Anfängerpraktikum der Fakultät für Physik,
Universität Göttingen

Die Potenzialwaage
Protokoll:

Praktikant:	Felix Kurtz
	Michael Lohmann
E-Mail:	felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de
	m.lohmann@stud.uni-goettingen.de
Betreuer:	Björn Klaas
Versuchsdatum:	04.09.2014

Testat:

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

2 Theorie

Die Kapazität eines Plattenkondenstaors mit dem Plattenabstand d und der Plattenfläche A berechnet sich nach der folgenden Formel:

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \tag{1}$$

Dabei ist ε_0 die elektrische Feldkonstante und ε_r die Permitivität des Mediums, welches sich zwischen den Platten befindet. Da unser Versuch in Luft stattfindet, wird im folgenden mit $\varepsilon_r = 1$ gerechnet.
Energie, die in einem Kondensator gespeichert ist:

$$W = \frac{1}{2} C U^2 \tag{2}$$

Kraft, die zwischen den beiden Platten des Kondensators wirkt:

$$F = \varepsilon_0 \frac{AU^2}{2d^2} \tag{3}$$

Bei der Kichhoffschen Potentialwaage wird diese Kraft mit der Gewichtskraft des Wägstückes F_G gleichgesetzt:

$$\varepsilon_0 \frac{AU^2}{2d^2} = mg \tag{4}$$

3 Durchführung

4 Auswertung

Bevor mit der eigentlichen Auswertung begonnen wird, berechnen wir die effektive Fläche A des Kondensators, da hier die kapazitiven Effekte zwischen Ring und Platte beachtet werden müssen. Diese berechnet man nach der Formel aus dem Praktikumshandbuch:

$$A = \pi(r^2 + ra)$$

Dabei ist $r = 40\,\mathrm{mm}$ der Radius der oberen Platte ohne Schutzring und $a = 1\,\mathrm{mm}$ die Breite des Schlitzes. So ergibt sich:

$$A = 5.152 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}^2$$

Im folgenden wird mit einer Erdbeschleunigung von $g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$ gerechnet.

4.1 konstante Kraft

Aus Gleichung (4) folgt eine lineare Abhängigkeit zwischen der Spannung U und dem Plattenabstand d für eine konstante Gewichtskraft, also wenn die Masse m fest ist.

$$d = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 A}{2mg}} \cdot U \tag{5}$$

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist diese Abhängigkeit dargestellt. Aus der Geraden-

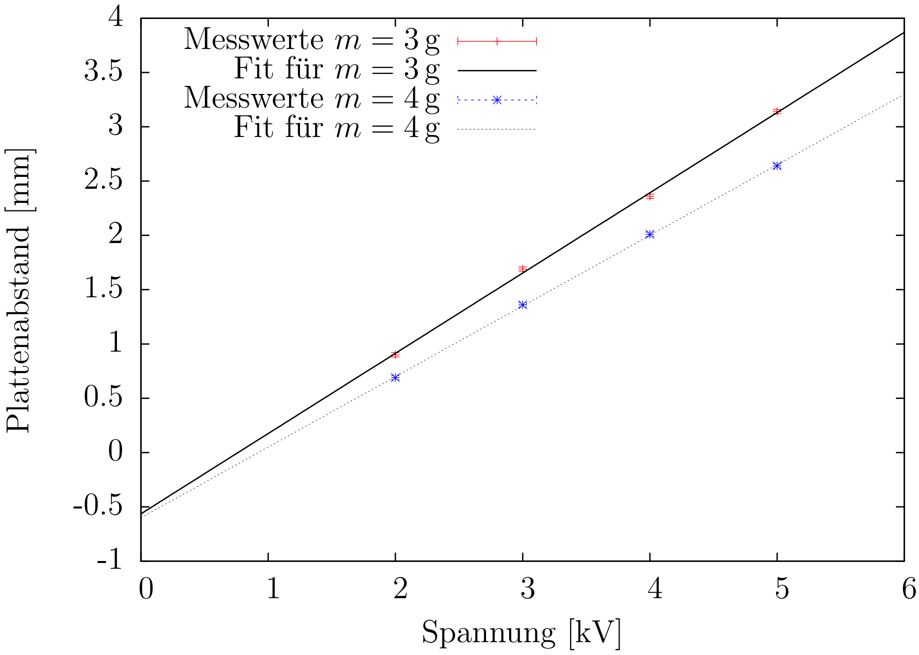

Abbildung 1: Plattenabstand in Abängigkeit der angelegten Spannung

steigung k lässt sich durch Umstellen der obigen Formel ε_0 berechnen:

$$\varepsilon_0 = \frac{2mg}{A} \cdot k^2$$

Es ergeben sich diese Steigungen k und die daraus resultierenden Werte für ε_0:

m [g]	k $\left[\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{kV}}\right]$	ε_0 $\left[10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}}\right]$
3	0.739 ± 0.017	6.24 ± 0.29
4	0.650 ± 0.007	6.44 ± 0.14

Tabelle 1: Geradensteigung und daraus berechnete elektrische Feldkonstante

Es ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von

$$\boxed{\overline{\varepsilon_0} = (6.40 \pm 0.13) \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}}}$$

Aus der linearen Regression folgt der Offset des Plattenabstandes als das Negative des y-Achsenabschnittes:

m [g]	Δ [mm]
3	0.56 ± 0.06
4	0.650 ± 0.007

Tabelle 2: Offset des Abstandes

Es ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von

$$\boxed{\overline{\Delta} = (0.595 \pm 0.022)\,\mathrm{mm}}$$

Für den wahren Plattenabstand d_w muss also zum gemessenen Wert d noch Δ addiert werden.

4.2 konstanter Plattenabstand

$$\varepsilon_0 = k \cdot \frac{2d_w^2}{A} \tag{6}$$

$$\sigma_{\varepsilon_0} = \sqrt{\sigma_k^2 \cdot \left(\frac{2d_w^2}{A}\right)^2 + \sigma_{d_w}^2 \cdot \left(\frac{4d_w k}{A}\right)^2} \tag{7}$$

d [mm]	d_w [mm]	k [N/(kV)^2]	ε_0 $\left[10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}}\right]$
2.000 ± 0.010	2.595 ± 0.032	0.00226 ± 0.00005	(5.92 ± 0.19)
2.500 ± 0.010	3.095 ± 0.032	0.001680 ± 0.000026	(6.25 ± 0.16)
3.000 ± 0.010	3.595 ± 0.032	0.001288 ± 0.000022	(6.46 ± 0.16)
4.000 ± 0.010	4.595 ± 0.032	0.000870 ± 0.000022	(7.13 ± 0.21)

Tabelle 3: Werte dieser Messung

Für ε_0 ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von

$$\boxed{\overline{\varepsilon_0} = (6.40 \pm 0.09) \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}}}$$

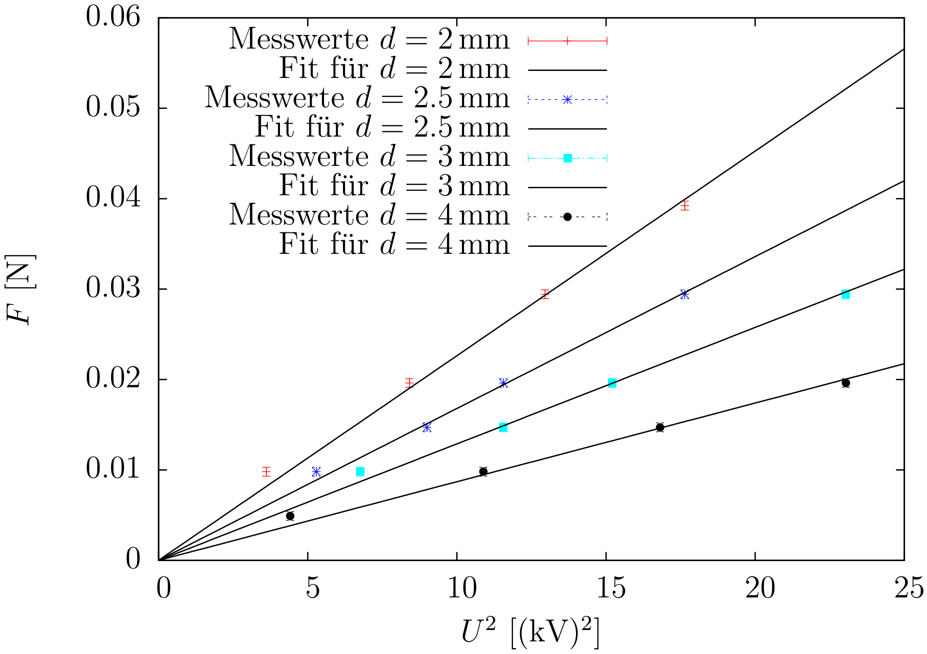

Abbildung 2: Kraft in Abängigkeit des Quadrats der angelegten Spannung

5 Diskussion

6 Anhang