Elektrisches Feld im Plattenkondensator

MESSUNG DES ELEKTRISCHEN FELDES IN EINEM PLATTENKONDENSATOR MIT DEM E-FELD-MESSER.

- **Messung des elektrischen Feldes in einem Plattenkondensator in Abhängigkeit vom Plattenabstand.**
- **Messung des elektrischen Feldes in einem Plattenkondensator in Abhängigkeit von der angelegten Spannung.**

UE3010700

11/16 JöS/UD

Fig. 1: Messanordnung.

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Mit dem E-Feld-Messer können elektrische Felder direkt gemessen werden: Vor einer Influenzplatte mit vier sternförmigen Sektoren dreht sich eine gleich geformte Flügelscheibe (Fig.2). Sie unterbricht ständig den elektrischen Fluss und ruft so periodisch Influenzladungen hervor, die über einen hochohmigen Widerstand abfließen. Die dadurch erzeugten Spannungsimpulse werden zu einer Ausgangsspannung verstärkt und gleichgerichtet, die dem auf die Influenzplatte wirkenden elektrischen Feld *E* proportional ist.

Im Experiment wird die elektrische Feldstärke

$$(1) \quad E = \frac{U}{d}$$

in einem Plattenkondensator mit dem E-Feld-Messer gemessen. Dabei wird zum einen die angelegte Spannung U und zum anderen der Plattenabstand d variiert.

Bei der Anwendung von Gleichung (1) ist zu berücksichtigen, dass die Influenzplatte gegenüber der unteren Kondensatorplatte um ca. 1 mm nach unten versetzt ist. Daher ist Gleichung (1) zu ersetzen durch die Gleichung

$$(2) \quad E = \frac{U}{d_{\text{eff}}} = \frac{U}{d + 1\,\text{mm}} .$$

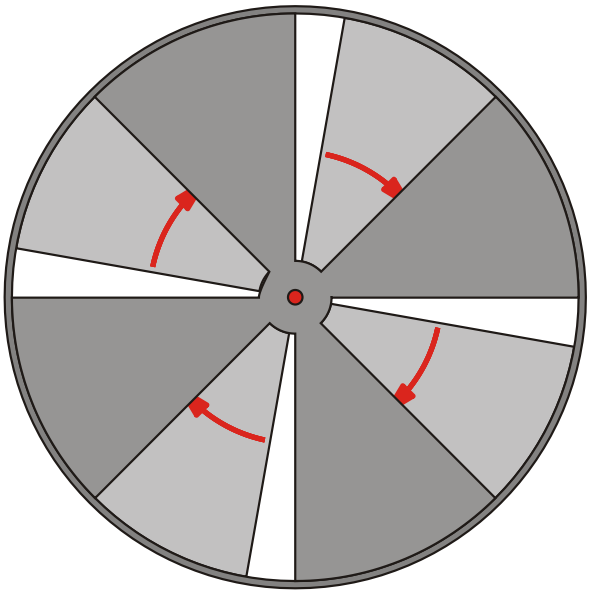

Fig. 2: Rotierende Flügelscheibe des E-Feld-Messers.

GERÄTELISTE

1	E-Feld-Messer @230V	1001030 (U8533015-230)
oder		
1	E-Feld-Messer @115V	1001029 (U8533015-115)
1	DC-Netzgerät 450 V @230V	1008535 (U8521400-230)
oder		
1	DC-Netzgerät 450 V @115V	1008534 (U8521400-115)
1	Digital-Multimeter E	1018832 (U8531051)
1	Analog-Multimeter Escola 30	1013526 (U8557330)
1	Satz 15 Sicherheits-experimentierkabel 75 cm	1002843 (U138021)

AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

Allgemeine Hinweise

- Wenn immer möglich mit nicht berührungsgefährlicher Spannung experimentieren.
- Bei Einsatz von Netzgeräten, die eine berührungsgefährliche Spannung liefern, einen Widerstand 300 kΩ (1000690) zur Strombegrenzung verwenden.
- Bei allen Messungen den Kontaktstab mit der Massebuchse am Abschirmzylinder verbinden und in die Hand nehmen, damit der Experimentator auf dem gleichen Potenzial ist.
- Vor jeder Messreihe sollte eine Nullpunktkalibrierung des E-Feldmessers für jeden Messbereich vorgenommen werden.
- Nach Einstecken des Netzsteckers einige Minuten abwarten, bis das Gerät die Betriebstemperatur erreicht hat.
- Um eine Beschädigung des E-Feldmessers zu vermeiden, die rotierende Flügelscheibe nicht berühren!
- Isolierteile am Gerät und an den Messplatten sauber halten (nicht berühren) und bei hoher Luftfeuchtigkeit evtl. in einem Warmluftstrom (Fön) trocknen.

Nullpunktkalibrierung

- Das Experiment gemäß Fig. 1 aufbauen. DC-Netzgerät noch nicht einschalten.
- Die Spannungsmessplatte, Messbereich 1x (mit blauer 4-mm-Buchse) auf den Abschirmzylinder setzen, mit Hilfe der Rändelschraube fixieren und mit der Massebuchse am Abschirmzylinder verbinden.
- Die Nullpunktkalibrierung zuerst am Anzeigeinstrument (Analog-Multimeter Escola 30) durchführen (siehe entsprechende Bedienungsanleitung).
- Den Messbereichswahlschalter in der Schalterstellung „U" auf den größten Messbereich einstellen.
- Den E-Feldmesser einschalten und mit Hilfe des Offsetreglers den Nullpunkt einstellen.

Tab. 1: Einstellung von Plattenbständen *d* = 1 – 15 mm durch Kombination der Abstandscheiben.

	d / mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rändelschraube von unten		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Abstandscheibe 2 mm mit Gewinde		X	X	X	X	X	X								
Abstandscheibe 8 mm mit Gewinde								X	X	X	X	X	X	X	X
Abstandscheibe 1 mm	X		X		X		X		X		X		X		X
Abstandscheibe 2 mm				X	X					X	X			X	X
Abstandscheibe 4 mm						X	X					X	X	X	X

- Die Nullpunktkalibrierung in der gleichen Weise in den kleineren Messbereichen durchführen.
- Statt der Spannungsmessplatte jetzt die Kondensator-Messplatte auf den Abschirmzylinder setzen und mit der Rändelschraube fixieren.

Einstellung des Plattenabstands

- Zur Einstellung des Plattenabstands $d = 1$ mm die drei Abstandscheiben 1 mm ca. im 120°-Winkel auf den Rand der Kondensator-Messplatte legen, und die Kondensatorplatte auf die Abstandscheiben.
- Zur Einstellung von Plattenbständen $d = 2 – 7$ mm die drei Abstandscheiben 2 mm mit Innengewinde mit Hilfe der drei Rändelschrauben ca. im 120°-Winkel auf den Rand der Kondensator-Messplatte schrauben. Die drei Abstandscheiben 1, 2 und 4 mm gemäß Tab. 1 zusätzlich auf die Rändelschraube stecken, und die Kondensatorplatte auf die Abstandscheiben legen.
- Zur Einstellung von Plattenbständen $d = 8 – 15$ mm die drei Abstandscheiben 8 mm mit Innengewinde statt 2 mm mit Innengewinde verwenden.

Elektrisches Feld in Abhängigkeit vom Plattenabstand

- Den Plattenabstand $d = 2$ mm einstellen und den entsprechenden effektiven Plattenabstand $d_{eff} = 3$ mm in Tab. 2 eintragen.
- Das DC-Netzgerät einschalten und die Spannung $U = 100$ V einstellen
- Am Messbereichswahlschalter des E-Feld-Messers 100 V/cm auswählen.

Eine auf dem Analog-Multimeter abgelesene Spannung von 1 V entspricht dann einem elektrischen Feld von 100 V/cm = 1 V/m.

- Den auf dem Analog-Multimeter abgelesenen Spannungswert als Wert für das elektrische Feld in der Einheit V/m in Tab. 2 eintragen.
- Die Spannung herunterregeln, das DC-Netzgerät abschalten und die Kondensatorplatte entladen. Dazu die Kondensatorplatte kurz mit dem Abschirmzylinder verbinden.
- Die Messung bei den Plattenabständen $d = 4$, 6, 8, 10 und 12 mm (Tab. 1) für dieselbe Spannung $U = 100$ V wiederholen und die gemessenen elektrischen Feldstärken mit den zugehörigen effektiven Abständen d_{eff} in Tab. 2 eintragen.

Elektrisches Feld in Abhängigkeit von der angelegten Spannung

- Den Plattenabstand $d = 9$ mm ($d_{eff} = 10$ mm) einstellen.
- Das DC-Netzgerät einschalten und die Spannung $U = 50$ V einstellen.
- Am Messbereichswahlschalter des E-Feld-Messers 100 V/cm auswählen.

Eine auf dem Analog-Multimeter abgelesene Spannung von 1 V entspricht dann einem elektrischen Feld von 100 V/cm = 1 V/m.

- Den auf dem Analog-Multimeter abgelesenen Spannungswert als Wert für das elektrische Feld in der Einheit V/m in Tab. 3 eintragen.
- Die Spannung herunterregeln, das DC-Netzgerät abschalten und die Kondensatorplatte entladen. Dazu die Kondensatorplatte kurz mit dem Abschirmzylinder verbinden
- Die Messung bei den Spannungen $U = 100$, 150, 200, 250, 300, 350, 400 und 450 V für denselben Abstand $d = 9$ mm wiederholen und die gemessenen elektrischen Feldstärken mit den zugehörigen Spannungen in Tab. 3 eintragen.

MESSBEISPIEL

Tab. 2: Elektrische Feldstärke in Abhängigkeit vom Plattenabstand für $U = 100$ V.

d_{eff} / mm	E / V/m
3	3,45
5	2,04
7	1,45
9	1,12
11	0,92
13	0,78

Tab. 3: Elektrische Feldstärke in Abhängigkeit von der angelegten Spannung U für $d_{eff} = 10$ mm.

U / V	E / V/m
50	0,58
100	1,10
150	1,70
200	2,20
250	2,70
300	3,30
350	3,90
400	4,50
450	4,95

AUSWERTUNG

- Die gemessenen elektrischen Feldstärken E in Abhängigkeit des effektiven Plattenabstandes d_{eff} (Tab. 2) und der angelegten Spannung U (Tab. 3) graphisch darstellen (Fig. 3, 4).
- Die hyperbolische Abhängigkeit der elektrischen Feldstärke vom effektiven Plattenabstand (Fig. 3) und die lineare Abhängigkeit von der angelegten Spannung (Fig. 4) nach Gleichung (2) werden bestätigt.

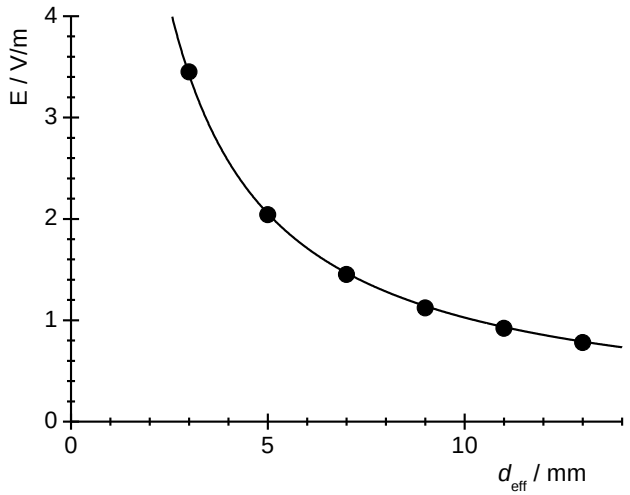

Fig. 3: Elektrisches Feld im Plattenkondensator in Abhängigkeit vom effektiven Plattenabstand für U = 100 V.

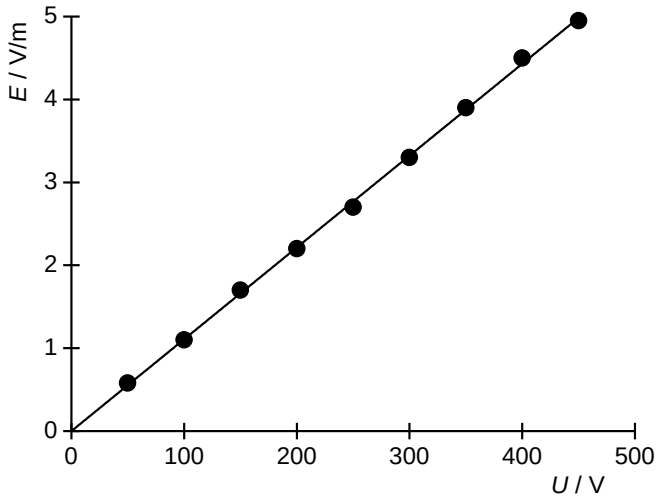

Fig. 4: Elektrisches Feld im Plattenkondensator in Abhängigkeit von der angelegten Spannung U für d_{eff} = 10 mm.

© Copyright 2016 3B Scientific GmbH