IV. *Ueber eine neue Methode zur Bestimmung von Dielectricitätsconstanten;* *von A. Elsas.*

(Hierzu Taf. VI Fig. 9–10.)

In einer von Hrn. H. F. Weber angeregten Promotionsarbeit hat Hr. A. Palaz gezeigt, dass sich die Capacitäten zweier Condensatoren vergleichen und folglich die Dielectricitätsconstanten von Isolatoren messen lassen, indem man in der Wheatstone-Kirchhoff'schen Brückencombination zwei aneinanderstossende Zweige aus den Condensatoren nebst den nöthigen Verbindungsdrähten, die beiden anderen Zweige aus inductionsfreien metallischen Widerständen bestehen lässt, als Stromquelle eine Inductionsrolle benutzt und mittelst des Telephons das Verschwinden des Stromes in der Brücke beobachtet.¹⁾

Eine neue Anwendung des Telephons bei der Bestimmung von Dielectricitätsconstanten hat Hr. A. Winkelmann bekannt gemacht.²⁾ Zwei Plattencondensatoren, welche eine Platte gemeinsam haben, also aus drei parallelen Platten bestehen, werden bei dieser Methode durch Verschieben einer Platte gleich gemacht. Die beiden Condensatoren gemeinsame mittlere Platte wird mit dem einen Pol eines Inductoriums verbunden, dessen anderer Pol mit der Erde verbunden ist, während an die Endplatten ein Telephon angeschlossen wird, dessen Schweigen anzeigt, dass die Condensatoren gleiche Ladungen erhalten und folglich gleiche Capacität besitzen.

Bei der Bestimmung des specifischen Inductionsvermögens eines festen, in Plattenform vorliegenden Körpers bringt Winkelmann die dielectricische Platte zwischen das eine Plattenpaar des Doppelcondensators, gleicht ab und misst so-

1) A. Palaz, *Recherches expérimentales sur la capacité inductive spécifique de quelques diélectriques*. 1886. (Züricher Dissertation).

2) A. Winkelmann, *Wied. Ann.* 38. p. 161. 1889.

dann die Verschiebung, welche man nach Fortnahme des zu untersuchenden Isolators der einen äusseren Condensatorplatte geben muss, um nochmals die Abgleichung zu erreichen.

Aus der Verschiebung x der Condensatorplatte und der Dicke d der dielectricischen Platte leitet sich die Dielectricitätsconstante D folgendermaassen ab. Ausser der dielectricischen Zwischenschicht enthält der Condensator, in welchem sich diese befindet, nach der ersten Abgleichung noch eine Luftschicht, deren Dicke δ sei. Da die dielectricische Platte einer Luftschicht von der Dicke d/D äquivalent ist, würde also eine Luftschicht von der Dicke $\delta + d/D$ dem anderen Condensator das Gleichgewicht halten; nach dem Herausnehmen des festen Isolators wird dies Gleichgewicht aber bewirkt durch eine Luftschicht, deren Dicke $\delta + d - x$ ist, woraus folgt, dass $d/D = d - x$ sein muss und dass die Dielectricitätsconstante $D = d/(d - x)$ ist. Wir haben hierbei angenommen, dass die äussere Platte desjenigen Condensators verschoben wurde, in welchem sich der feste Isolator befand, dass also der andere Condensator unverändert blieb.

Zur Ermittlung der Dielectricitätsconstanten von Flüssigkeiten bringt Winkelmann einen geeigneten parallel-pipedischen Glastrog zwischen die Platten des einen Condensators. Ist d die Dicke der Luftschicht zwischen den Glasplatten, die durch directe Messungen zu ermitteln ist, so muss der Abstand der Condensatorplatten nach Einfüllung der Flüssigkeit um eine solche Grösse verändert werden, dass $d/D + x = d$ wird, wenn wieder die Abgleichung erreicht werden soll. Somit hat man wieder die Formel $D = d/(d - x)$ für die Dielectricitätsconstante. Wegen der Durchbiegung, welche die Glasplatten des Troges durch den Flüssigkeitsdruck erleiden, darf indessen die Dicke der Flüssigkeitsschicht nicht gleich der Dicke der Luftschicht des leeren Troges gesetzt werden; dadurch wird es nöthig, eine Correction zu ermitteln, was als ein Uebelstand betrachtet werden muss.

Die von Palaz angewandte Methode gestattet die Benutzung eines metallischen Gefässes als Condensator, welches so gestaltet werden kann, dass eine Formveränderung durch den Druck der Flüssigkeit nicht stattfindet. Palaz bildete

den Condensator aus zwei unten geschlossenen Messingcylindern von verschiedenem Durchmesser, von denen der engere in den weiteren gestellt wurde, natürlich unter Verhinderung der Berührung, was durch passend angebrachte Hartgummistückchen bewirkt wurde. Die Capacität C_1 des von beiden Cylindern gebildeten Luftcondensators wird zunächst mit der Capacität C eines Hilfscondensators verglichen. Das Telephon schweigt, wenn die Capacitäten C_1 und C sich umgekehrt verhalten wie die Widerstände W_1 und W . Füllt man dann das Condensatorgefäß mit der dielectricischen Flüssigkeit, wodurch seine Capacität $C_1 D$ wird, so ergibt eine neue Vergleichung mit dem Hilfscondensator die Gleichung $C: C_1 D = W_2: W$, und es ist demnach die Dielectricitätsconstante $D = W_1 / W_2$.

Somit ist das Verfahren im Princip sehr einfach; jedoch bringt es praktische Schwierigkeiten mit sich, dass die Widerstände nicht so klein sein dürfen, wie man sie bei den zu Widerstandsbestimmungen dienenden Messdrähten gewöhnlich anwendet, und dass sie vollkommen inductionsfrei sein müssen, was selbst bifilar gewickelte Widerstandsrollen nicht immer sind. Palaz hat Siemens'sche Widerstandskästen nicht brauchbar gefunden und deshalb lange Drähte an einer Zimmerwand geradlinig ausgespannt. Als ein Mangel erscheint es ferner, dass die Methode nicht auf feste Körper anwendbar ist.

Das Verfahren, welches ich im Folgenden beschreiben werde, gestattet, wie das Winkelmann'sche, die Dielectricitätsconstante von festen Körpern und von Flüssigkeiten zu bestimmen. Dabei gewährt es den Vorthail, dass zwei getrennte, beliebig gestaltete Condensatoren gleich gemacht werden können, und dass — ausser meinem Differentialinductor — nur solche Apparate und Hilfsmittel dabei verwendet werden, welche in jedem einigermaassen gut bestellten physikalischen Laboratorium für andere Zwecke vorhanden sind.

Den Differentialinductor und seine Anwendung zur Bestimmung des Widerstandes inductionsfreier Drähte und electrolytischer Flüssigkeiten habe ich früher ausführlich

beschrieben.¹⁾ Da die auf gleiche Capacität zu bringenden Condensatoren gerade so mit dem Apparat und einem Telephon verbunden werden, wie zwei abzugleichende Widerstände, wird also ein näheres Eingehen auf die Construction und die Theorie des Inductors überflüssig sein.

Das Schema der Verbindungen wird durch Fig. 3 dargestellt. Durch die Condensatoren C_1 und C_2 gehen wegen der Gleichheit der inducirten Differentialwickelungen $A_1 E_1$ und $A_2 E_2$ gleich starke Wechselströme hindurch, wenn ihre Capacitäten gleich sind, und wenn ausserdem die Zweige der Strombahn, in denen die Condensatoren sich befinden, gleichen Widerstand und gleiche Capacität besitzen. Der Telephonzweig aber ist unter denselben Bedingungen stromlos. Nun ist eine Selbstinduction in den Zweigen I und II nicht vorhanden, wenn wir nur kurze Verbindungsdrähte zur Herstellung der Stromkreise benutzen; auch dürfen wir praktisch die Widerstände dieser Zweige als gleich, weil unendlich gross, betrachten, wenn die Dielectrica der Condensatoren vollkommene Isolatoren sind. In diesem Falle ist also die Gleichheit der Stromintensität in beiden Zweigen lediglich durch die Gleichheit der Capacitäten bedingt.

Zur Bestimmung von Dielectricitätsconstanten fester Körper bedarf man folgender Apparate: Im Zweige I einen unveränderlichen Condensator, etwa eine kleine Glasplatte mit Stanniolbelegen oder eine kleine Leydener Flasche oder dergleichen; im Zweige II einen Kohlrausch'schen Condensator, dessen bewegliche Platte man verschiebt, um die Abgleichung zu machen; ausserdem eine Einrichtung, um die Verschiebung dieser Platte zu messen. Ich habe, nachdem ich verschiedene Vorkehrungen zu diesem Zwecke probirt hatte, es zweckmässig gefunden, ein Glasstäbchen auf die hölzerne Fussplatte der verschiebbaren Condensatorplatte mit dieser parallel aufzukitten, sodass sein Ende über die Kante der Fussplatte herausragte, dann auf diesen freien Ende ein in $\frac{1}{10}$ mm getheiltes Glasmikrometer zu befestigen und dessen Theilung durch eine kleine fest aufgestellte Lupe mit Faden zu betrachten, welche so stark vergrössert, dass

1) A. Elsas, Wied. Ann. **42**, p. 165. 1891.
Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. **XLIV**.

man bequem hundertstel Millimeter abschätzen kann. Am bequemsten liess sich die Verschiebung messen, wenn ich ein in einem Schlitten mittelst einer starken Mikrometerschraube von 1 mm Ganghöhe verschiebbares Mikroskop mit Faden zur Beobachtung der Theilung des Glases benutzte.

Nach Aufstellung der Apparate werden zunächst die Platten des Verschiebungscondensators auseinandergezogen, damit man die an einem geeigneten Stativ aufgehängte dielectricische Platte dazwischen bringen kann. Man wird sie möglichst nahe an die feststehende Condensatorplatte heranbringen und sie dieser parallel machen. Hat man dann den Inductor in Thätigkeit gesetzt (ein Daniell-Element genügt zum Betriebe), so verschiebt man mit der einen Hand die bewegliche Condensatorplatte, während die andere das Telephon ans Ohr drückt, bis der Ton verschwindet. Nach erreichter Abgleichung brachte ich bei der zuletzt erwähnten Ablese-Einrichtung mittelst der Schraube den Faden des Mikroskops über einen mit Merkzeichen versehenen Theilstrich des Glasmaassstabes. Nunmehr konnte ich die Einstellung der Condensatorplatte beliebig oft wiederholen, ohne die Schraube wieder anzurühren. Man sieht leicht, dass die Abweichungen des markirten Theilstriches vom Mikroskopfaden jedesmal die Stellung der Platte erkennen liessen und dass der Mittelwerth sämmtlicher Abweichungen zur Ablesung an der Schraube hinzuaddirt resp. davon subtrahirt werden musste. Die Ermittlung der Einstellung nach Wegnahme der dielectricischen Platte erfolgt natürlich in derselben Weise. Die Differenz der beiden corrigirten Ablesungen an der Schraube gibt die Verschiebung x der Condensatorplatte, ausser welcher nur noch die mittlere Dicke d der dielectricischen Platte bestimmt werden muss, da die Grösse $d - x$ hier wie bei der Methode von Winkelmann (und der älteren von Gordon) die Dicke der Luftschicht ist, welche den Isolator äquivalent ersetzt. Auch bei unserem Verfahren bestimmt sich demnach die Dielectricitätsconstante aus der Gleichung $D = d/(d - x)$.

Bei der Untersuchung von Flüssigkeiten sind zwei Verschiebungsbestimmungen nothwendig, aber sonst keine Messungen. Der Flüssigkeitscondensator — etwa ein Messing-

gefäss, wie es Palaz angewandt hat, oder eine horizontal liegende Metallplatte mit Rand, über welcher eine andere Metallplatte horizontal aufgehängt ist, oder sonst eine zweckdienliche Einrichtung — werde mit dem Verschiebungscondensator in den einen Differentialzweig gebracht, während man in den anderen einen Hilfscondensator (Glasplatte mit Stanniolbelegen oder dergleichen) bringt, der eine etwas kleinere Capacität hat, als der leere Flüssigkeitscondensator. Mittelst des Verschiebungscondensators müssen nun drei Abgleichungen vorgenommen werden: 1) bei leerem Flüssigkeitscondensator, 2) nach Einfüllung der Flüssigkeit, 3) nach Ersetzung des Flüssigkeitscondensators durch einen kurzen Draht. Die ganze Verschiebung der beweglichen Platte nach der ersten Einstellung gibt dann offenbar die Entfernung der Platten an, bei welcher der Verschiebungscondensator den leeren, d. h. den Luft enthaltenden Flüssigkeitscondensator ersetzt; die letzte Verschiebung, nach der zweiten Einstellung, liefert ebenso die Entfernung x_2 der Platten, bei welcher die Capacität des Verschiebungscondensators der Capacität des gefüllten Flüssigkeitscondensators gleich ist. Der Quotient x_1/x_2 aber ergibt, wie leicht ersichtlich, die gesuchte Dielectricitätsconstante D der Flüssigkeit.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass man die drei Einstellungen des Verschiebungscondensators nicht aus je einer Beobachtung entnehmen darf, sondern jedesmal eine Combination von mehreren Beobachtungen machen muss. Ausserdem empfiehlt es sich, bei der Untersuchung von Flüssigkeiten sowohl, wie von festen Körpern, eine zweite, dritte ... Beobachtungsreihe nach Abänderung des Hilfscondensators zu machen, damit man verschiedene unabhängige Bestimmungen der Dielectricitätsconstanten erhält. Deshalb ist es zweckmässig, den Hilfscondensator veränderlich zu machen. Einen veränderlichen Glascondensator habe ich z. B. hergestellt, indem ich zwischen zwei kleine Glasplatten von gleicher Grösse ein auf beiden Seiten mit Stanniol beklebtes drittes Glasplättchen legte und die beiden gleichen Platten erst an einer Kante durch einen aufgeklebten Streifen von paraffinirtem Papier miteinander verband und dann aussen mit Stanniol belegte. Ein Gummiband hält die Platten

genügend fest, gestattet aber, die mittlere Platte mehr oder weniger herauszuziehen und dadurch die Capacität des Condensators zu verändern. Um die Condensatoren genügend von den Experimentirtischen zu isoliren, benutzte ich in der Regel Paraffinscheiben als Unterlagen.

Es ist selbstverständlich, dass die Genauigkeit der Abgleichungen von der Capacität der Condensatoren abhängig ist. Der Differentialinductor ist darauf eingerichtet, dass die mittleren Fehler der Messungen am kleinsten werden, wenn nach der Abgleichung gegen den Hilfscondensator eine Luftschicht von 3 bis 6 mm Dicke sich zwischen den Platten des Verschiebungscondensators befindet. Bei kleinerem Abstände der Platten wird der Ton des Telephons bei der Einstellung auf das Minimum in der Regel nicht leise genug, dass man eine geringe Aenderung seiner Intensität scharf beobachten könnte; bei grösserem Plattenabstande dagegen kann man denselben um mehrere Hundertstel Millimeter verändern, ohne eine Aenderung des sehr leisen Tonminimums zu bemerken. Man wird demnach gut thun, dem Hilfscondensator eine solche Capacität zu geben, dass er dem Verschiebungscondensator bei 3 bis 6 mm Plattenabstand das Gleichgewicht hält.

Um eine Uebersicht über die erreichbare Empfindlichkeit der Einstellungen zu geben, theile ich zunächst eine Beobachtungsreihe mit, bei der der Plattenabstand des Verschiebungscondensators etwa 5 mm betrug. Es wurde bei der Abgleichung zunächst der Faden des Mikroskops über den markirten Theilstrich des Glasmaassstabes nach der ersten Einstellung gebracht; darauf machte ich neun neue Einstellungen und beobachtete jedesmal die Abweichung von der ersten Einstellung. Die erste Columnne gibt diese Abweichungen in Hunderttheilen eines Millimeters, das arithmetische Mittel daraus die an der ersten Einstellung anzubringende Correctur. Die zweite Columnne enthält die für die Fehlerrechnung zu Grunde zu legenden Differenzen δ , die dritte die Fehlerquadrate.

Abweichungen	δ	δ^2
0	- 1,3	1,69
- 2	- 3,3	10,89
+ 3	+ 1,7	2,89
+ 5	+ 3,7	13,69
- 4	- 5,3	28,09
+ 8	+ 6,7	44,89
- 2	- 5,3	10,89
+ 6	+ 4,7	22,09
+ 4	+ 2,7	7,29
- 5	- 6,3	39,69
Correction + 1,3		$S = 162,10$

Der mittlere Fehler einer Einstellung beträgt demnach:

$$\sqrt{\frac{162,10}{9}} = \sqrt{18,01} = \pm 4,24,$$

der mittlere Fehler des Mittelwerthes:

$$\sqrt{\frac{162,10}{10 \cdot 9}} = \sqrt{1,80} = \pm 1,34,$$

und die wahrscheinlichen Fehler sind:

$$\begin{aligned} &\text{für die Einzelmessung } \pm 0,028 \text{ mm,} \\ &\text{für den Mittelwerth } \pm 0,009 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Es addiren sich aber bei jeder Bestimmung der Dielectricitätsconstanten eines festen Körpers mehrere Beobachtungsfehler, da wir zwei Einstellungen zu machen haben, um die Verschiebung x abzuleiten, und ausserdem die Bestimmung der mittleren Dicke der zu untersuchenden Platte mit einem Fehler behaftet sein wird. Da die Differenz $d - x$ im Nenner der Formel für D vorkommt, kann demnach der Einfluss der Beobachtungsfehler auf das Endresultat bedeutend werden, wenn $d - x$ sehr klein ist. Es wird aber diese Grösse nur dann sehr klein, wenn entweder die zu untersuchende Platte sehr dünn ist oder wenn ihre Dielectricitätsconstante gross ist. Da $d - x = d/D$ ist, muss man die Platten um so dicker wählen, je grösser D ist, womöglich so dick, dass $d - x$ etwa 3 bis 5 mm wird (weil dann die Genauigkeit der Einstellungen am grössten ist). Man sieht also, dass man z. B. eine Substanz mit der Dielectricitätsconstanten 5 in Form einer Platte von 15 bis 25 mm Dicke untersuchen müsste, um die grösste Genauigkeit zu erreichen. In der Praxis aber wird es nur selten möglich sein, die Dicke der Platten willkürlich zu bestimmen.

Bei der Untersuchung von Flüssigkeiten wird man dem leeren Condensatorgefäß eine solche Capacität geben, dass es durch den Verschiebungscondensator bei 4 bis 5 mm Plattenabstand ersetzt wird. Die Bestimmungen werden dann um so genauer, je kleiner die Dielectricitätsconstante der Flüssigkeit ist.

Im Folgenden theile ich eine Reihe von Untersuchungen über die Dielectricitätsconstante fester Körper mit, um die Brauchbarkeit der Methode zu zeigen. Von Messungen an Flüssigkeiten gebe ich nur eine einzige. Umfangreichere Untersuchungen, die im physikalischen Institut der hiesigen Universität durchgeführt wurden, sollen nächstens in einer Inauguraldissertation veröffentlicht werden.

Zur Erläuterung der Tab. I bemerke ich zunächst, dass die Dicke der isolirenden Platten mit Hülfe einer Mikrometerschraube und eines Tasters an verschiedenen Stellen gemessen und aus den Messungen die mittlere Dicke abgeleitet wurde. Die Platten waren stets erheblich grösser, als die Condensatorplatten, die einen Durchmesser von 15 cm haben.

Für jede Platte wurde die Dielectricitätsconstante in drei voneinander unabhängigen Beobachtungsreihen bestimmt. Die Einstellungen, deren Differenz die Verschiebung x ist, sind ferner bei jeder Beobachtungsreihe als Mittel aus einer grösseren Anzahl von Abgleichungen abgeleitet worden.

Die beiden in der Tabelle (p. 663) aufgeführten Glimmerplatten habe ich von der Glimmerwaarenfabrik Landsberg und Ollendorff in Frankfurt a. M. erhalten. Die dünnere derselben, 18×22 cm gross, ist von seltener Homogenität und Reinheit. Selbst dicke Platten dieses ostindischen Glimmers erscheinen nur schwach röthlich gefärbt, während das Material der zweiten Platte, das australischen Ursprunges ist, auch in dünnen Blättern merklich grün ist. Da die von verschiedenen Autoren angegebenen Werthe für die Dielectricitätsconstante des Glimmers stark voneinander abweichen, erschien es mir wünschenswerth, zu untersuchen, ob die Differenzen von Verschiedenheiten des Materiales herrühren können.

Tabelle I.

Substanz	Dicke d in mm	Verschiebung x in mm	Dielectricitätscon- stante D	Mittel- werth von D	Dielectricitäts- constante nach ande- ren Beobachtern
1) Spiegel- glas	6,99	6,041 6,067 6,053	7,35 7,57 7,46	7,46	5,83 Schiller ¹⁾ 6,10 Wüllner ²⁾ 6,46 } 7,11 } Winkelmann ³⁾ 7,57 } 6,88 Donle ⁴⁾
2) „	4,23	3,643 3,685 3,621	7,21 7,76 6,94	7,30	
3) „	3,99	3,370 3,355 3,385	6,44 6,28 6,59	6,44	
4) Hart- gummi	6,52	4,250 4,246 4,238	2,872 2,867 2,857	2,865	2,56 Wüllner ²⁾ 3,15 { Boltzmann ⁵⁾ 3,48 { 2,72 Winkelmann ³⁾
5) Glimmer	0,233	0,188 0,192 0,195	5,18 5,68 6,13	5,66	5 Jenkin ⁶⁾ 4,6—8,0 C. Curie ⁷⁾ 6,64 Klemenčič ⁸⁾
6) „	0,424	0,352 0,357 0,350	5,83 6,34 5,74	5,97	
7) Celluvert hart, grau	3,02	0,475 0,485 0,50	1,187 1,191 1,198	1,192	
8) Celluvert, hart, roth	2,85	0,888 0,855 0,874	1,452 1,429 1,442	1,441	
9) Celluvert, hart, schwarz,	1,71	0,802 0,810 0,805	1,883 1,900 1,889	1,891	
10) Celluvert, biegsam, roth	6,83	4,32 4,21 4,25	2,72 2,61 2,65	2,66	

1) Schiller, Pogg. Ann. **152**. p. 535. 18742) Wüllner, Experimentalphysik. 4. Aufl. **4**. p. 333.

3) Winkelmann, l. c. p. 165.

4) Donle, Wied. Ann. **40**. p. 307. 1890.5) Boltzmann, Wien. Ber. II. Abth. **67**. p. 17. 1873; **70**. p. 339. 1875.

6) Jenkin. Electricity and magnetism. London 1873. p. 97.

7) C. Curie, Lum. électr. **29**. p. 127. 1888.8) Klemenčič, Wien. Ber. II. Abth. **96**. p. 807. 1887.

Das als „Celluvert“ bezeichnete Material wird von der Londoner Firma L. Moll, Eszen und Co. für technische Zwecke als Ersatz für Guttapercha und Hartgummi in den Handel gebracht. Namentlich die harte Sorte dieser „neuen verbesserten amerikanischen Fiber“ wird als unübertrefflicher electrischer Nichtleiter gerühmt. In der That haben die Platten, welche mir der Vertreter der Firma, Hr. A. Emter in Berlin, mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Untersuchung gab, eine auffallend kleine Dielectricitätsconstante. Ich kenne keinen anderen festen Körper, bei dem sie ebenso klein ist. Die Dielectricitätsconstante der als biegsam bezeichneten Sorte ist dagegen nur wenig kleiner als diejenige des Hartgummis.

Einen Flüssigkeitscondensator stellte ich aus zwei Messingbechern her, welche zu einer zerlegbaren Leydener Flasche gehören. Der weitere Becher wurde auf eine Paraffinplatte gestellt, der engere an einem Stativ wohl isolirt aufgehängt, sodass er freischwebend in ersterem hing. Die Dielectricitätsconstante von Terpentinöl bestimmte ich mit diesem Gefäß dreimal bei einer Temperatur von 17 bis 18° C. Nach jeder Beobachtungsreihe wurden die Becher geleert und sorgfältig gereinigt, weil die Flüssigkeit sich bei längerem Gebrauch merklich verändert und deshalb jedesmal erneuert werden muss.

Tabelle II.

Substanz	Verschiebung x_1 in mm	Verschiebung x_2 in mm	Dielectricitätsconstante D	Mittelwerth von D	D nach anderen Beobachtern
Terpentinöl	3,758	1,678	2,239	2,235	2,22 Silow ¹⁾
	3,648	1,630	2,238		2,26 Wüllner ²⁾
	3,864	1,734	2,228		2,22 Winkelmann ³⁾

In einer Arbeit über electrische Wellen in offenen Strombahnen⁴⁾ habe ich eine Methode zur Bestimmung von Dielectricitätsconstanten angedeutet, welche im Princip noch einfacher ist, als die Anwendung des Differentialinductors zu diesem Zweck.

Man denke sich zwei Condensatoren C_1 und C_2 einer-

1) Silow, Pogg. Ann. 156. p. 389. 1875.

2) Wüllner, l. c. p. 333.

3) Winkelmann, l. c. p. 171.

4) A. Elsas, Wied. Ann. 41. p. 833. 1890.

seits durch einen kurzen Draht D , andererseits durch ein Telephon miteinander (Fig. 10) und die Mitte des Drahtes D mit dem einen Pol einer kleinen Inductionsspirale J verbunden, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet ist. Es verzweigt sich dann beim Oeffnen oder Schliessen des inducirenden Stromes eine electriche Welle durch die Condensatoren. Das Telephon wird dabei von zwei entgegengesetzt gerichteten Wellen durchflossen, welche es zum Tönen bringen, wenn der inducirende Strom periodisch geöffnet und geschlossen wird und wenn die Condensatoren ungleiche Capacität haben. Sind aber die Capacitäten abgeglichen und vertheilt sich daher die Inductionswelle mit gleicher Stärke in die beiden Hälften der Strombahn, so heben sich die Wirkungen der beiden Wellen im Telephon auf.

Die Abgleichung der Condensatoren fällt indessen nicht so genau aus, wie bei der Anwendung des Differentialinductors. Es liegt das an dem Umstande, dass der Ton des Telephons nicht vollständig erlischt oder ein gut bestimmbares Minimum erkennen lässt.

Ich habe gleichwohl viele der oben mitgetheilten Versuche wiederholt, indem ich die beiden Wickelungen meines Differentialinductors hintereinander schaltete und die nöthigen Aenderungen der Verbindungen traf, sonst aber alles möglichst unverändert liess. Die Abweichungen der so bestimmten Dielectricitätsconstanten von den mitgetheilten Werthen waren nie bedeutender, als man nach der Grösse der Beobachtungsfehler erwarten musste, weshalb ich eine Mittheilung der Zahlen als nicht erforderlich betrachte. Unter günstigen Umständen, also bei genügender Schichtdicke und kleiner Dielectricitätsconstante der zu untersuchenden Substanz, liess sich die Constante auf etwa 1 Proc. genau bestimmen. In Ermangelung eines Differentialinductors wird man sich also recht wohl der sehr einfachen Versuchsanordnung bedienen können. Hr. E. Lecher's Methode, bei welcher statt des Telephons ein Quadrantelectrometer als Nullapparat angewendet wird¹⁾, liefert jedenfalls keine grössere Genauigkeit.

Marburg, im August 1891.

1) E. Lecher, Wied. Ann. 42. p. 149. 1891.