

VERSUCHSPROTOKOLL E12
ELEKTRONEN IN FELDERN

JOHANN FÖRSTER 519519
VERSUCHSPARTNER MEIKEL SOBANSKI

VERSUCHSORT: NEW14'316 MESSPLATZ 4
VERSUCHSDATUM: 06.01.2009
VERSUCHSBETREUER: SVEN BLANKENBURG

HUMBOLDT UNIVERSITÄT ZU BERLIN
INSTITUT FÜR PHYSIK

INHALTSVERZEICHNIS

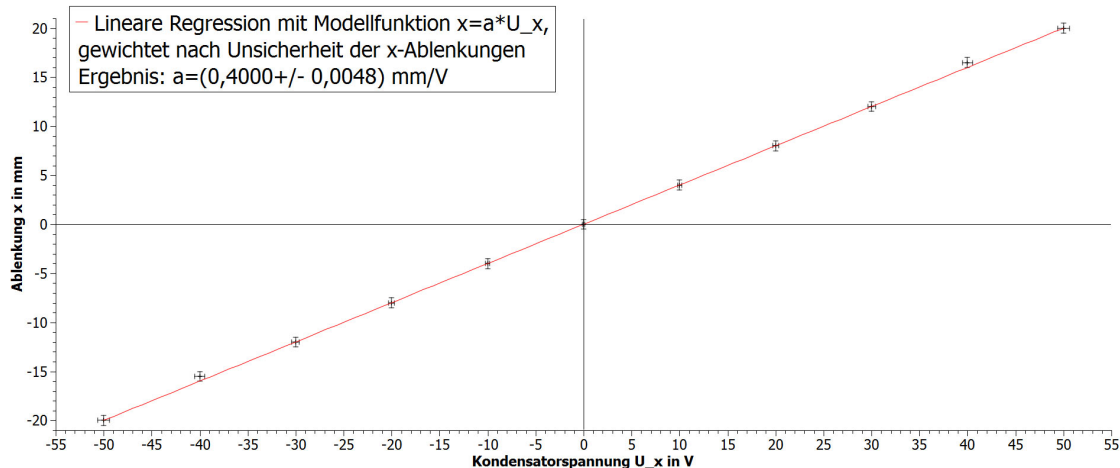
	Seite
1) Physikalische Grundlagen und Aufgabenstellung	3
2.1) Bestimmung der effektiven Feldlängen l_x und l_y der Plattenkondensatoren.....	3-5
2.2) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit dem Wien-Filter	5-7
2.3) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit der Thomsonschen Parabelmethode.....	7-9
2.4) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ nach der Methode nach Busch.....	9-10
2.5) Vergleich der Werte für die spezifische Ladung, Bildung des gewichteten Mittels	10-11
3) Fehleranalyse und kritische Ergebniseinschätzung	11-12
4) Quellenangabe.....	12
Anhang: Messprotokoll	13-14

1) Physikalische Grundlagen und Aufgabenstellung

Ziel des Versuches war es, die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ von Elektronen durch Untersuchung der Ablenkung der Elektronen im elektrischen und magnetischen Feld in einer Oszillosgraphenröhre mit Hilfe des Wien-Filters, der Thomson'schen Parabelmethode und der Methode nach Busch gemäß Quelle [1], Seite 37-41 zu bestimmen.

2.1) Bestimmung der effektiven Feldlängen l_x und l_y der Plattenkondensatoren

Zur Bestimmung der effektiven Feldlänge l_x (bzw. l_y) wurde die jeweilige Ablenkung in x-Richtung (bzw. y-Richtung) in Abhängigkeit der Spannung U_x (bzw. U_y) am Plattenkondensator gemessen. Die Unsicherheiten der Spannungsmessungen mit den elektronischen Messgeräten betragen $u(U) = 1\% + 1LSD$. Die Ablenkungen wurden auf einer Klarsichtfolie abgelesen, wobei ein Skalenteil 1mm entsprach, unter Annahme einer Ablesegenauigkeit von einem halben Skalenteil betragen die Messunsicherheiten der Längenmessungen also $u(x) = u(y) = 0,5\text{mm}$. Damit ergibt sich für die Ablenkung x in Abhängigkeit der Kondensatorspannung U_x mit QtiPlot folgende Darstellung:



Abhängigkeit der x-Ablenkung von der Kondensatorspannung U_x

Eine affine lineare Regression mit Modellfunktion $x = a * U_x + b$ liefert den Achsenabschnitt $b = (0,09 \pm 0,15)\text{mm}$, was den Nullpunkt innerhalb seiner Unsicherheit enthält und für die Nutzung der Nullpunktregression mit Modellfunktion $x = a * U_x$ spricht. Zwischen der Ablenkung x und der Spannung U_x gilt nach Quelle [1], Seite 38, Gleichung 1 der Zusammenhang $x = \frac{U_x l_x L_x}{2d_x U_b}$, also kann der Anstieg a der Nullpunktregression identifiziert werden mit $\frac{l_x L_x}{2d_x U_b}$.

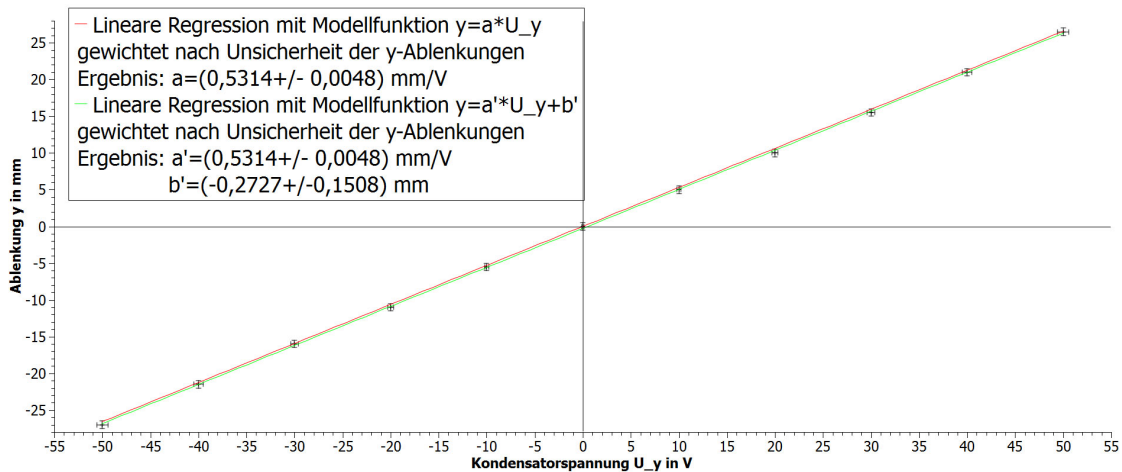
Mit Hilfe der Größen $d_x = (3,9 \pm 0,1)\text{mm}$, $L_x = (216 \pm 1)\text{mm}$ (Quelle [1], Seite 40 unten) und $U_b = (1800 \pm 19)\text{V}$ ($u(U_b) = u(U)$) lässt sich nun die effektive Feldlänge l_x bestimmen zu $l_x = \frac{2d_x U_b a}{L_x} = 26,00\text{mm}$.

Für die Unsicherheit gilt nach der Fehlerfortpflanzung

$$u(l_x) = \sqrt{\left(\frac{\partial l_x}{\partial d_x} u(d_x)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_x}{\partial L_x} u(L_x)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_x}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_x}{\partial U_b} u(U_b)\right)^2} = 0,79\text{mm}.$$

⇒ Ergebnis: $l_x = (26,0 \pm 0,8)\text{mm}$

Zur Bestimmung der effektiven Feldlänge l_y ergibt sich für die Ablenkung y in Abhängigkeit der Kondensatorspannung U_y mit QtiPlot folgende Darstellung:



Abhängigkeit der y -Ablenkung von der Kondensatorspannung U_y

Zwar liefert die affine lineare Regression mit Modellfunktion $y = a' * U_y + b'$ den Achsenabschnitt $b' = (-0,2727 \pm 0,1508)\text{mm}$, was innerhalb seiner Unsicherheit nicht die 0 enthält, aber der Unterschied ($|a - a'|$) der Steigung der affinen linearen Regression zur Nullpunktregression mit Modellfunktion $y = a * U_y$ macht sich erst in der 10. Nachkommastelle bemerkbar, ist also vernachlässigbar. Nach Quelle [1], Seite 38, Gleichung 2 lässt sich dann der Anstieg a der Nullpunktregression identifizieren mit $\frac{l_y L_y}{2d_y U_b}$. Unter Kenntnis der Größen $d_y = (3,5 \pm 0,1)\text{mm}$, $L_y = (253 \pm 1)\text{mm}$ (Quelle [1], Seite 40 unten) und $U_b = (1800 \pm 19)\text{V}$ lässt sich nun die effektive Feldlänge l_y bestimmen zu $l_y = \frac{2d_y U_b a}{L_y} = 26,46\text{mm}$.

Die Unsicherheit ergibt sich nach der Fehlerfortpflanzung zu

$$u(l_y) = \sqrt{\left(\frac{\partial l_y}{\partial d_y} u(d_y)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial L_y} u(L_y)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial U_b} u(U_b)\right)^2} = 0,85\text{mm}.$$

⇒ Ergebnis: $l_y = (26,46 \pm 0,85)\text{mm}$

Neben den effektiven Feldlängen kann aus den Anstiegen auch das Verhältnis $\frac{l_x}{d_x}$ bestimmt werden zu $\frac{l_x}{d_x} = \frac{2U_b a}{L_x} = 6,67$,

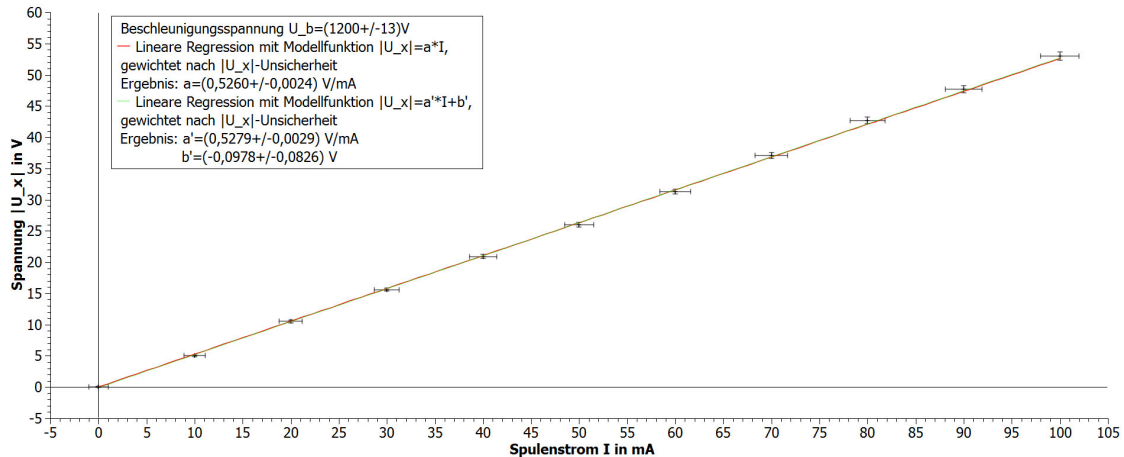
$$u\left(\frac{l_x}{d_x}\right) = \sqrt{\left(\frac{\partial \frac{l_x}{d_x}}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{l_x}{d_x}}{\partial U_b} u(U_b)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{l_x}{d_x}}{\partial L_x} u(L_x)\right)^2} = 0,11.$$

Analog gilt für das Verhältnis $\frac{l_y}{d_y}$ die Beziehung $\frac{l_y}{d_y} = \frac{2U_b a}{L_y} = 7,56$,

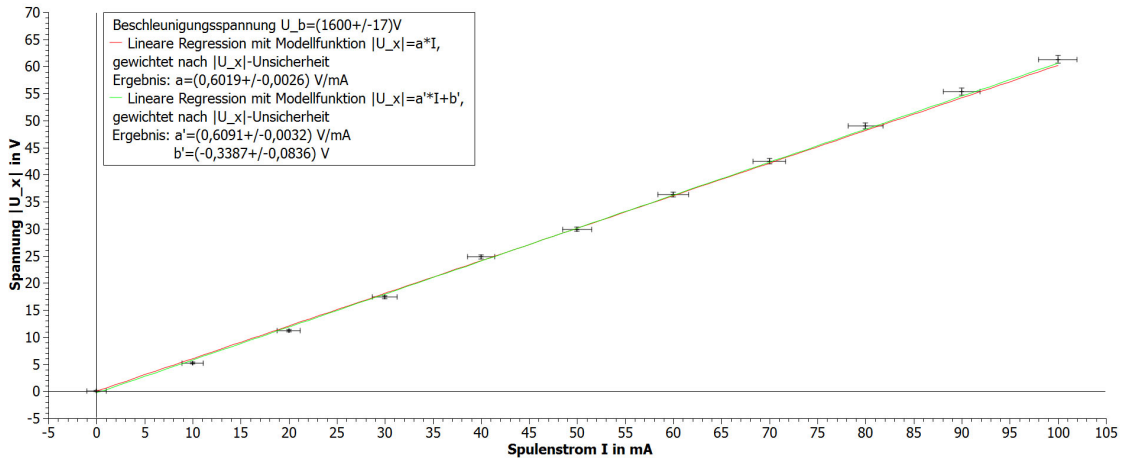
$$u\left(\frac{l_y}{d_y}\right) = \sqrt{\left(\frac{\partial \frac{l_y}{d_y}}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{l_y}{d_y}}{\partial U_b} u(U_b)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{l_y}{d_y}}{\partial L_y} u(L_y)\right)^2} = 0,11.$$

2.2) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit dem Wien-Filter

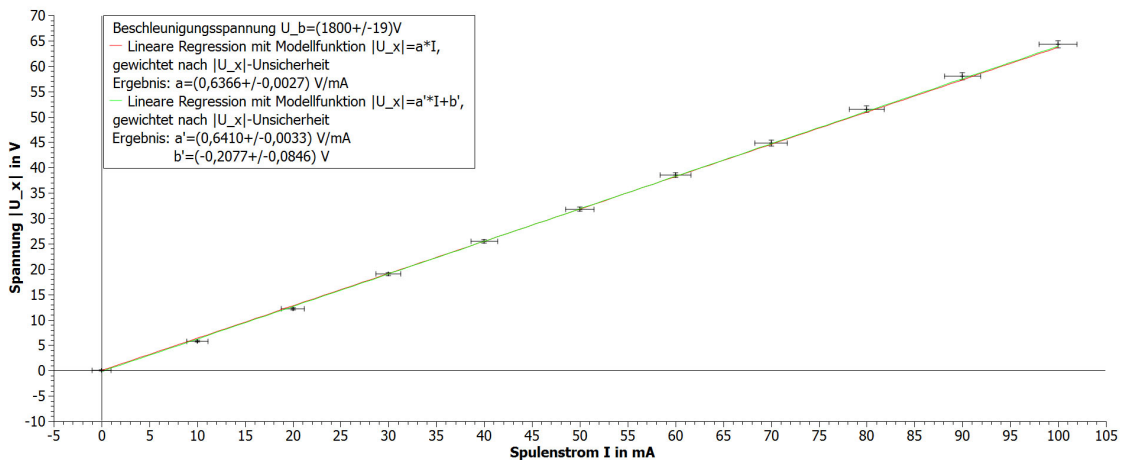
Zur Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit dem Wien-Filter in Abhängigkeit des Spulenstromes I , welches das magnetische Querfeld erzeugt ([1], Seite 40), diejenige Spannung $|U_x|$ gemessen, die die x-Ablenkung aufgrund des magnetischen Feldes kompensiert. Die Unsicherheit aller Spannungsmessungen ergibt sich wie in 2.1), die Unsicherheit der Strommessung beträgt $u(I) = 1\% + 1LSD$. Für die Beschleunigungsspannungen $U_b = (1200 \pm 13)V$, $U_b = (1600 \pm 17)V$ und $U_b = (1800 \pm 19)V$ ergeben sich für die Abhängigkeit der Spannung U_x vom Spulenstrom I folgende Darstellungen:



Abhängigkeit der Spannung U_x vom Spulenstrom I bei $U_b = (1200 \pm 13)V$



Abhängigkeit der Spannung U_x vom Spulenstrom I bei $U_b = (1600 \pm 17)V$



Abhängigkeit der Spannung U_x vom Spulenstrom I bei $U_b = (1800 \pm 19)V$

Die Achsenabschnitte b' der affinen Regressionen mit der Modellfunktion $|U_x| = a' * I + b'$ stimmen bei allen Beschleunigungsspannungen innerhalb ihrer Unsicherheit nicht mit 0 überein und die Differenzen $u = |a' - a| \approx u_{sys}(a)$ der Steigung a' und der Steigung a der Nullpunktregression mit Modellfunktion $|U_x| = a * I$ sind in allen Fällen nicht gegenüber der Unsicherheit von a vernachlässigbar. Im Folgenden wird daher für a mit dem Wert der Nullpunktregression weitergerechnet und als Unsicherheit $u_{neu}(a) = \sqrt{u_{alt}(a)^2 + u_{sys}(a)^2}$ angenommen, wobei $u_{alt}(a)$ der Unsicherheit allein aus der Nullpunktregression entspricht. Nach Quelle [1], Seite 38, Gleichung 4 lässt sich nun der Anstieg a identifizieren mit $\sqrt{\frac{2eU_b}{m}} \frac{dx}{l_x} K$. Die Apperatekonstante K wurde am Versuchsplatz angegeben zu $K = (1,90 \pm 0,08) * 10^{-4} \frac{Vs}{Am}$.

Mit dem in Abschnitt 2.1) bestimmten Verhältnis $\frac{l_x}{d_x}$ kann nun jeweils das Verhältnis $\frac{e}{m}$ bestimmt werden zu $\frac{e}{m} = \frac{l_x^2 a^2}{d_x^2 * 2U_b K^2}$.

Die Unsicherheit ergibt sich nach der Fehlerfortpflanzung zu

$$u\left(\frac{e}{m}\right) = \sqrt{\left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial \frac{l_x}{d_x} u\left(\frac{l_x}{d_x}\right)}\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial U_b} u(U_b)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial K} u(K)\right)^2}$$

Für die jeweiligen Beschleunigungsspannungen U_b erhält man nun für die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ folgende Ergebnisse:

Beschleunigungsspannung U_b in V	1200 ± 13	1600 ± 17	1800 ± 19
Steigung $a \pm u_{neu}(a)$ in $\frac{V}{mA}$	$0,5260 \pm 0,0031$	$0,6019 \pm 0,0077$	$0,6366 \pm 0,0052$
Spezifische Ladung $\frac{e}{m} \pm u\left(\frac{e}{m}\right)$ in $10^{11} \frac{C}{kg}$	$1,42 \pm 0,13$	$1,39 \pm 0,13$	$1,39 \pm 0,13$

Alle Werte liegen innerhalb ihrer Messunsicherheit unter dem Referenzwert $\frac{e}{m} = 1,758202 * 10^{11} \frac{C}{kg}$ [2], also haben nicht beachtete systematische Messabweichungen das Ergebnis beeinflusst.

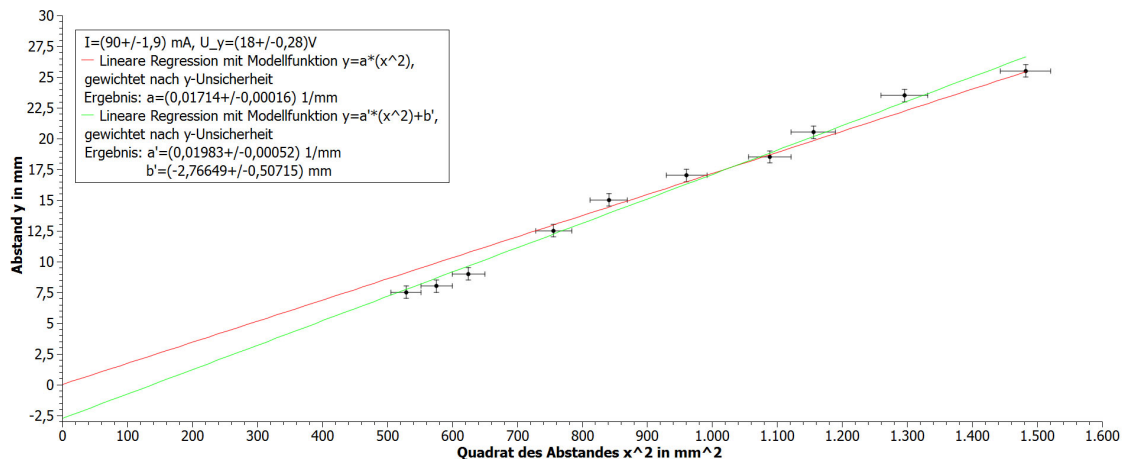
2.3) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit der Thomsonschen Parabelmethode

Zur Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit der Thomsonschen Parabelmethode wurden die Punkte (x,y) der Parabel ([1], Seite 39 oben) durch variieren der Beschleunigungsspannung für die Paare

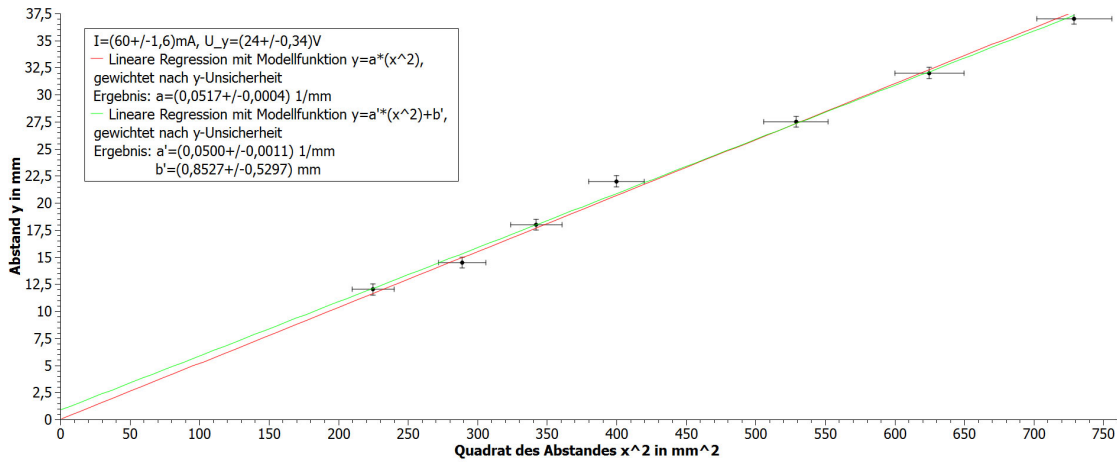
$$I = (90 \pm 1, 9) mA; U_y = (18 \pm 0, 28) V \quad I = (60 \pm 1, 6) mA;$$

$$U_y = (24 \pm 0, 34) V \quad I = (40 \pm 1, 4) mA; U_y = (20 \pm 0, 30) V \text{ bestimmt.}$$

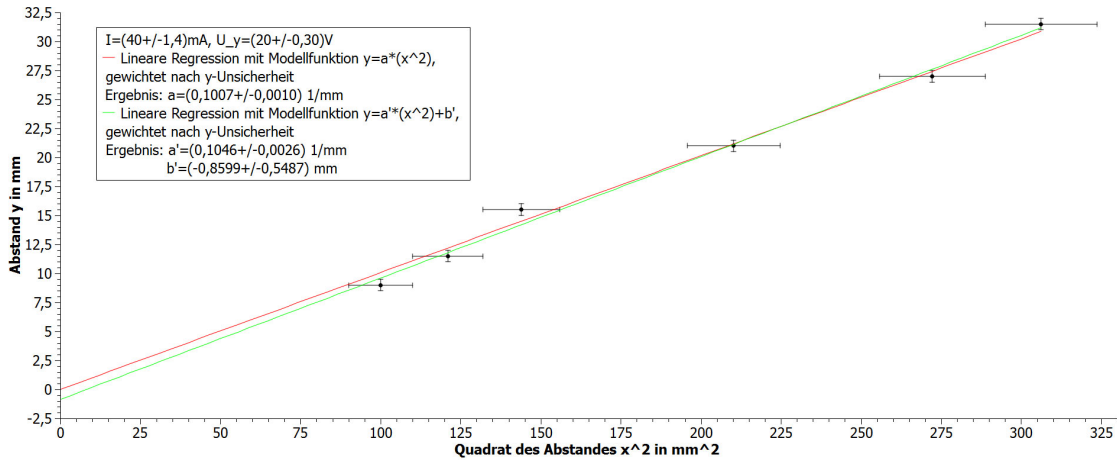
Für die Abhängigkeit des Abstandes y vom Quadrat des Abstandes x^2 ergeben sich mit QtiPlot folgende Darstellungen:



Abhängigkeit der y-Ablenkung vom Quadrat der x-Ablenkung, $I = (90 \pm 1, 9) mA; U_y = (18 \pm 0, 28) V$



Abhängigkeit der y-Ablenkung vom Quadrat der x-Ablenkung, $I = (60 \pm 1, 6) \text{ mA}$; $U_y = (24 \pm 0, 34) \text{ V}$



Abhängigkeit der y-Ablenkung vom Quadrat der x-Ablenkung, $I = (40 \pm 1, 4) \text{ mA}$; $U_y = (20 \pm 0, 30) \text{ V}$

Auch hier stimmt keiner der Achsenabschnitte b' der affinen Regressionen mit Modellfunktion $y = a' \cdot (x^2) + b'$ mit 0 überein, analog zu 2.2) wird also der Anstieg a der Nullpunktregression mit Modellfunktion $y = a \cdot (x^2)$ verwendet und als Unsicherheit $u_{neu}(a) = \sqrt{u_{alt}(a)^2 + u_{sys}(a)^2}$ angenommen, wobei $u_{sys}(a) \approx |a' - a|$ angenommen wird. Nach Quelle [1], Seite 39, Gleichung 5 lässt sich der Anstieg a der Nullpunktregression mit $\frac{U_y L_y}{L_m^2 K^2 I^2} \frac{l_y}{d_y} \frac{m}{e}$ identifizieren. Mit $L_y = (253 \pm 1) \text{ mm}$, $L_m = (216 \pm 1) \text{ mm}$ ([1], Seite 40 unten), $K = (1,90 \pm 0,08) \cdot 10^{-4} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$ und $\frac{l_y}{d_y}$ aus Abschnitt 2.1) lässt sich die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ bestimmen zu $\frac{e}{m} = \frac{U_y L_y}{L_m^2 K^2 I^2 a} \frac{l_y}{d_y}$.

Für die Unsicherheit folgt aus der Fehlerfortpflanzung $u\left(\frac{e}{m}\right) =$

$$\sqrt{\left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial \frac{I_y}{d_y}} u\left(\frac{I_y}{d_y}\right)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial K} u(K)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial I} u(I)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial L_y} u(L_y)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial L_m} u(L_m)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial U_y} u(U_y)\right)^2}$$

Für die spezifische Ladung ergeben sich für die einzelnen Wertepaare folgende

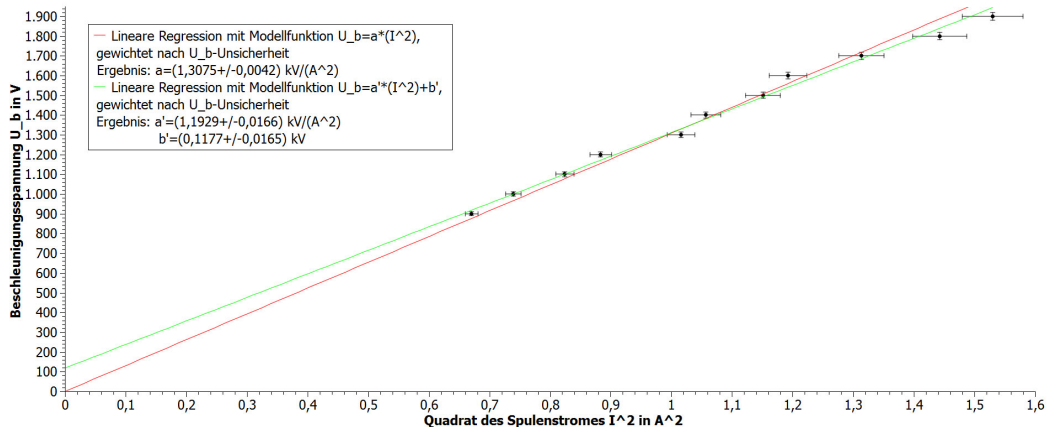
Werte:

Spulenstrom $I \pm u(I)$ in mA	$90 \pm 1,9$	$60 \pm 1,6$	$40 \pm 1,4$
Ablenkspannung $U_y \pm u(U_y)$ in V	$18 \pm 0,28$	$24 \pm 0,34$	$20 \pm 0,30$
Steigung $a \pm u_{neu}(a)$ in $\frac{1}{mm}$	$0,0171 \pm 0,0027$	$0,0517 \pm 0,0017$	$0,1007 \pm 0,0040$
Spezifische Ladung $\frac{e}{m} \pm u\left(\frac{e}{m}\right)$ in $10^{11} \frac{C}{kg}$	$1,47 \pm 0,27$	$1,47 \pm 0,16$	$1,41 \pm 0,17$

Auch hier liegen alle ermittelten Werte innerhalb ihrer Unsicherheit unter dem Referenzwert $\frac{e}{m} = 1,758202 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$ [2], also haben wieder nicht beachtete Messabweichungen das Ergebnis beeinflusst.

2.4) Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ nach der Methode nach Busch

Nach der Justierung der großen Spule gemäß [1], Site 41 wurde zur Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ mit der Methode nach Busch an die x-Kondensatorplatten eine Sägezahnspannung angelegt und in Abhängigkeit der Beschleunigungsspannung U_b diejenige Stromstärke I an der großen Spule gemessen, bei der der Elektronenstrahl am besten fokussiert war. Dabei wurde der hellste Punkt als Definition für die beste Fokussierung angesehen, weil die Messreihe mit der Definition, dass der kleinste Punkt die bestmögliche Fokussierung darstellt, eine weiter vom Referenzwert entfernte spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ liefert. Mit QtiPlot erhält man für die Beschleunigungsspannung in Abhängigkeit des Quadrates des Spulenstromes I folgende Darstellung:



Abhängigkeit der Beschleunigungsspannung U_b vom quadrierten Spulenstrom I^2

Der Achsenabschnitt b' der affinen Regressionen mit Modellfunktion $U_b = a' * (I^2) + b'$ stimmt nicht mit 0 überein, analog zu 2.2) wird also der Anstieg a der Nullpunktregression mit Modellfunktion $U_b = a * (I^2)$ verwendet und als Unsicherheit $u_{neu}(a) = \sqrt{u_{alt}(a)^2 + u_{sys}(a)^2}$ angenommen, wobei $u_{sys}(a) \approx |a' - a|$ angenommen wird. Nun lässt sich nach Quelle [1], Seite 39, Gleichung 7 der Anstieg a der Nullpunktregression identifizieren mit $\frac{\mu_0^2}{8\pi^2} \frac{e}{m} \frac{L_x^2 N^2}{l^2}$. Mit Hilfe der Größen $l = (743 \pm 1)mm$ ([1], Seite 40 unten), $N=2210$ (Versuchsplatz) und $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$ lässt sich daraus die spezifische Ladung berechnen zu $\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2 a l^2}{\mu_0^2 L_x^2 N^2} = 1,584 * 10^{11} \frac{C}{kg}$ mit der Unsicherheit

$$u\left(\frac{e}{m}\right) = \sqrt{\left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial L_x} u(L_x)\right)^2 + \left(\frac{\partial \frac{e}{m}}{\partial l} u(l)\right)^2} = 0,139 * 10^{11} \frac{C}{kg}$$

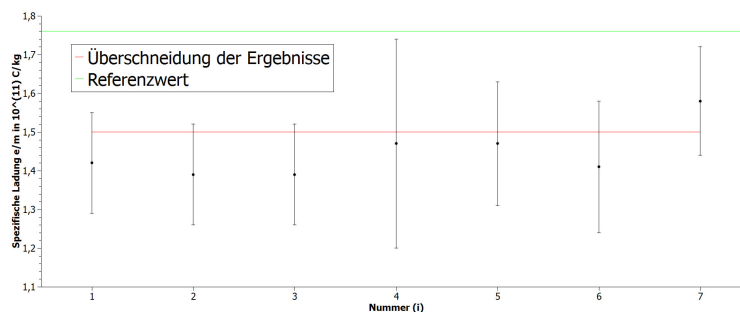
$$\Rightarrow \text{Ergebnis: } \frac{e}{m} = (1,58 \pm 0,14) * 10^{11} \frac{C}{kg}$$

Auch dieser Wert liegt unter dem Referenzwert $\frac{e}{m} = 1,758202 * 10^{11} \frac{C}{kg}$ [2], die Abweichungen sind jedoch geringer als bei den in 2.2) und 2.3) bestimmten Werten.

2.5) Vergleich der Werte für die spezifische Ladung, Bildung des gewichteten Mittels

In Abschnitt 2.2)-2.4) wurden für die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ folgende Ergebnisse erzielt:

Nummer(i)	Methode	Parameter	Ergebnis $\frac{e}{m}$ in $10^{11} \frac{C}{kg}$
1	Wien-Filter	$U_b = (1200 \pm 13)V$	$1,42 \pm 0,13$
2	Wien-Filter	$U_b = (1600 \pm 17)V$	$1,39 \pm 0,13$
3	Wien-Filter	$U_b = (1800 \pm 19)V$	$1,39 \pm 0,13$
4	Thomson	$I = (90 \pm 1,9)mA; U_y = (18 \pm 0,28)V$	$1,47 \pm 0,27$
5	Thomson	$I = (60 \pm 1,6)mA; U_y = (24 \pm 0,34)V$	$1,47 \pm 0,16$
6	Thomson	$I = (40 \pm 1,4)mA; U_y = (20 \pm 0,30)V$	$1,41 \pm 0,17$
7	Busch	beste Fokussierung = hellster Punkt	$1,58 \pm 0,14$
Referenzwert	Quelle [2]		1,76



Übersicht der Ergebnisse für die spezifische Ladung

Alle ermittelten Werte liegen zwar unter dem Referenzwert, überschneiden sich aber innerhalb ihrer Messunsicherheiten und daher kann aus ihnen das gewichtete Mittel gebildet werden (erwartungsgemäß hätten sich bei einer Abweichung von 1σ jedoch nur etwa $\frac{2}{3}$ der Werte innerhalb ihrer Messunsicherheit überschneiden sollen). Dies ergibt sich nach Quelle [4],

Seite 47, Gleichung 55 zu $\frac{\bar{e}}{m} = \frac{\sum_{i=1}^7 \frac{\frac{e}{m_i}}{u(\frac{e}{m_i})^2}}{\sum_{i=1}^7 \frac{1}{u(\frac{e}{m_i})^2}} = 1,44 * 10^{11} \frac{C}{kg}$. Die Unsicherheit

ergibt sich nach Gleichung 56 zu $u(\frac{\bar{e}}{m}) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^7 \frac{1}{u(\frac{e}{m_i})^2}}} = 0,06 * 10^{11} \frac{C}{kg}$.

\Rightarrow Ergebnis: $\frac{\bar{e}}{m} = (1,44 \pm 0,06) * 10^{11} \frac{C}{kg}$

3) Fehleranalyse und kritische Ergebniseinschätzung

Alle erzielten Resultate für die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ liegen unterhalb des Referenzwertes, das in 2.5) berechnete gewichtete Mittel $\frac{\bar{e}}{m} = (1,44 \pm 0,06) * 10^{11} \frac{C}{kg}$ beträgt etwa 82% des Referenzwertes $\frac{e}{m} = 1,76 * 10^{11} \frac{C}{kg}$. Dabei ist zu beachten, das bei der Methode nach Busch eine relativ große Unsicherheit aufgrund der Abweichung der Nullpunktregression zur affinen linearen Regression auftrat und die Stromwerte für den hellsten Punkt zusätzlich ungenauer werden, da das Helligkeitsempfinden sehr subjektiv ist und es daher einen zusätzlichen, nicht beachteten Spielraum für die Stromstärke I gibt, bei der man den Punkt als am Hellsten empfinden kann, eine eindeutigerer Fokussierungszustand (diskreteres $I(U_b)$) würde diese Ungenauigkeit verringern. Eine mögliche Ursache für die Abweichungen sind Ungeauigkeiten bei der Justierung des Oszillosgrafen vor den Versuchsreihen, obwohl jeweils bei $U_y = U_x = 0V, I = 0mA$ und betätigen des Kipp-Schalters versucht wurde, den gestreuten Elektronenstrahl so waagrecht wie möglich zu justieren und sich im Messbereich bei der Methode nach Busch der Leuchtfleck bei Änderung des Spulenstromes nicht mehr bewegte ([1], Seite 41). Auch zusätzliche Ungenauigkeiten bei den Längenmessungen könnten eine Erklärung für die Ergebnisse sein, vor allem beim Wien-Filter spielt die Genauigkeit vom Verhältnis $\frac{l_x}{d_x}$ die wesentliche Rolle und ein zu gering bestimmtes $\frac{l_x}{d_x}$ führt zu einer zu geringen spezifischen Ladung. Die Genauigkeiten der effektiven Feldlängen l_x und l_y werden weiterhin von der Genauigkeit des Plattenabstandes d_x und d_y dominiert, allerdings wirkt sich das nicht auf die Weiteren Ergebnisse aus, da für die weiteren Berechnungen nur noch das Verhältnis $\frac{l_x}{d_x}$ benötigt wird. Bei der Thomsonschen Parabelmethode ist vor allem die Genauigkeit der Apparatekonstante K wesentlich für die Bestimmung der spezfischen Ladung, da allerdings der Spulenstrom I deutlich weniger als 15Minuten aktiv war, ist eine starke Erwärmung der Spule und deutliche Änderung von K eher unwahrscheinlich, eine Erhöhung der Genauigkeit von K würde allerdings die Genauigkeit der spezifischen Ladung bei der Thomsonschen

Parabelmethode deutlich verbessern. Die Genauigkeit des Verhältnisses $\frac{l_y}{d_y}$ hat auf die spezifische Ladung bei der Thomsonschen Parabelmethode zwar einen geringeren Einfluss als die Genauigkeit von K, allerdings könnte auch hier ein zu gering bestimmtes $\frac{l_y}{d_y}$ die Abweichung vom Referenzwert für die spezifische Ladung erklären, da das Ergebnis direkt proportional zu diesem Verhältnis ist. Zusätzlich fiel bei der Parabelmethode auf, das sich der Elektronenstrahl in den höheren Punkten der Parabel (größeres y) in y-Richtung aufgeweitet hat, wodurch eine zusätzliche nicht beachtete Ungenauigkeit bei der y-Koordinate in der Darstellung $y = f(x^2)$ auftrat. Einflüsse durch Störfelder sind jedoch aufgrund der Abschirmung ([1], Seite 40 unten) minimiert, relativistische

Effekte sind bei $U_{b,max} = 1800V \Rightarrow \frac{v}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{m_0 c^2}{m_0 c^2 + eU}\right)^2} \approx 0,08$ [5]
 $\Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 1,003m_0$ [6] ebenfalls als sehr gering anzusehen.

4) Quellenangabe (Stand: 10.01.2009)

- [1] Skript "Phys. Grundpraktikum: Elektrodynamik und Optik", 2005, online verfügbar unter [http://gpr.physik.hu-berlin.de/Skripten/Elektrodynamik und Optik/PDF-Dateien/Elektrodynamik und Optik.pdf](http://gpr.physik.hu-berlin.de/Skripten/Elektrodynamik%20und%20Optik/PDF-Dateien/Elektrodynamik%20und%20Optik.pdf)
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Spezifische_Ladung
- [3] http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetische_Konstante
- [4] <http://gpr.physik.hu-berlin.de/Skripten/Einfuehrung/PDF-Datei/Einfuehrung.pdf>
- [5] http://de.wikipedia.org/wiki/Kinetische_Energie
- [6] http://de.wikipedia.org/wiki/Relativistische_Masse