5 Auswertung

5.1 Gravitation

Bei den Messungen ergaben sich folgende Werte

Tabelle 1: Messwerte Gravitationsmethode.

r/mm	I/A	$B/10^{-4}T$
50±2	1.45±0.07	19.663±0.983
55±2	1.70±0.09	23.054±1.152
60±2	1.70±0.09	23.054±1.152
65±2	2.00±0.10	27.122±1.356
70±2	2.30±0.12	31.190±1.560
75±2	2.40±0.12	32.546±1.627
80±2	2.45±0.12	33.224±1.661
85±2	2.50±0.13	33.902±1.695
90±2	2.70±0.14	36.615±1.831

Hierbei gibt r den Abstand des Kugelmittelpunktes zur bewegbaren Masse am Aluminiumstab an.
Nach (7) ($\mu_{Dipol} * B = m * r * g$) ergibt sich die Gleichung

$$\mu_D = \frac{m * g * r}{B} \tag{1}$$

Nach Der Fehler berechnet sich nach
Der Mittelwert wird anhand der Formel

$$\overline{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2}$$

bestimmt. Die Abweichung σ mit $i = 1, ..., n$:

$$\sigma_i = \frac{s_i}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} (v_j - \overline{v_i})^2}{n * (n-1)}} \tag{3}$$

Somit ergibt sich für die Stromstärke I ein Fehler von 5%.
Für B ergibt sich der Fehler mit der Gausschen Fehlerfortpflanzung

$$\Delta x_i = \sqrt{(\frac{\partial f}{\partial k_1} * \sigma_{k_1})^2 + (\frac{\partial f}{\partial k_2} * \sigma_{k_2})^2 + ...} \tag{4}$$

und somit

$$\Delta B = \sqrt{(\tfrac{\partial B}{\partial I} * \sigma_I)^2}$$

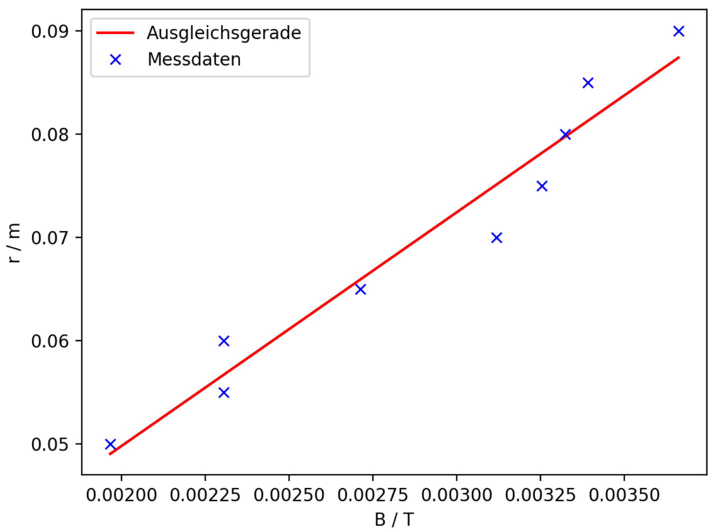

Abbildung 1: Gravitationsmethode

Aus der Steigungsgrade aus Diagramm 1 lassen sich die Werte

$a = 22.633 \pm 3.731$
$b = 0.0045 \pm 3.2385$

berechnen. a beschreibt hierbei $\frac{r}{B}$.
Somit ergibt sich aus (1)

$$\mu_D = m * g * a \tag{5}$$

Für das magnetische Moment ergibt sich nach (4) der Fehler

$$\Delta\mu_D = \sqrt{(\frac{\partial\mu_D}{\partial m} * \sigma_m)^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial r} * \sigma_r)^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial a} * \sigma_a)^2} \tag{6}$$

Der Wert des magnetischen Momentes ist somit

$\mu_D = (0.3331 \pm 0.0549)Am^2$

5.2 Schwingungsdauer

Analog zum Teil 1 wird zunächst die Magnetfeldstärke durch den eingestellten Strom bestimmt. Zusätzlich dazu wird das Trägheitsmoment der Billardkugel J_k.

$$J_k = \frac{2}{5} * M_k * R_k^2 \tag{7}$$

Tabelle 2: Messwerte Schwingungsmethode.

T/s	I/A	$B/10^{-4}T$
1.800	1.00±0.05	13.561±0.678
1.616	1.30±0.07	17.629±0.882
1.455	1.60±0.08	21.698±1.085
1.352	1.90±0.10	25.766±1.288
1.263	2.20±0.11	29.834±1.492
1.186	2.50±0.13	33.902±1.695
1.109	2.80±0.14	37.971±1.899
1.064	3.10±0.16	42.039±2.102
1.012	3.40±0.17	46.107±2.305

Mit den Werte $d_k = (53 \pm 1)mm$ und $M_k = (142.0 \pm 21.3)g$ und dem Fehler nach (4)

$$\Delta J_k = \sqrt{(\frac{\partial J_k}{\partial M} * \sigma_M)^2 + (\frac{\partial J_k}{\partial R} * \sigma_R)^2}$$

ergibt sich somit nach (6)

$$J_k = (39.888 \pm 6.698) * 10^{-6} kgm^2$$

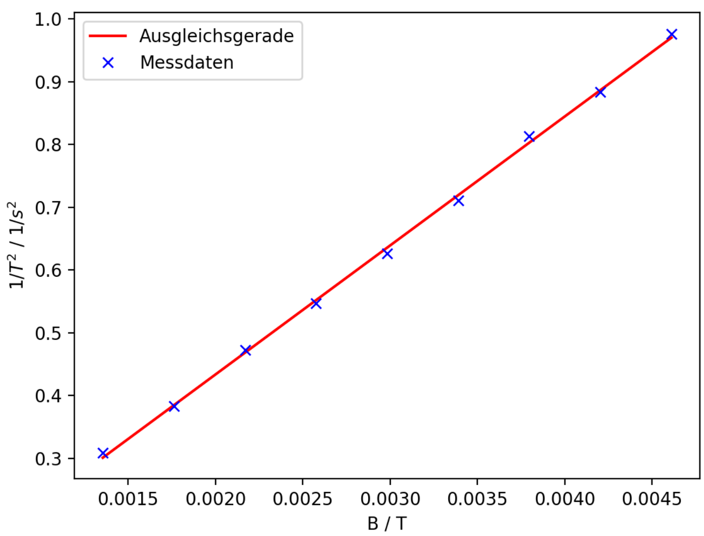

Abbildung 2: Schwingungsmethode

Analog zu Teil 1 (Gravitation) wird das magnetische Moment nun unter anderem Anhand der Steigungsgerade berechnet (siehe Diagramm 2).

$$a = 205.559 \pm 5.745$$
$$b = 0.022 \pm 5.747 * 10^{-5}$$

a beschreibt $\frac{1}{T^2 * B}$.
Somit ergibt sich für das magnetische Moment nach Gleichung () in der Theorie

$$\mu_D = 4 * \pi^2 * J_k * a \tag{8}$$

Nach (4) ergibt sich für den Fehler

$$\Delta\mu_D = \sqrt{(\frac{\partial\mu_D}{\partial T} * \sigma_T)^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial J_K} * \sigma_{J_k})^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial a} * \sigma_a)^2} \tag{9}$$

Daraus folgt für das magnetische Moment

$$\mu_D = (0.324 \pm 0.051) Am^2$$

5.3 Präzession

Tabelle 3: Messwerte Präzessionsmethode.

T/s	I/A	$B/10^{-4}T$
15.427	1.00±0.05	13.561±0.678
11.147	1.30±0.07	17.629±0.882
9.030	1.60±0.08	21.698±1.085
6.923	1.90±0.10	25.766±1.288
6.983	2.20±0.11	29.834±1.492
5.093	2.50±0.13	33.902±1.695
4.480	2.80±0.14	37.971±1.899
4.120	3.10±0.16	42.039±2.102
3.737	3.40±0.17	46.107±2.305
3.780	3.60±0.18	48.819±2.441

Mit den aus der Theorie bekannten Formeln ()()() ergibt sich das Diagramm 3.

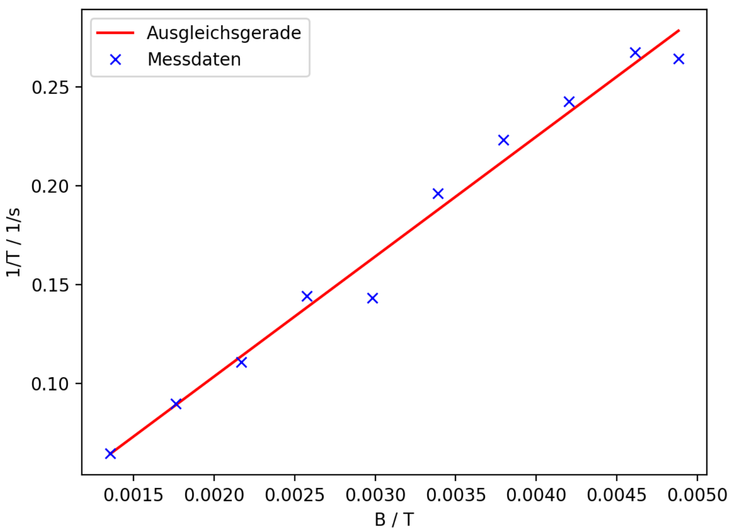

Abbildung 3: Präzessionsmethode

Analog zu den vorherigen Methoden ergeben sich somit die Werte

$$a = 60.713 \pm 8.382$$
$$b = -0.018 \pm 9.544 * 10^{-5}$$

a beschreibt hierbei $\frac{1}{T*B}$.
Somit ergibt sich für das magnetische Moment nach Gleichung () in der Theorie

$$\mu_D = 2 * \pi * L_k * a \tag{10}$$

L_k ist hierbei der Drehimpuls

$$L_k = J_k * \frac{2}{\pi} * v$$

Es wurde mit der Kreisfrequenz $v = 4.8Hz$ gerechnet, was zu dem dem Wert

$$L_k = (10.030 \pm 2.020) * 10^{-4} \frac{kgm^2}{s}$$

führt.
Mit dem Fehler

$$\Delta\mu_D = \sqrt{(\frac{\partial\mu_D}{\partial L} * \sigma_L)^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial T} * \sigma_T)^2 + (\frac{\partial\mu_D}{\partial a} * \sigma_a)^2} \tag{11}$$

nach (4) ergibt sich mit (10) für das magnetische Moment der Wert

$$\mu_D = (0.459 \pm 0.095)Am^2$$