

**Aufgaben:**

- 1.) Aufbau des Versuchs gemäß Abbildung 1.
- 2.) Beobachten Sie qualitativ die Beeinflussung des  $e^-$ -Strahls durch elektrische / magnetische Felder.
- 3.) Bestimmen Sie die spezifische Ladung  $e/m$  des Elektrons.
- 4.) Diskutieren Sie die Messunsicherheiten.

**Hinweis:**

Es werden gefährliche elektrische Spannungen verwendet. Während des Aufbaus oder bei Veränderungen an der Schaltung muss die zentrale Stromversorgung für den Arbeitsplatz (schaltbare Sicherung an der Installationsleiste mit den Steckdosen) abgeschaltet werden. Der Versuch darf nur nach Kontrolle durch den Betreuer in Betrieb genommen werden.

**Grundlagen:**

Auf ein Elektron, das sich mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  in einem Magnetfeld der Flussdichte  $\vec{B}$  bewegt, wirkt die Lorentzkraft:

$$\vec{F} = -e(\vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

Da der Kraftvektor senkrecht auf dem Geschwindigkeitsvektor steht, wird das Elektron auf eine Kreisbahn mit dem Radius  $r$  gezwungen, die es mit der Geschwindigkeit  $v$  durchläuft. Stehen  $\vec{v}$  und  $\vec{B}$  senkrecht aufeinander, so stellt sich das Kräftegleichgewicht (2) zwischen Lorentz- und Radialkraft ein:

$$\frac{mv^2}{r} = evB \quad (2)$$

Die Geschwindigkeit  $v$  berechnet sich aus dem Energiesatz (3)

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU_A \quad (3)$$

$U_A$  ist die beschleunigende Anodenspannung. Aus Gleichung (3) und Gleichung (2) folgt für die spezifische Ladung:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U_A}{B^2 r^2} \quad (4)$$

**Versuchsaufbau:**

Die Messvorrichtung (Fadenstrahlrohr) besteht aus einer in einem Glaskolben eingeschlossenen Elektronenquelle, die sich zwischen zwei Helmholtz - Spulen befindet. Abbildung 1 zeigt schematisch den Versuchsaufbau und den Beschaltungsplan des Fadenstrahlrohrs. Nach einer Anheizzeit (ca. 2 - 3 Minuten) wählt man eine bestimmte Beschleunigungsspannung an der Anode (0 .. +250V). Durch die Öffnung der trichterförmigen Anode treten die von der Glühkathode emittierten Elektronen als Strahl gebündelt aus. Mit einer geeigneten Wahl der Gitterspannung (0 .. -50V) kann die Schärfe und die Helligkeit des  $e^-$  Strahles optimiert werden. In dem Glaskolben befindet sich Argongas mit einem Druck von 0.1Pa. Bei längeren Messpausen sollten die Gitter- und Anodenspannungen auf Null gedreht werden.

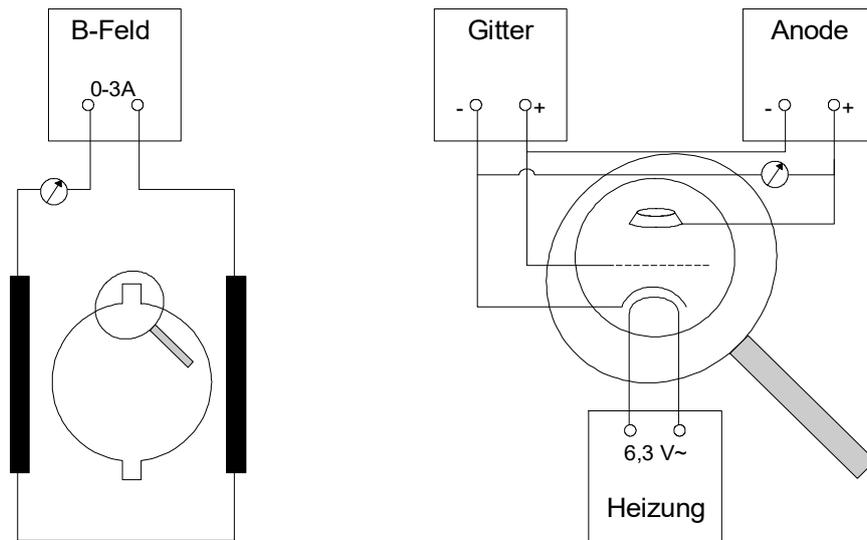


Abbildung 1: schematischer Versuchsaufbau

Die Helmholtzspulen werden in Reihe geschaltet. Die vom Spulenstrom  $I$  [A] im Mittelpunkt zwischen den Spulen erzeugte magnetische Flussdichte  $B$  berechnet sich zu:

$$B = \mu_0 \cdot \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{n \cdot I [\text{A}]}{r_s [m]}\right) [\text{T}]$$

Für die benutzten Spulen beträgt  $r_s = 200$  [mm] und  $n = 154$  Windungen.  $\mu_0 = 1.256 \cdot 10^{-6}$  [Tm/A].

### Durchführung:

Nach Inbetriebnahme des Fadenstrahlrohrs wird der Elektronenstrahl durch ein schwach bläuliches Leuchten sichtbar. Dieses entsteht durch die Fluoreszenzstrahlung von Argonatomen, die durch Elektronenstoß angeregt werden. Bei richtiger Polung des Magnetfeldes ist eine gekrümmte Leuchtspur zu erkennen. Durch Variation des Magnetfeldes (Spulenstrom) und der Geschwindigkeit der Elektronen (Beschleunigungsspannung) kann der Bahnradius so eingestellt werden, dass er mit einem der eingebauten Leuchtstäbe ( $r = 2, 3, 4,$  und  $5$  cm) übereinstimmt. Beschreiben Sie die Abhängigkeit der Elektronenbahn von Magnetfeld und elektrischen Feld.

Bestimmen Sie den Bahnradius  $r$  für mindestens 10 Wertepaare aus  $U$  und  $B$  und berechnen Sie daraus jeweils  $e/m$ . Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Literaturwert  $e/m = 1.759 \cdot 10^{11}$  [As/kg].

### Literatur:

Bergmann, Schaefer: Experimentalphysik; Bd. 2  
Gerthsen, Kneser, Vogel: Physik