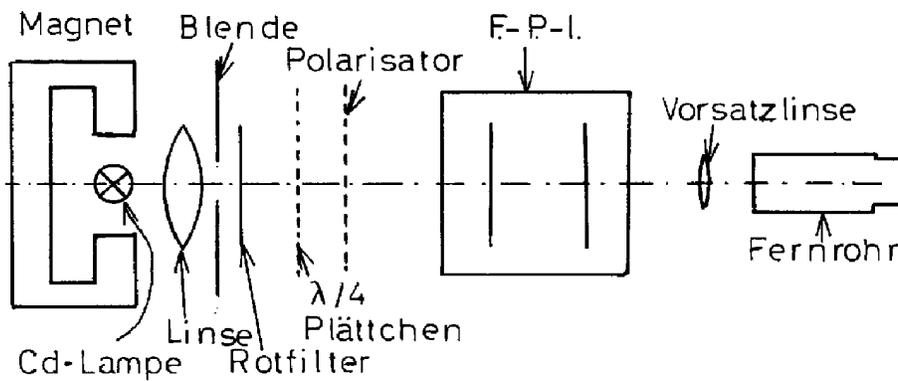
**Vergessen Sie nicht die kritische Würdigung aller beteiligten Meßfehler, die Qualität der Geradenfits etc. (statistisch und systematisch)!**

## 4 Formelsammlung

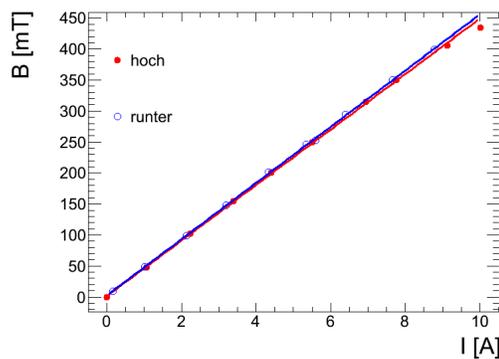
Diese Formelsammlung ist nicht vollständig, dient nur zur Orientierung und ersetzt nicht die ausführliche Literaturrecherche.

- $r_p^2 = \frac{2f^2}{n_0}(p - 1 + \epsilon)$
- $\mu_B = \frac{hc}{8dB_0}$
- $\Delta E = \mu_B \cdot B = \frac{1}{2} \frac{hc}{2d} \frac{r_{\sigma^+}^2 - r_{\sigma^-}^2}{r_{p+1, \sigma^+}^2 - r_{p, \sigma^+}^2}$

## 5 Versuchsaufbau



## 6 Erregerkurve des Elektromagneten



$$B(I) = p_0 + p_1 \cdot x$$

- **hoch**  
 $p_0 = 1.6 \pm 1.2$   
 $p_1 = 44.8 \pm 0.2$   
 $\text{Chi}^2 = 10.5, \text{NDf} = 7$
- **runter**  
 $p_0 = 2.7 \pm 1.2$   
 $p_1 = 45.3 \pm 0.2$   
 $\text{Chi}^2 = 5.0, \text{NDf} = 8$