Spannung am Plattenkondensator

STATISCHE MESSUNG DER SPANNUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM PLATTENABSTAND

- Statische Messung der Spannung an einem Plattenkondensator in Abhängigkeit vom Plattenabstand.
- Bestätigung der Proportionalität zwischen Spannung und Plattenabstand für kleine Plattenabstände.

UE3010800

09/15 UD

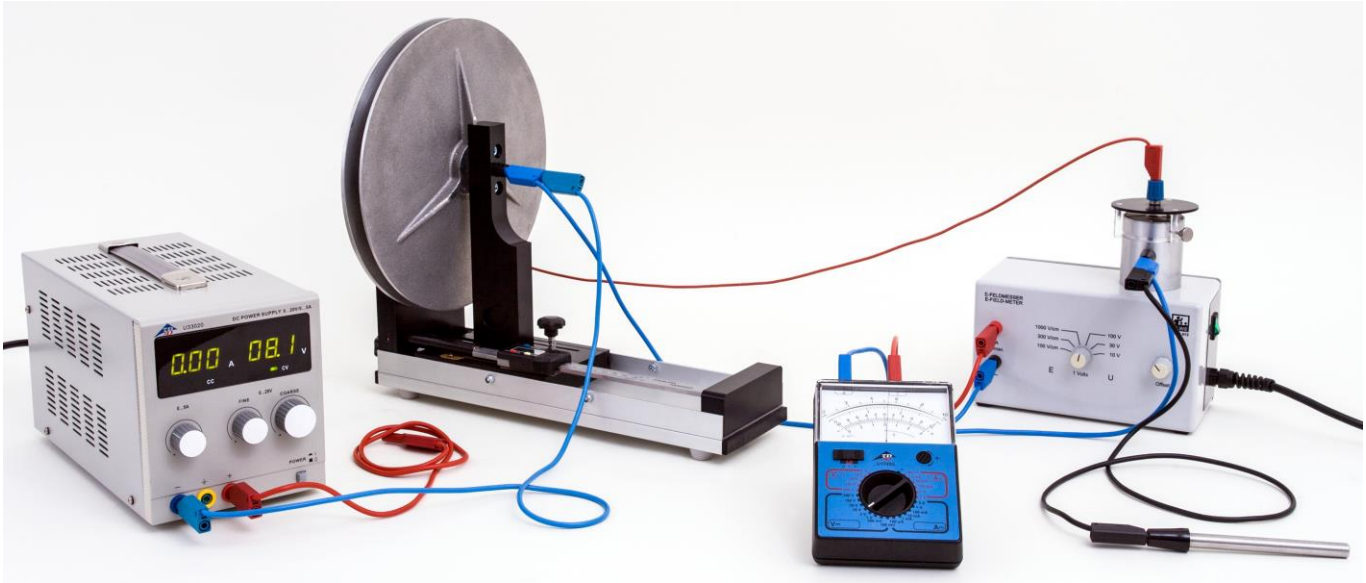

Fig. 1: Messanordnung.

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die geladenen Platten eines Plattenkondensators üben eine anziehende Kraft aufeinander aus. Zur Vergrößerung des Plattenabstandes eines geladenen und von jeglichen Zuleitungen getrennten Plattenkondensators muss daher mechanische Arbeit verrichtet werden. Die dem Kondensator auf diese Weise zugeführte Energie lässt sich als Vergrößerung der Spannung zwischen den Platten nachweisen, sofern sicher gestellt ist, dass bei der Spannungsmessung keine Ströme zwischen den Platten fließen können.

Zur genaueren Beschreibung der Zusammenhänge betrachtet man das homogene elektrische Feld E zwischen den die Ladungen Q und $-Q$ tragenden Platten des Kondensators. Es gilt

(1) $E = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{A}$,

A: Plattenfläche,

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{A \cdot m}}$: Vakuum-Dielektrizitätskonstante.

Falls bei einer Änderung des Plattenabstandes d keine Ströme fließen können, bleibt die Ladung Q und somit auch das elektrische Feld E unverändert.

Für kleine Abstände, bei denen das elektrische Feld als homogen betrachtet werden darf, gilt für die Spannung U am Kondensator und das elektrische Feld E

(2) $U = E \cdot d$,

d: Plattenabstand

d.h. die Spannung U ist proportional zum Plattenabstand d.

Dies wird im Experiment mit dem E-Feld-Messer als statischem Voltmeter überprüft. So ist sichergestellt, dass kein Strom über das Voltmeter zwischen den Kondensatorplatten fließen kann und die Ladung Q auf den Kondensatorplatten erhalten bleibt.

GERÄTELISTE

1	E-Feld-Messer E	U8533015	1001029/30
1	Plattenkondensator D	U8492355	1006798
1	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A	U33020	1003311/2
1	Analog-Multimeter Escola 100	U8557380	1013527
1	Satz 15 Experimentierkabel 2,5 mm²	U13801	1002841

AUFBAU

- Experiment wie in Fig. 2 gezeigt aufbauen.

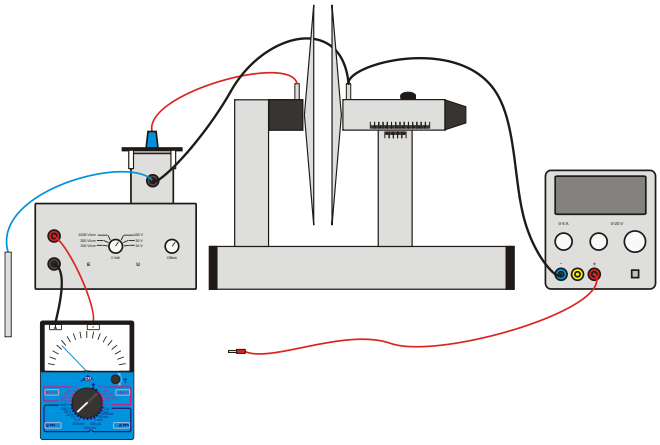

Fig. 2: Experimenteller Aufbau.

- Die Spannungsmessplatte mit Messbereich 1x so auf den Abschirmzylinder des E-Feld-Messers setzen, dass der Abstand zur Abschirmplatte möglichst minimal ist. Spannungsmessplatte mit Hilfe der Rändelschraube fixieren.
- Die feste Kondensatorplatte mit der Spannungsmessplatte verbinden.
- Die bewegliche Kondensatorplatte mit der Massebuchse am Abschirmzylinder des E-Feld-Messers und dem Minuspol des Netzgeräts verbinden.
- Den Haltestab an die Massebuchse am Abschirmzylinder des E-Feld-Messers anschließen.
- Ein Ende eines Kabels an den Pluspol des Netzgeräts anschließen. Das andere, freie Kabelende auf den Tisch legen und nicht anschließen.
- Das Multimeter zur Spannungsmessung an den Spannungsausgang des E-Feld-Messers anschließen.
- Den Messbereichswahlschalter des E-Feld-Messers auf 10 V einstellen, den E-Feld-Messer einschalten und ca. 3 Minuten warten bis er sich stabilisert hat.
- Netzgerät einschalten und Spannung U_0 = 3 V einstellen.

DURCHFÜHRUNG

- Mit Hilfe der Feinstellschraube des Plattenkondensators den Plattenabstand d = 2 mm einstellen.
- Zur Entladung des Plattenkondensators die feste Kondensatorplatte mit dem Haltestab berühren und so die Platten kurzschließen. Gleichzeitig mit Hilfe des Offsetreglers den Nullpunkt am E-Feld-Messer einstellen.
- Haltestab von der festen Kondensatorplatte entfernen und zwecks Potentialausgleichs in die Hand nehmen.
- Den Haltestab während der gesamten Messung nicht mehr aus der Hand legen.
- Zum Aufladen des Plattenkondensators mit dem freien Ende des Kabels, das an den Pluspol des Netzgeräts angeschlossen ist, die feste Kondensatorplatte berühren.
- Wenn der Plattenkondensator aufgeladen ist, das Kabel wieder von der festen Kondensatorplatte entfernen, so dass der Plattenkondensator vom Pluspol getrennt wird.
- Am Multimeter die Spannung U für den eingestellten Plattenabstand d = 2 mm ablesen und den Wert in die Tab 1 eintragen.

Hinweis:
Die abgelesene Spannung entspricht der Spannung U_0, mit der der Plattenkondensator aufgeladen wurde. Nach der einmaligen Aufladung trägt der Plattenkondensator also die Ladung $Q = C \cdot U_0$, mit der Kapazität $C \sim 1/d$. Da der Plattenkondensator im weiteren Verlauf der Messung nicht mehr entladen wird, verbleibt diese Ladung auf den Kondensatorplatten. Bei einer Vergrößerung des Abstands d der Kondensatorplatten verkleinert sich die Kapazität des Plattenkondensators, dementsprechend vergrößert sich die Spannung auf $U > U_0$.

- Den Plattenabstand in 2-mm-Schritten zügig bis d = 18 mm erhöhen, bei jedem Schritt die Spannung U für den eingestellten Plattenabstand ablesen und den Wert in die Tab. 1 eintragen.

MESSBEISPIEL

Tab. 1: Messwerte für die Spannung U am Plattenkondensator in Abhängigkeit vom eingestellten Plattenabstand d.

d / mm	U / V
2	3,0
4	6,0
6	9,5
8	12,3
10	14,0
12	16,0
14	17,5
16	19,0
18	20,0

AUSWERTUNG

- Messwerte für die Spannung *U* am Plattenkondensator aus Tab. 1 gegen die eingestellten Plattenabstände *d* graphisch auftragen (Fig. 3).

Gl. 2 lässt im *U*(*d*)-Diagramm eine Ursprungsgerade durch die Messpunkte erwarten, deren Steigung dem konstanten elektrischen Feld *E* entspricht. Abweichungen hiervon sind darauf zurückzuführen, dass die Homogenität des elektrischen Feldes mit zunehmendem Plattenabstand nicht mehr gewährleistet ist.

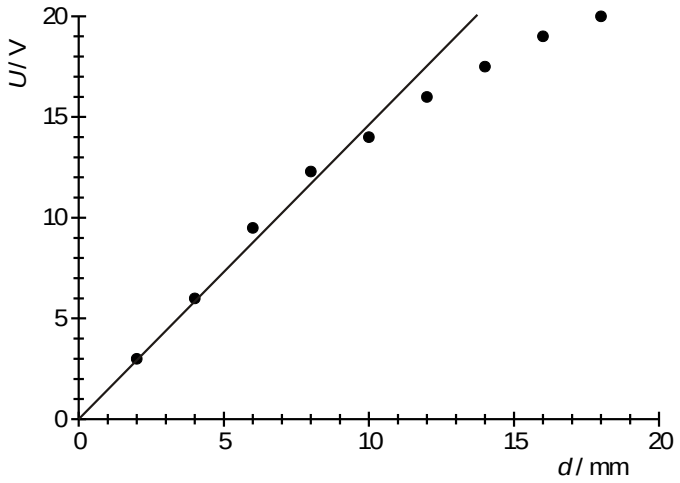

Fig. 3 Spannung *U* am Plattenkondensator in Abhängigkeit vom Plattenabstand *d*.

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH