

# E 12 Elektronen im Magnetfeld

## 1 Aufgabenstellung

Aus dem Krümmungsradius der Elektronenbahn in einem homogenen Magnetfeld ist die spezifische Ladung  $e/m$  des Elektrons zu bestimmen.

- 1.1 Die Auslenkung des Elektronenstrahls auf dem Leuchtschirm einer Oszillographenröhre ist in Abhängigkeit von der Stärke des Stroms durch die magnetfelderzeugenden Spulen bei 2 unterschiedlichen Anodenspannungen  $U_A$  zu messen.
- 1.2 Aus der Auslenkung ist der Krümmungsradius  $r$  der Elektronenbahn, aus dem Spulenstrom ist die magnetische Induktion  $B$  zu berechnen.
- 1.3  $(1/r)$  ist als Funktion der Induktion  $B$  graphisch darzustellen. Die spezifische Elektronenladung  $e/m$  ist durch lineare Regression zu bestimmen.

## 2 Literatur

- 2.1 Geschke, D. (Hrsg.),  
Ilberg, W.                      Physikalisches Praktikum  
   B. G. Teubner Stuttgart, Leipzig  
   11. Auflage 1998, S. 265 - 267
- 2.2 Becker, J.,  
Jodl, H.-J.                      Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler und Ingenieure  
   VDI-Verlag GmbH Düsseldorf  
   1. Auflage 1991, S. 115 - 116, 149 - 152
- 2.3 Stroppe, H.                    Physik  
   Fachbuchverlag Leipzig, Köln  
   10. Auflage 1994, S. 249 - 254

## 3 Hinweise zum Versuch

- 3.1 Im Versuch wird eine vereinfachte Oszillographenröhre (kein Fadenstrahlrohr, wie in der Literatur beschrieben) verwendet, deren Aufbau schematisch in Bild 1 dargestellt ist. Die Röhre enthält Restgasatome, die zum Leuchten angeregt werden und die Bahn der Elektronen im abgedunkelten Raum sichtbar machen.

Für die Speisung der Röhre und des Helmholtz-Spulenpaares zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes sind folgende Spannungen erforderlich, die den galvanisch getrennten Ausgängen eines dem Versuch angepassten Netzgerätes der Firma Phywe entnommen werden:

Heizspannung	$U_H = 6,3 \text{ V AC}$
Anodenspannung	$U_A = + 220 \dots + 300 \text{ V DC}$
Gitterspannung	$U_G = 0 \dots - 50 \text{ V DC}$
Spulenspannung	$U_S = 0 \dots + 12 \text{ V DC}$

Beim Anschluss der Oszillographenröhre ist die gekennzeichnete **Polarität zu beachten**. Die Ablenkplatten sind für den Versuchsablauf ohne Bedeutung; sie liegen auf konstantem Potential, um Aufladung zu vermeiden.

**Vor Einschalten des Netzgerätes und damit der Heizspannung sind sämtliche regelbaren Spannungen auf Null zurückzuregeln.** Erst nach einer Heizzeit von ca. 2 min und visueller Überprüfung der Röhrenheizung darf die Anodenspannung auf den gewünschten Wert hochgeregelt werden. Sie wird mit einem der beiden Digitalmultimeter gemessen, das andere dient zur Messung des Spulenstroms. Eine der Messungen ist bei der kleinsten Anodenspannung durchzuführen, bei der ein gut sichtbarer Leuchtpunkt zu erhalten ist ( $U_A = + 220 \dots + 240 \text{ V}$ ), die andere bei einer um ca. 30 V höheren Anodenspannung. Eine Anodenspannung von 300 V darf nicht überschritten werden. Ist der Leuchtpunkt trotz ausreichend hoher Anodenspannung  $U_A > 220 \text{ V}$  nicht sichtbar, schafft ev. die kurzzeitige Strahlauslenkung durch Annäherung eines kleinen Permanentmagneten an die Röhre Abhilfe. Die optimale Schärfe des Leuchtpunkts wird mit Hilfe der Gitterspannung eingestellt.

### Achtung!

Im Versuch wird mit Hochspannung über 200 V gearbeitet. Auf-, Um- und Abbau der Schaltung sind nur im spannungslosen Zustand zulässig.

Vor dem Abschalten des Netzgerätes ist die Anodenspannung auf Null zurückzuregeln.

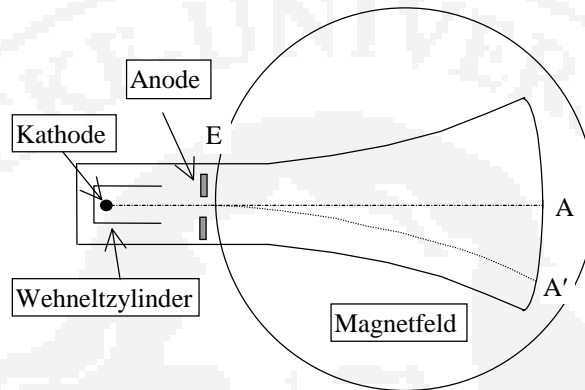


Bild 1: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Messung der spezifischen Elektronenladung

E - Eintrittspunkt des Strahls in das senkrecht zur Zeichenebene orientierte Magnetfeld

A,A' - Auftreffpunkte des Strahls auf den Leuchtschirm

- 3.2 Die Induktion  $B$  des Magnetfeldes errechnet sich aus der Stärke  $I$  des mittels Digitalmultimeters gemessenen Spulenstroms, dem mittleren Spulenradius  $R$  und der Windungszahl  $N$  einer der Spulen nach

$$B = \frac{8 \cdot \mu_0}{\sqrt{125}} \cdot \frac{N \cdot I}{R} = 0,7155 \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{R} \quad (1)$$

Die Strahlauslenkung  $\overline{AA'}$  (siehe Bild 1) ist nach Umkehr der Strom- und damit Feldrichtung mittels Schalter am Spulenträger als Mittelwert der Auslenkungen in beiden Richtungen zu bestimmen. Die Länge der Strecke  $\overline{EA}$  ist einschließlich der Messunsicherheit auf der Röhre angegeben. Fehlt die Angabe, muss sie mit dem Lineal gemessen werden. Aus  $\overline{AA'}$  und  $\overline{EA}$  ist der Krümmungsradius  $r$  der Elektronenbahn zu berechnen. Die Krümmung des Leuchtschirms kann vernachlässigt werden.

## 4 Zugeordnete Themenkomplexe

Magnetfelder stromdurchflossener Leiter und Spulen, Feldberechnung; Helmholtz-Spulen

Erzeugung freier Elektronen, Aufbau einer Oszillographenröhre

Bewegung freier Ladungsträger im magnetischen Feld, Lorentz-Kraft