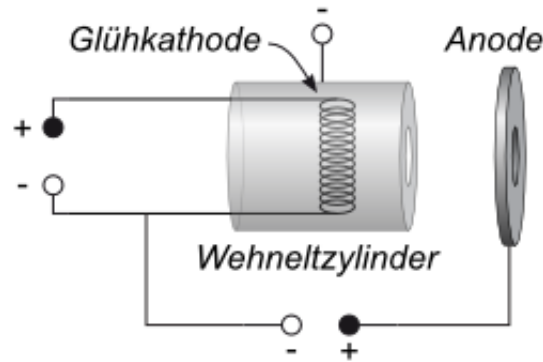


# 1 Theorie

## 1.1 Elektronenstrahl

Ein Elektronenstrahl wird i.A., so auch bei diesem Experiment, mithilfe einer Glühkathode in Kombination mit einem Wehneltzylinder erzeugt. Zuerst eine sogenannte Heizspule mit der Heizspannung  $U_H$  zum Glühen gebracht. Die dadurch freigesetzten Elektronen werden in einer Zylinderkathode (Wehneltzylinder) auf den Mittelpunkt dieser fokussiert und dann durch eine Anodenplatte mit einem kleinen Loch in der Mitte beschleunigt.



## 1.2 Helmholtzspule

Die Helmholtzspule ist eine Apparatur zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes. Das wird erreicht, indem zwei Leiterschleifen vom Radius  $R$  parallel zueinander von einem Strom durchflossen werden. Für das Magnetfeld ergibt sich durch Symmetrie nur eine Abhängigkeit von der  $\hat{e}_z$ -Achse, sodass sich das Magnetfeld ergibt zu:

$$B_z = \frac{1}{2} \mu_0 \mu_r n I R^2 \left[ \left( R^2 + \left( z - \frac{R}{2} \right)^2 \right)^{-\frac{3}{2}} + \left( R^2 + \left( z + \frac{R}{2} \right)^2 \right)^{-\frac{3}{2}} \right]. \quad (1)$$

## 1.3 Herleitung $\frac{e}{m_e}$

Zur Herleitung des Quotienten  $\frac{e}{m_e}$  kann man das Kräftegleichgewicht betrachten. Dazu werden folgende zwei Kräfte betrachtet:

- Lorentzkraft  $\vec{F}_L$
- Zentripetalkraft  $\vec{F}_Z$

Die Lorentzkraft ist die Kraft, die auf ein Elektron in einem  $\vec{E}$ - oder  $\vec{B}$ -Feld wirkt:

$$\vec{F}_L = q \left( \vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} \right).$$

Da wir bei unserem Experiment nur ein Magnetfeld betrachten, also  $\vec{E} = 0$ , lässt sich die Lorentzkraft auch schreiben als:

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (2)$$

Die Zentripetalkraft  $F_Z$  hingegen ist die Kraft, die auf ein um einen festen Punkt rotierenden Körper wirkt:

$$\vec{F}_Z = -\frac{m_e v^2}{r} \vec{r}. \quad (3)$$

In unserem Fall sind beide Kräfte gleich, wenn das Elektron im  $\vec{B}$ -Feld im Kreis rotiert. In diesem Fall lässt sich der für unser Experiment gesuchter Radius  $r$  bestimmen.

$$F_Z = F_L \quad (4)$$

$$\frac{m_e v^2}{r} = q\vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow \frac{e}{m_e} = \frac{v}{Br} \quad (5)$$

Durch Einsetzen des Magnetfeldes ergibt sich für den Quotienten  $\frac{e}{m_e}$ :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{125 U_B R^2}{32 (r \mu_0 \mu_r n I)^2}. \quad (6)$$