

# Potenzialwaage nach Kirchhoff

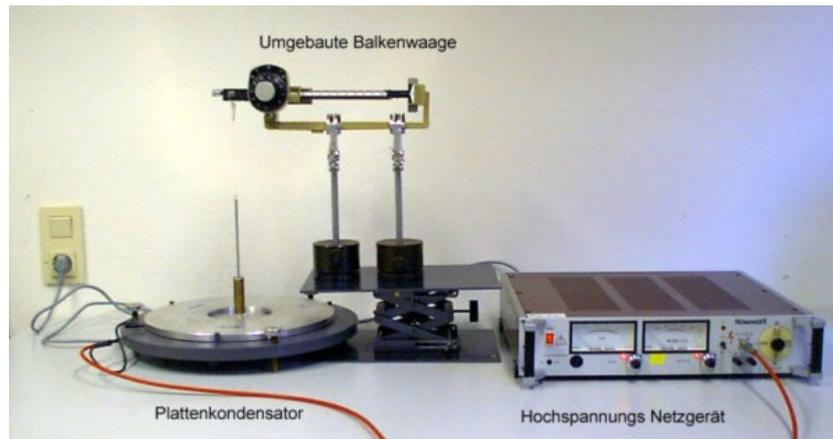


Abb. 1: Versuchsaufbau mit analoger Waage

## Geräteliste:

Hochspannungsnetzteil, ggf. umgebaute Balkenwaage, Analysewaage, Kondensatoraufbau zum Versuch oder separate Platten

## Versuchsbeschreibung:

Die Kondensatorplatten werden auf eine bestimmte Spannung gebracht, zwischen ihnen wirkt eine Kraft. Mit der Waage kann die Masse ermittelt werden, die der dazugehörigen Gewichtskraft entspricht. Die Abmessungen der Platte und die mittels der Waage festgestellte Gewichtskraft kann für eine Rechnung zur Abschätzung von  $\epsilon_0$  benutzt werden.

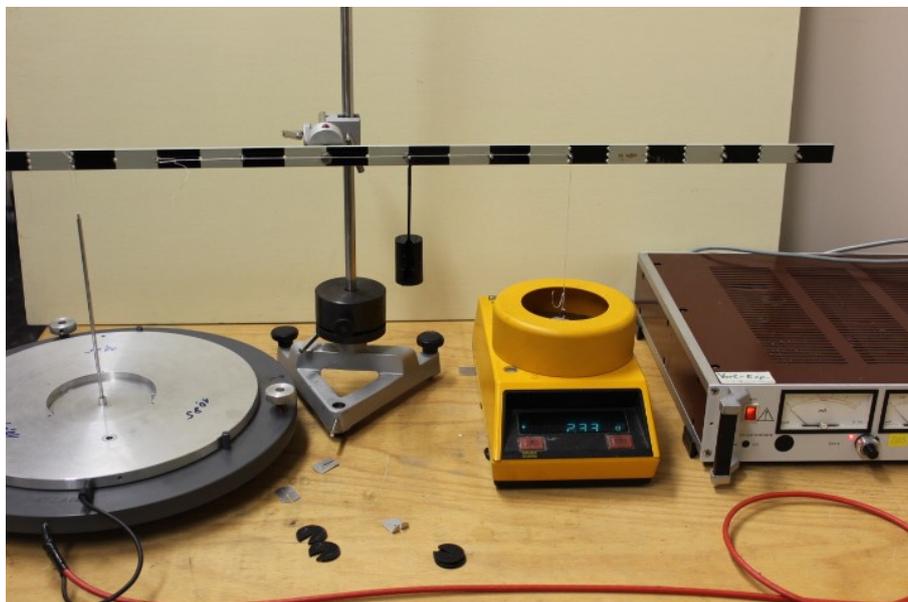


Abb. 2: Aufbau mit Laborwaage und empfindlicher Balkenwaage.

Zur Messung:

Die Balkenwaage ausrichten. Auf der Seite der Waage die Gewichte derart aufhängen, dass der Messteller angehoben wird. Den Messaufbau mit den Stellschrauben so an den hängenden Teller anpassen, dass die drei Haltekanten des Messtellers noch nicht bzw. fast aufliegen. Spannung (500 V) anlegen und noch einmal nachjustieren. Tara Taste Betätigen um die Anzeige der Waage auf 0 zu setzen. Spannung abschalten. Bei guter Justage wird der Wert von 0,7 g bestätigt.

Für einen Aufbau mit weniger Justage kann die Analysewaage mit einer Aluminiumplatte (d=200) belegt werden. Die Platte wird mit Masse verbunden und eine fest gestellte, obere Kondensatorplatte wird in einem definierten Abstand von ca 1 bis 2mm auf ein Potenzial von einigen 100V gebracht.



Abb. 3 Mit einem minimierten Aufbau lässt sich der Effekt genau so zeigen. Die Abstandsmessung ist in diesem Falle allerdings etwas ungenau.

Bemerkungen:

Bei einem homogenen, elektrischen Feld zwischen zwei Kondensatorplatten, wird die Ladungsmenge  $Q$  bestimmt durch

$$Q = C U = \frac{\epsilon_0 A U}{d}$$

mit der Kapazität  $C$ , der Spannung  $U$ , dem Abstand der Platten  $d$  und der Dielektrizitätskonstanten (Suszeptibilität) des Vakuums  $\epsilon_0$ .

Die Kraft zwischen den Ladungen mit der die Platten einander anziehen, beträgt

$$F = \frac{1}{2} Q E = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d^2} U^2,$$

damit gibt es einen experimentellen Ansatz zur Messung von  $\epsilon_0$ .

Der Plattenabstand des Messaufbaus beträgt  $d = 1 \cdot 10^{-3} m$  und die Fläche berechnet sich mit dem Durchmesser von  $D = 100,03 \cdot 10^{-3} m$  zu

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-3} m^2.$$

Bei einer Spannung von z.B.  $500 V$  und dem Literaturwert

$$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c_0^2} = 8,85418781762 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

sollten also Gewichtskräfte von  $\approx 7 \cdot 10^{-3} N$  auftreten, was der Gewichtskraft einer Masse von ca.  $0,7 g$  entspricht. Dieser Wert kann auch in Vorlesungen gemessen werden.

Vorsicht Hochspannung, bei Spannungen über  $1,5 kV$  gibt es Durchschläge im Aufbau.



Abb. 4: Detail aus dem Aufbau.

Der Aufbau ist idealerweise auf einem fest stehenden Tisch positioniert. Mit den Rändelschrauben kann der untere Aufbau gut an den hängenden Teller angepasst werden. Die Gewichte der Waage werden auf eine ausgeglichene Position eingestellt wenn der Teller aufliegt. Einschalten der Spannung lenkt die Waage im Idealfall nicht aus. Wenn eine Spannung von  $500\text{ V}$  anliegt, kann durch Verschieben der kleinsten Masse in  $0,1\text{ g}$  Schritten der oben berechnete Messwert gezeigt werden.