

# Laserspektroskopie

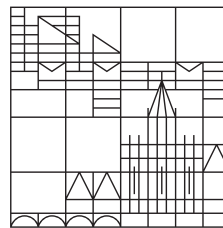
## Fortgeschrittenenpraktikumsbericht

vorgelegt von

**Hermann Böttcher & Yannik ???**

an der

Universität  
Konstanz



Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Sektion  
Fachbereich Physik

Tutor: Timo Raab

Konstanz, 2016

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Physikalische Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1 Zeemann Effekt . . . . .	1
1.2 Spin-Bahn-Kopplung und Feinstruktur . . . . .	1
1.3 Hyperfeinstruktur . . . . .	2
<b>Bibliographie</b>	<b>2</b>

---

# Abbildungsverzeichnis

---

# Tabellenverzeichnis

## KAPITEL 1

# Physikalische Grundlagen

## 1.1 Zeemann Effekt

## 1.2 Spin-Bahn-Kopplung und Feinstruktur

Im semiklassischen Modell bewegen sich die Elektronen auf diskreten Kreisbahnen mit Radius  $r$  um den Atomkern. Als Ladungsträger mit Ladung  $q_e = -e$  stellt das rotierende Elektron einen Kreisstrom dar. Dieser erzeugt ein magnetisches Dipolmoment

$$\vec{\mu}_l = - \underbrace{\frac{e\hbar}{2m_e}}_{=\mu_{\text{Bohr}}} \frac{\vec{l}}{\hbar}$$

mit dem BOHR'schen Magneton, welches sich neben der Elektronenladung aus der Elektronenmasse  $m_e$  und dem reduzierten PLANCK'schen Wirkungsquantum zusammensetzt. Weiter ist  $\vec{l}$  der Bahndrehimpuls des Elektrons.

Aus dem quantenmechanischen Modell ergibt sich auSSerdem das magnetische Moment

$$\vec{\mu}_s = -2\mu_{\text{Bohr}} \frac{\vec{s}}{\hbar},$$

welchem der Spindrehimpuls  $\vec{s}$  zugrunde liegt.

Das magnetische Moment  $\vec{\mu}_s$  des rotierenden Elektrons befindet sich nun im durch die Rotation erzeugten Magnetfeld  $\vec{B}$ . Je nach Spinstellung führt dies zur einer Erhöhung bzw. einer Verringerung der Energie

$$\Delta E_{l,s} = -\vec{\mu}_s \cdot \vec{B} \approx \frac{\mu_0 Z \cdot e^2}{8\pi m_e^4 r^3} (\vec{s} \cdot \vec{l}). \quad (1.1)$$

Hierbei ist  $\mu_0$  die magnetische Suszeptibilität und  $Z$  die Ordnungszahl des Atoms.

Die vektorielle Addition von Bahndrehimpuls und Spindrehimpuls ergibt den Gesamtdrehimpuls

$$\vec{j} = \vec{l} + \vec{s}.$$

Wie Bahndrehimpuls und Spindrehimpuls ist der Gesamtdrehimpuls gequantelt. Es gilt

$$|\vec{j}| = \sqrt{j(j+1)} \cdot \hbar$$

wobei

$$j = +\frac{1}{2} \quad \text{für} \quad l = 0$$

und

$$j = l \pm \frac{1}{2} \quad \text{für} \quad l > 0,$$

da sich die z-Komponenten der Drehimpulse entweder parallel oder antiparallel einstellen können.

Nun lässt sich (1.1) umschreiben zu

$$\Delta E_{l,j} = \frac{a}{2} \cdot [j(j+1) - l(l+1) - s(s+1)] \quad (1.2)$$

mit der Spin-Bahn-Kopplungskonstante

$$a = \frac{\mu_0 Z e^2 \hbar^2}{8\pi m_e^2 r^3}.$$

Die Aufspaltung der Spektrallinien gemäss

$$E_{n,l,j} = E_n + \Delta E_{l,j} \quad (1.3)$$

ist die sogenannte Feinstrukturaufspaltung.

### 1.3 Hyperfeinstruktur