

# FORTGESCHRITTENEN-PRAKTIKUM SS 2017

## Elektronenspinresonanz

Durchführung: 10.05.17

Anja BECK<sup>1</sup>  
Clara RITTMANN<sup>2</sup>

*Betreuer:*  
Matthias MUSTERMANN

---

<sup>1</sup>anja.beck@tu-dortmund.de

<sup>2</sup>clara.rittmann@tu-dortmund.de

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Theorie</b>   | <b>2</b> |
| 1.1      | Magnetisches Moment – Herleitung . . . . .                   | 2        |
| 1.2      | Aufspaltung der Energieniveaus in einem Magnetfeld . . . . . | 2        |
| <b>2</b> | <b>Aufbau und Ablauf des Experiments</b>                     | <b>3</b> |
| <b>3</b> | <b>Auswertung</b>  | <b>4</b> |
| <b>4</b> | <b>Diskussion</b>  | <b>6</b> |

**Ziel des Versuchs** ist die Berechnung des Landé-Faktors des freien Elektrons mittels der Elektronen-Spin-Resonanz-Methode und die Bestimmung der Flussdichte des Erdmagnetfeldes.

## 1 Theorie

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen der Elektronen-Spin-Resonanz erläutert. Hierzu ist vor allem die Herleitung des magnetischen Moments in Folge des Bahndrehimpulses und Spins sowie die Aufspaltung der Energieniveaus in einem Magnetfeld in Abhängigkeit des magnetischen Momentes wichtig.

### 1.1 Magnetisches Moment – Herleitung

Das magnetische Moment ist das Produkt aus einem Kreisstrom und einer Fläche. Um die Teilchenströme eines Atoms zu berechnen betrachtet man die Wellenfunktionen eines Atoms in Kugelkoordinaten  $(r, \theta, \phi)$

$$\psi_{n,l,m}(r, \theta, \phi) = R_{n,l}(r) \Theta_{l,m}(\theta) \Phi_m(\phi) \quad . \quad (1)$$

Relevant sind die Hauptquantenzahl  $n \in \mathbb{N}$ , die Bahndrehimpulsquantenzahl  $l = \frac{k}{2}, k \in \mathbb{N}$  und die Orientierungsquantenzahl  $m \in (-l, -l+1, \dots, l)$ . Alle Anteile der Wellenfunktion sind normiert und es gilt

$$\Phi_m(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi} \quad \text{und} \quad R_{n,l}(r), \Theta_{l,m}(\theta) \in \mathbb{R} \quad .$$

Nur der azimutale Anteil der Wellenfunktion trägt zur Teilchenstromdichte  $\vec{S}$  bei, da alle anderen Anteile rein reellwertig sind

$$\vec{S} = \frac{\hbar}{2im_0} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*) = \frac{\hbar R^2 \Theta^2 m}{m_0 2\pi r \sin \theta} = \vec{S}_\phi \quad . \quad (2)$$

### 1.2 Aufspaltung der Energieniveaus in einem Magnetfeld

## 2 Aufbau und Ablauf des Experiments

**Tabelle 1:** Stromstärke  $I_1, I_2$  beim Auftreten des Maximums für verschiedene Anregungsfrequenzen  $\nu$

| $\nu$ in MHz | $I_1$ in mA  | $I_2$ in mA  |
|--------------|--------------|--------------|
| 10.588       | $232 \pm 5$  | $307 \pm 5$  |
| 15.970       | $357 \pm 9$  | $407 \pm 5$  |
| 20.560       | $453 \pm 9$  | $546 \pm 4$  |
| 23.870       | $587 \pm 10$ | $633 \pm 10$ |
| 29.420       | $717 \pm 10$ | $787 \pm 8$  |

**Tabelle 2:** Bei der Regression verwendete Werte

| $\nu$ in MHz | $B$ in mT       |
|--------------|-----------------|
| 10.588       | $0.66 \pm 0.06$ |
| 15.970       | $0.44 \pm 0.09$ |
| 20.560       | $0.81 \pm 0.09$ |
| 23.870       | $0.4 \pm 0.1$   |
| 29.420       | $0.6 \pm 0.1$   |

### 3 Auswertung

$$B_{\text{Erde}} = (0.59 \pm 0.04) \text{ mT}$$

$$g = 2.30 \pm 0.29$$

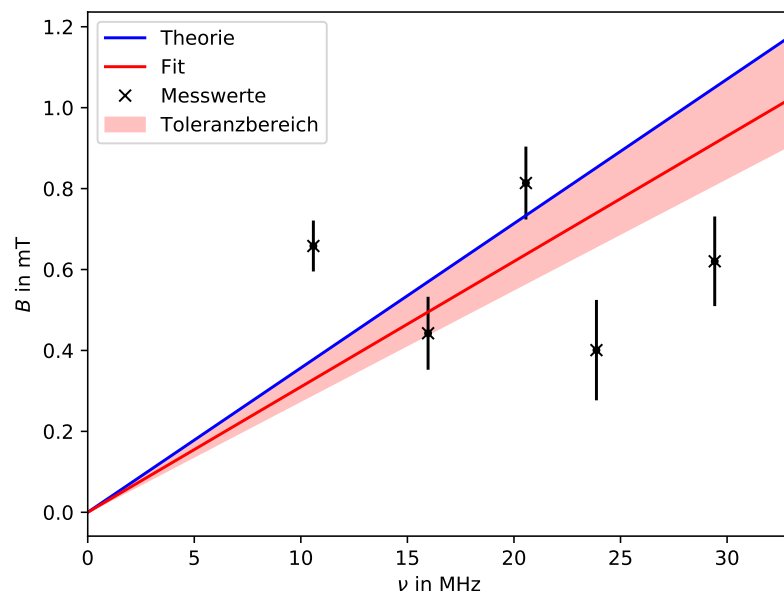


Abbildung 1: Fit zur Bestimmung des Landefaktors

## 4 Diskussion

**Todo list****Abbildungsverzeichnis**

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | Fit zur Bestimmung des Landefaktors . . . . . | 5 |
|---|---|---|

**Tabellenverzeichnis**

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | Stromstärke $I_1, I_2$ beim Auftreten des Maximums für verschiedene Anregungsfrequenzen $\nu$ . . . . . | 4 |
| 2 | Bei der Regression verwendete Werte . . . . .   | 4 |