Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXIII. Jahrgang 1893.

München.
Verlag der K. Akademie.
1894.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Ueber ein Instrument zur Messung der Spannung bei elektrischen Oscillationen.

Von L. Graetz und L. Fomm.

(*Eingelaufen 8. Juli.*)

Die Spannungsverhältnisse, welche bei den raschen elektrischen Oscillationen geöffneter Induktionsapparate und Leydener Flaschen auftreten, lassen sich mit den gewöhnlichen Methoden nicht leicht messend verfolgen. Die dynamometrischen Methoden versagen wegen der geringen Quantitäten von Elektricität und wegen des enormen Einflusses der Selbstinduktion, die elektrometrischen, wenn man nicht ganz besondere Einrichtungen trifft, wegen der hohen Spannungen und der dadurch hervorgerufenen Funkenentladungen im Elektrometer. Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Bewegungsantriebe, welche ein Dielektrikum in einem homogenen, von elektrischen Oscillationen durchzogenen elektrischen Felde erhält, haben wir ein einfaches, leicht herzustellendes und sehr empfindliches Instrument construirt, welches solche Spannungen mit Leichtigkeit zu messen gestattet, welches aber auch für niedrige Spannungen und langsame Oscillationen vortheilhaft zu verwenden ist.

In einem nicht homogenen Felde unterliegt ein dielektrischer Körper Anziehungs- und Abstossungskräften und er-

hält dadurch gewisse Bewegungsantriebe, welche von Boltzmann[1]) ausführlich untersucht wurden und aus welchen er eine Methode zur Messung von Dielektricitätsconstanten ausarbeitete. In einem homogenen elektrischen Felde treten solche fortschreitende Bewegungen nicht auf, wohl aber kann man die Anordnung so machen, dass drehende Bewegungen entstehen. Hängt man nämlich in ein homogenes elektrisches Feld einen aus einem Dielektrikum bestehenden Körper (dessen Dielektricitätsconstante von 1 abweicht) hinein, so entstehen bei gewissen Lagen des Körpers Kräftepaare, welche eine Drehung des Körpers hervorbringen.[2]) Damit nun zunächst das elektrische Feld homogen bleibe, auch nach der Einführung des Dielektrikums, ist nothwendig, dass der eingeführte Körper die Form eines Ellipsoids habe. Nur in diesem Falle wird die Homogenität des Feldes nicht gestört. Man wird also den Körpern die Form von dünnen Stäbchen oder von dünnen kreisförmigen Platten geben. Hängt man ein solches Stäbchen so zwischen zwei Condensatorplatten auf, dass seine Axe einen Winkel von 45° mit den Kraftlinien bildet, so sucht sich das Stäbchen mit seiner Axe in die Richtung der Kraftlinien zu stellen. Entsprechend sucht eine dünne, vertikal hängende Kreisplatte sich mit ihrer Ebene in die Richtung der Kraftlinien einzustellen. Um sicher homogene Felder zu haben, haben wir zuerst Condensatorplatten von 30 cm Durchmesser und wenigen Centimetern Abstand genommen, sind jedoch später, als die Erscheinungen hierbei constatirt waren, zu kleineren Dimensionen übergegangen. Verbindet man mit dem Dielektrikum einen Spiegel und hängt das ganze System unifilar oder besser bifilar auf, so kann man in gewöhnlicher Weise die Drehung des Dielektrikums verfolgen.

1) Boltzmann, Wien. Ber. 68 (2) p. 81. 1873.

2) Manche Theorieen der Dielektrika verneinen zwar solche Wirkungen, sie sind aber thatsächlich vorhanden und leicht zu constatiren.

Falls die Condensatorplatten statisch geladen werden, so hängen die beiden Kräfte des Kräftepaares ab erstens von den durch Influenz im Dielektrikum erzeugten elektrischen Polarisationen, welche den auf den Platten vorhandenen Elektricitätsmengen und daher auch den auf ihnen vorhandenen Potentialen proportional sind, zweitens aber auch von den auf dem Dielektrikum schon vor der Influenzirung etwa vorhandenen freien Elektricitätsmengen, welche sich durch die Flamme allerdings gewöhnlich beseitigen lassen. Ist V die Potentialdifferenz der Platten, so wird in diesem Falle bei Commutirung der Condensatorplatten die Drehung an Grösse und eventuell auch an Richtung verschieden sein. Sie wird nämlich in dem einen Falle sein: $\alpha = lV + mV^2$, im anderen Falle $\alpha_1 = -lV + mV^2$, worin l ein Mass für die freie Ladung des Dielektrikums, m ein Mass für die Polarisirung desselben ist.

Falls dagegen das Feld von elektrischen Schwingungen durchzogen wird, so heben sich, wenn nur die Schwingungen rasch genug gegen die Oscillationsdauer des aufgehängten Systems stattfinden, die von den freien Elektrisirungen erzeugten Drehmomente auf und man erhält Ausschläge des Körpers, welche dem Quadrat der Potentialdifferenz proportional sein und immer nach derselben Richtung gehen müssen. So lange die Oscillationen nicht allzu rasch werden, kann man die elektrischen Bewegungen als quasistatische ansehen. Bei sehr raschen Oscillationen treten abweichende Vorgänge auf, welche übrigens das quadratische Gesetz nicht beeinflussen. Ueber diese werden wir demnächst berichten. Es ist also die Potentialdifferenz der Platten $V = C\sqrt{\alpha}$, wo α der Drehungswinkel und C der Reduktionsfaktor ist. Ist letzterer durch einen Vergleich mit absoluten Messungen bestimmt, so lassen sich die Spannungen direkt in Volts ausdrücken. Das Instrument, welches wir kurz als „dielektrischen Spannungsmesser“ be-

zeichnen möchten, hat sein elektromagnetisches Analogon in dem Elektrodynamometer von Bellati - Giltay. Durch Veränderung des Abstandes der Condensatorplatten kann man die Empfindlichkeit des Apparates in sehr weiten Grenzen variiren.

Bei dem von uns ausgeführten Instrument wurde als Dielektrikum Schwefel angewendet, wegen der hohen Dielektricitätsconstante und der geringen elektrischen Nachwirkung derselben, die übrigens, selbst wenn sie auftritt, durch Neubestimmung der Ruhelage nach jeder Messung eliminirt wird. Eine dünne kreisförmige Platte aus Schwefel (Gewicht 0,660 gr, Durchmesser 21 mm, Dicke 0,95 mm) wird in einen Doppelhaken aus Ebonit befestigt. (Stäbchen von 20 mm Länge und 1—2 mm Durchmesser wurden in eine Ebonitgabel eingelegt.) In den Ebonithaken ist ein gefirnisstes Glasstäbchen eingekittet, das in den Spiegel mit zwei Haken eingehängt ist. Letzterer hängt an einem Haken in dem Aufhängecocon. Von einer Dämpfung wurde abgesehen. Der Condensator besteht aus kreisförmigen, am Rande abgerundeten Platten von 15 cm Durchmesser, die in beliebigen Abstand von einander gebracht werden können. Das Ganze befindet sich in einem Gehäuse, welches durch ein Drahtnetz vor äusseren Einwirkungen geschützt werden kann.

Die Drehungswinkel der Platte (und des Stäbchens) ergaben sich, wie es sein muss, den Quadraten der Potentialdifferenzen proportional. Um dieses zu constatiren, wurde eine Leydener Flasche durch einen Induktionsapparat geladen und durch ein Funkenmikrometer oscillirend entladen. Die Kugeln desselben hatten 1,1 cm Durchmesser. Die Entladungen des Induktoriums waren durchaus nicht regelmässig, wie das bei den Unterbrechungen durch einen Hammer nicht anders zu erwarten war. Das Instrument folgt aber jeder Veränderung des Hammers und der

Funkenstrecke unmittelbar und genau. Im Mittel aus einer Reihe von Beobachtungen ergaben sich folgende Zahlen:

Funkenlänge im Mikrometer	Ausschlag α	Ausschlag reducirt auf Winkel	Spannung berechnet
1 mm	37,65	37,63	1
2 „	116,6	116,4	1,759
3 „	193,0	191,7	2,257
4 „	322,5	316,7	2,901
5 „	428,8	408,2	3,353

Der Abstand von Spiegel und Skala war 1430 mm. Die letzten Zahlen der Columne sind unter der Annahme $V = C\sqrt{\alpha}$ berechnet, indem die Spannung für 1 mm = 1 gesetzt wurde.

Zum Vergleich mit den letzten Zahlen können die Versuche von Baille,[1]) Freyberg,[2]) Quincke,[3]) Paschen,[4]) Bichat und Blondlot,[5]) Heydweiller[6]) und Anderen dienen, welche zum Theil ebenfalls mit Kugeln von demselben Durchmesser gearbeitet haben und absolute Elektrometer benützt haben. Die Zusammenstellung der Zahlen von Baille und Bichat und Blondlot mit den unserigen ergiebt z. B.

Funkenlänge	Baille	Bichat und Blondlot	Graetz und Fomm
1 mm	1	1	1
2 „	1,739	1,708	1,759
3 „	2,447	2,373	2,257
4 „	2,940	2,963	2,901
5 „	3,572	3,497	3,353

1) Baille, Ann. chim. phys. (5) 25 p. 531. 1882.
2) Freyberg, Wied. Ann. 38 p. 231. 1889.
3) Quincke, Wied. Ann. 19 p. 562. 1883.
4) Paschen, Wied. Ann. 37 p. 69. 1889.
5) Bichat und Blondlot, Arch. de Gen. (3) 28 p. 40. 1892.
6) Heydweiller, Wied. Ann. 40 pag. 464. 1890.

Da die Potentialdifferenz bei 1 mm Funkenlänge nach Baille's Messungen 15,25, nach Bichat und Blondlot 16,1 elektrostatische Einheiten, also im Mittel 4700 Volt ist, so umfassen die obigen Messungen ein Intervall von 4700 bis 15300 Volt, ein Intervall, welches durch Aenderung des Plattenabstandes nach unten und oben beträchtlich ausgedehnt werden kann. Wir konnten mit diesem Instrument die Spannung einer Wechselstrommaschine von 60 Volt noch bequemen messen, so wie andererseits die Spannung von Funken von mehreren Centimetern Länge.

Die principiell wichtigen Fragen, durch welche Eigenschaften der Dielektrika diese Erscheinungen zu erklären sind und ob die hier auftretenden Kräfte nur statischer oder besser quasistatischer Art sind oder ob nicht vielmehr auch bereits elektrodynamische Kräfte im Dielektrikum auftreten, sollen einer folgenden Mittheilung vorbehalten bleiben, ebenso wie die Benutzung der hier auftretenden Kräfte zur Vergleichung der Dielektricitätsconstanten von Körpern, von denen man nur kleine Proben zur Verfügung hat.

München, Physik. Institut der Univers.
Juli 1893.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 1893

Autor(en)/Author(s): Graetz Leo, Fomm Ludwig

Artikel/Article: Ueber ein Instrument zur Messung der Spannung bei elektrischen Oscillationen 245-250