

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**

|          |                     |          |
|----------|---------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Theorie</b>      | <b>3</b> |
| <b>3</b> | <b>Durchführung</b> | <b>3</b> |
| <b>4</b> | <b>Auswertung</b>   | <b>3</b> |
| <b>5</b> | <b>Diskussion</b>   | <b>3</b> |
| <b>6</b> | <b>Anhang</b>       | <b>3</b> |

# 1 Einleitung

## 2 Theorie

iiiiii HEAD

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1)$$

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

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2)$$

Dabei ist  $\varepsilon_0$  die elektrische Feldkonstante und  $\varepsilon_r$  die Permittivität 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:

$$W = \frac{1}{2} C U^2 \quad (3)$$

Kraft, die zwischen den beiden Platten des Kondensators wirkt:

$$F = \varepsilon_0 \frac{A U^2}{2 d^2} \quad (4)$$

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

$$\varepsilon_0 \frac{A U^2}{2 d^2} = m g \quad (5)$$

~~~~~ f01e1ae64c5c96aeae3ad649c6f4bfd80b513754

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

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

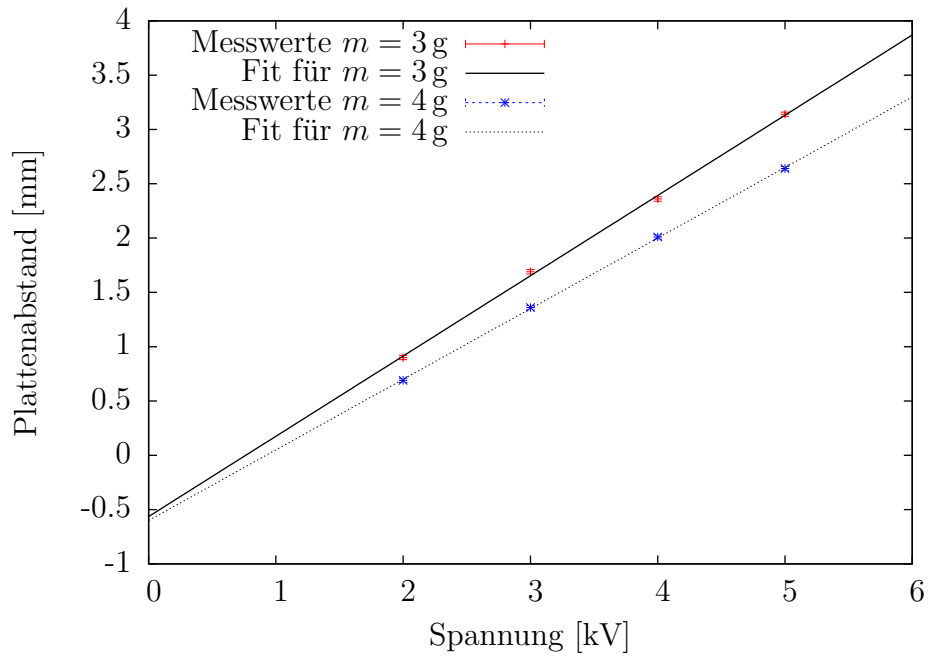
Im folgenden wird mit einer Erdbeschleunigung von  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  gerechnet.

### 4.1 konstante Kraft

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

$$d = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 A}{2mg}} \cdot U \quad (6)$$

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



**Abbildung 1:** Plattenabstand in Abhängigkeit der angelegten Spannung

steigung  $k$  lässt sich durch Umstellen der obigen Formel  $\varepsilon_0$  berechnen:

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

Es ergeben sich diese Steigungen  $k$  und die daraus resultierenden Werte für  $\varepsilon_0$ :

| $m$ [g] | $k$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{kV}}\right]$ | $\varepsilon_0$ $\left[10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}\right]$ |
|---------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 3       | $0.739 \pm 0.017$                              | $6.24 \pm 0.29$                                                     |
| 4       | $0.650 \pm 0.007$                              | $6.44 \pm 0.14$                                                     |

**Tabelle 1:** Geradensteigung und daraus berechnete elektrische Feldkonstante

Es ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von

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

Aus der linearen Regression folgt der Offset des Plattenabstandes als y-Achsenabschnitt:

| $m$ [g] | $\Delta$ [mm]     |
|---------|-------------------|
| 3       | $-0.56 \pm 0.06$  |
| 4       | $0.650 \pm 0.007$ |

**Tabelle 2:** Offset des Abstandes

Es ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von

$$\overline{\Delta} = (-0.595 \pm 0.022) \text{ mm}$$

Für den wahren Plattenabstand  $d_w$  muss also zum gemessenen Wert  $d$  noch  $\Delta$  addiert werden.

## 4.2 konstanter Plattenabstand

$$\varepsilon_0 = k \cdot \frac{2d^2}{A} \quad (7)$$

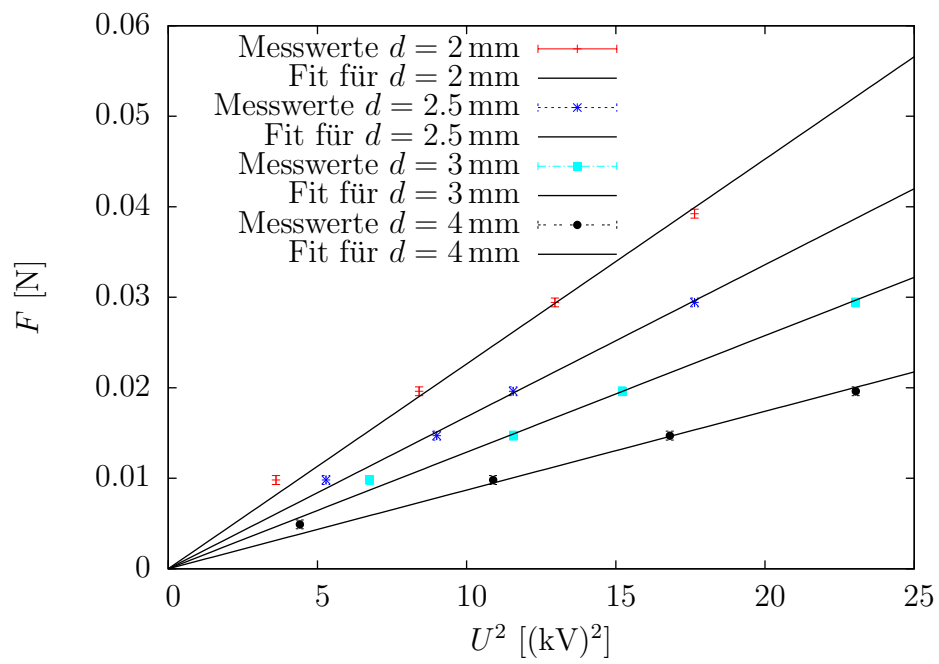
$$\sigma_{\varepsilon_0} = \sqrt{\sigma_k^2 \cdot \left(\frac{2d^2}{A}\right)^2 + \sigma_d^2 \cdot \left(\frac{4dk}{A}\right)^2} \quad (8)$$

|          |            |            |                                                              |
|----------|------------|------------|--------------------------------------------------------------|
| $d$ [mm] | $d_w$ [mm] | $k$ [N/kV] | $\varepsilon_0$ [ $10^{-12} \frac{\text{A s}}{\text{V m}}$ ] |
|----------|------------|------------|--------------------------------------------------------------|

**Tabelle 3:** ...

## 5 Diskussion

## 6 Anhang



**Abbildung 2:** Kraft in Abhängigkeit des Quadrats der angelegten Spannung