jetzt nachgewiesen, dass bei allen scheinbar dafür sprechenden Versuchen entweder der Staub nicht ausgeschlossen worden ist (resp. sogar erzeugt wurde, wie z. B. durch den glühenden Draht), oder die Uebertragung der Electricität von electrolytisch-chemischen Erscheinungen begleitet war, wie in der Flamme.

Während obige Arbeit annähernd druckfertig vorlag, sind von electrischer Seite zwei interessante Aufsätze erschienen, die hier Berührtes behandeln: nämlich „über die Electrisirung der Gase durch glühende Körper“ von Elster und Geitel¹⁾, zweitens „über Luftelectricität“ von Nahrwold.²⁾ In manchem könnte ich mich nun auf diese beziehen. Besonders Hr. Nahrwold hat ganz correspondirende Versuche gemacht und gelangt genau zu denselben Schlüssen. Es kann aber nur zur Kräftigung der letzteren dienen, wenn zwei so gänzlich verschiedene Reactionen, wie es Electrisirung und Nebelbildung sind, in gleichen Versuchen gleichen Erfolg geben.

Berlin, Juni 1887.

II. Ueber den electrischen Rückstand und die Influenz in dielectrischen Körpern; von A. Wüllner.³⁾

1.

In seiner classischen Abhandlung über den electrischen Rückstand⁴⁾ hat R. Kohlrausch wohl zuerst die Ansicht vertreten, dass die Rückstandsbildung in den electrischen Ladungsapparaten mit festen Zwischenmitteln der mit der Zeit wachsenden Influenz im Isolator zuzuschreiben sei, eine

1) Elster u. Geitel, Wied. Ann. **31.** p. 109. 1887.

2) Nahrwold, Wied. Ann. **31.** p. 448. 1887.

3) Auszüglich vorgetragen in der Sitzung des electrotechnischen Vereins zu Berlin am 26. April 1887.

4) R. Kohlrausch, Pogg. Ann. **91.** p. 56. 1854.

Anschauung, welche später Hr. Clausius mathematisch weiter durchgeführt hat.¹⁾

Kohlrausch hatte als besondere Stütze seiner Ansicht angeführt, dass bei der Annahme, die Rückstandsbildung beruhe auf einem Eindringen der Electricität in das Zwischenmittel, der nach der Entladung im ersten Augenblick sich zeigende Rückstand dem Vorzeichen nach der ursprünglichen Ladung entgegengesetzt sein müsse, während erfahrungsgemäss der Rückstand sofort gleiches Vorzeichen habe, und der Differenz zwischen der ursprünglichen und der im Augenblicke der Entladung disponibeln Ladung um so näher gleich sei, je kürzer die Zeit zwischen der Entladung und der Untersuchung des Rückstandes sei, je weniger Verlust somit die rückständige Ladung erfahren habe.

In einer Untersuchung über den electrischen Rückstand, in welcher ich Condensatoren mit abnehmbaren Belegungen verwandte, habe ich dann gezeigt²⁾, dass nach der Entladung eines Condensators mit festem Zwischenmittel der Rückstand in der Regel das gleiche Vorzeichen mit der ursprünglichen Ladung besass, dass unter Umständen auch ein entgegengesetztes Vorzeichen auftrat, dass dann aber auch mit wachsender Zeit das Vorzeichen des Rückstandes das entgegengesetzte blieb. Es zeigte sich also nach Umständen auch ein Eindringen der Electricität in den Isolator, dann aber nicht das zur Erklärung des wieder auftretenden Rückstandes erforderliche Wiederhervortreten der Electricität, sodass, wie schon Hr. Clausius bemerkte, die in den Isolator eingedrungene Electricität einfach als Verlust der Ladung anzusehen ist.

In meiner Untersuchung über die Influenz in Nichtleitern³⁾ zeigte ich dann, dass in der That die Influenz in den Nichtleitern mit der Zeit stetig wächst, wie es zur Rückstandsbildung erforderlich ist.

1) Clausius, Abhandlungen zur mechanischen Wärmetheorie. 2. p. 135 ff. Pogg. Ann. 139. p. 276. 1870.

2) A. Wüllner, Pogg. Ann. 153. p. 22. 1874.

3) A. Wüllner, Münch. Ber. 1877. p. 1; Wied. Ann. 1. p. 247. 1877.

Aus dieser Untersuchung zog später Hr. Giese¹⁾ den Schluss, dass die Auffassung von Kohlrausch zum Verständniss der Rückstandsbildung nicht ausreichend sei. Ich war zu dem Resultate gelangt, dass das Dielectricum in Bezug auf die mit der Zeit wachsende Influenz sich wie ein schlechter Leiter verhalte, dass deshalb die Werthe der auf der geladenen Collectorplatte eines Ansammlungsapparates mit festem Zwischenmittel vorhandenen Potentialfunction mit wachsender Zeit sich durch eine Gleichung von der Form:

$$\varepsilon - a = (\varepsilon - a_0) b^{-t}$$

darstellen lasse, worin a_0 die Influenz zur Zeit $t = 0$ misst, so zwar, dass:

$$\frac{1}{1 - a_0} = D$$

die Dielectricitätsconstante der Zwischenschicht ist, worin ferner ε den Grenzwert angibt, bis zu welcher die Influenz mit wachsender Zeit t anwachsen kann, und b eine für die verschiedenen Dielectrica verschiedene Constante ist, welche ein Maass für die Leitungsfähigkeit des Dielectricums liefert.

Hr. Giese machte darauf aufmerksam, dass aus Kohlrausch's Versuchen folge, was seine eigenen sorgfältigen Messungen vollauf bestätigten, dass die Abnahme der disponibeln Ladung oder der Potentialfunction einer geladenen Flasche in der ersten Zeit eine viel raschere sei, als sie nach einer solchen Gleichung sein müsse.

Ich habe schon in meiner Abhandlung über die Influenz in festen Nichtleitern darauf hingewiesen, dass jene Gleichung den Gang der Influenz nur etwa von der dritten Minute ab hinreichend darstelle, dass für die ersten Minuten (innerhalb der ersten Minute liess sich mit dem Sinuselectrometer im allgemeinen nicht beobachten) die beobachteten Werthe der Potentialfunction stets grösser waren, als die nach jener Gleichung berechneten. Ich nahm damals an, dass das Folge der Versuchsanordnung sei, dass in der ersten Zeit von den die Collectorplatte des Apparates tragenden Glasstäbchen etwas Electricität auf die Collectorplatte zurück-

1) Giese, Wied. Ann. 9. p. 161. 1880.

kehre, welche bei der immerhin ziemlich kräftigen Ladung auf die Glasstäbchen gegangen sei. In dem im vorigen Jahre erschienenen 4. Bde. der vierten Auflage meiner Experimentalphysik (§ 50) habe ich indess nach Verwerthung meiner älteren Beobachtungen¹⁾ über die Influenz in nichtleitenden Flüssigkeiten zur Berechnung der Abhängigkeit der Influenz von der Zeit darauf hingewiesen, dass diese Erklärung doch wohl nicht richtig sei, dass der eigenthümliche bei allen nichtleitenden Substanzen, mit Ausnahme etwa des Paraffins gefundene eigenthümliche Gang der Potentialfunction vielmehr wohl darin seinen Grund haben müsse, dass die Influenz anfänglich sehr viel rascher wachse, dass neben der später den Gang derselben bedingenden Leitung im Dielectricum anfänglich noch eine eigentliche dielectrische Nachwirkung auftrete. Ich zeigte, dass für Schwefelkohlenstoff, Steinöl und Ebonit der Gang der Influenz von der ersten Beobachtung ab sich darstellen lasse durch eine Gleichung von der Form:

$$\varepsilon - a = Ab^{-t} + Bd^{-t},$$

worin d das Maass für die raschere Zunahme der Influenz in der ersten Zeit so gross ist, dass bei dem im allgemeinen nicht sehr grossen Werth von B dieses Glied schon nach wenigen Minuten unmerklich ist. Nur bei dem Steinöl war dieses Glied für die ganze, 56 Minuten dauernde Beobachtungsreihe von erheblichem Einfluss. Ich habe dann an derselben Stelle im § 63 gezeigt, dass der aus meinen Beobachtungen an Ebonit und Steinöl sich ergebende Gang der Potentialfunction in Folge der mit der Zeit wachsenden Influenz ein ganz ähnlicher sei, wie der von Kohlrausch an seiner einen Flasche beobachtete Gang der disponibeln Ladung.

2.

Wenn es hiernach für mich auch nicht mehr zweifelhaft erschien, dass die Rückstandsbildung in der That lediglich der mit der Zeit wachsenden Influenz im Dielectricum des Ladungsapparates zuzuschreiben ist, so schien es mir doch hinreichend interessant, den Gang der Influenz gerade in der

1) A. Wüllner Münch. Ber. 1875. p. 147.

ersten Zeit zu verfolgen, und so gleichzeitig einen directen Beweis dafür zu erhalten, dass der schon damals beobachtete Gang von der ersten Minute ab nicht der früher von mir vermutheten Fehlerquelle zuzuschreiben sei. Es ist dazu erforderlich, den Gang der Potentialfunction eines Ladungsapparates von dem Momente der Ladung ab zu verfolgen, also auch die Potentialfunction zur Zeit Null zu messen, und dieselbe für jeden Moment mit derjenigen Potentialfunction zu vergleichen, welche bei der gleichen Ladung vorhanden ist, wenn sich zwischen den leitenden Flächen des Ladungsapparates kein Dielectricum befindet.

Ich habe deshalb die Versuche über den Gang der Influenz in dielectrischen Körpern wieder aufgenommen; die Methode der Untersuchung konnte wesentlich die früher benutzte sein, sie musste nur soweit geändert werden, dass der Ladungsapparat in einem gegebenen Augenblicke auf einen von dem Electrometer angegebenen Werth der Potentialfunction geladen werden konnte. Es wurde deshalb als Electricitätsquelle eine Anzahl constanter Elemente angewandt und als Electrometer nicht wie früher das Sinus- oder Torsionselectrometer, sondern ein Thomson'sches in der demselben von Hrn. Kirchhoff gegebenen vereinfachten Form.

Indem ich auf die in meiner vorhin erwähnten Abhandlung gegebene Beschreibung ¹⁾ der Beobachtungsmethode hinweise, bemerke ich nur, dass die kreisförmige Collectorplatte meines Ladungsapparates von 12 cm Durchmesser von drei feinen, 25 cm langen gefirnissten Glasstäbchen getragen an einem Galgen hing und mit einer über Rollen führenden Schnur auf und nieder gelassen werden konnte. Die Schnur, welche die Collectorplatte trug, konnte in einen verstellbaren Haken eingehängt werden, sodass man die Collectorplatte in innerhalb gewisser Grenzen beliebiger Entfernung von der Condensatorplatte des Apparates halten konnte. Der Abstand der Condensatorplatte von der Collectorplatte wurde durch

1) Man sehe auch A. Wüllner, Experimentalphysik. 4. (IV. Aufl.) § 50.

ein Mikroskop mit Ocularmikrometer gemessen, das ein für alle mal so eingestellt war, dass 25 Theilstriche des Mikrometers 1 mm bedeuteten. Ein zweiter an dem Galgen befestigter Haken gestattete, die Collectorplatte in einem Abstände von 12 cm von der Condensatorplatte aufzuhängen, welche Entfernung ausreicht, dass die Capacität der Collectorplatte durch die Condensatorplatte und die auf ihr liegenden dielectricischen Platten nicht mehr beeinflusst wird.

Von einem auf die Mitte der Collectorplatte vertical aufgesetzten dünnen Messingstift führte ein feiner Platindraht zu einem Quecksilbernäpfchen, welches von einem 10 cm hohen Schellacksäulchen getragen wurde, das auf dem Boden eines umgekehrten Becherglases stand. Auf demselben Boden befanden sich noch drei weitere Schellacksäulchen gleicher Höhe, von denen zwei noch Quecksilbernäpfchen trugen. Die 3 Quecksilbernäpfchen tragenden Säulchen standen in den Ecken eines gleichseitigen Dreieckes; das eine dieser Quecksilbernäpfchen war durch einen sehr feinen Platindraht mit dem einen Quadrantenpaare des Electrometers verbunden, das dritte mit dem Pole einer Batterie Grove'scher Elemente. Die Batterie bestand je nach Umständen aus 1 bis 4 Elementen. Das vierte Schellacksäulchen stand auf dem Halbirungspunkte der Dreiecksseite, welche das mit der Collectorplatte und das mit der Batterie in Verbindung stehende Quecksilbernäpfchen verband; es bildete den einen Stützpunkt einer τ förmigen Wippe, deren zweiter Stützpunkt in dem mit dem Quadrantenpaare des Electrometers verbundenen Quecksilbernäpfchen lag. Durch Umlegen der Wippe konnte entweder die Batterie mit dem Electrometer oder die Collectorplatte mit dem Electrometer verbunden werden. Bei dem Passiren der mittleren Lage stellte dann die Wippe für einen Augenblick die Verbindung zwischen Batterie, Collectorplatte und Electrometer her, indem die Quecksilbermengen in dem mit der Batterie und in dem mit der Collectorplatte in Verbindung stehenden Quecksilbernäpfchen so abgeglichen waren, dass das letztere Quecksilber eben berührt wurde, ehe der Draht das erstere verliess. Man konnte die Wippe auch in dieser mittleren Lage feststellen,

sodass Batterie, Collectorplatte und Electrometer dauernd in Verbindung standen.

Der Stand des Electrometers wurde mit Fernrohr und Scala beobachtet, welch letztere 2 m vom Spiegel des Electrometers entfernt war.

Die Leydener Flasche des Electrometers hielt ihre Ladung vortrefflich, sodass man 5 bis 6 Wochen mit derselben Ladung beobachten konnte; im Laufe eines Tages war die Abnahme der Ladung nicht merklich.

3.

Die zumeist angewandte Versuchsmethode war folgende. Zunächst wurde ein für alle mal die Capacität der Collectorplatte, wenn sie 12 cm von der Condensatorplatte entfernt war, in Bezug auf das Electrometer und die Leitung von der Platte zum Electrometer bestimmt. Zu dem Zwecke wurde der den feinen zum Quecksilbernäpfchen führenden Draht tragende Messingstift von der Collectorplatte gelöst und isolirt neben derselben aufgehängt. Dann wurde das Electrometer mit der Leitung geladen, indem man die Wippe in der mittleren Stellung hielt, bis die Lemniscate des Electrometers zur Ruhe kam. Während der Stand des Electrometers beobachtet wurde, isolirte man dasselbe von der Batterie und legte den Messingstift, welcher den dünnen Platindraht trug, sorgfältig isolirt auf die Collectorplatte. Man beobachtete zugleich den Rückgang der Lemniscate, welche, da derselbe nur sehr gering war, einfach in die neue Ruhelage ohne merkliche Schwingungen zurückging.

Setzt man die Capacität des Electrometers und der bei allen Beobachtungen ganz unveränderten Leitung zur Collectorplatte gleich Eins, so ergab sich aus einer grossen Zahl vortrefflich übereinstimmender Versuche die Capacität der Platte:

$$P = 0,0772.$$

Zu den Messungen wurde der Abstand der Collectorplatte von der Condensatorplatte stets so gewählt, dass nach dem Zwischenbringen der dielectricischen Platte der Abstand der Collectorplatte von dieser 0,2 mm betrug, nur in einzelnen

später zu erwähnenden Fällen wurde ein anderer Abstand gewählt. Die Capacität der Collectorplatte in dieser Lage wurde dadurch bestimmt, dass dieselbe durch einfaches Umliegen der Wippe oder durch dauernde Stellung derselben in der mittleren Lage auf den gleichen Werth der Potentialfunction gebracht wurde, den das Electrometer schon vorher erhalten hatte, und dann nach Isolirung von der Batterie aufgezogen wurde.

Da bei dem Aufziehen der Collectorplatte die Ablenkung der Lemniscate des Electrometers erheblich zunimmt, so geräth dieselbe in Schwingungen; die neue Gleichgewichtslage aus der bekannten Dämpfung zu berechnen, ist wegen des Electricitätsverlustes der frei schwebenden Platte etwas umständlich; ich habe es deshalb vorgezogen, die Beobachtung so zu führen, dass ich abwartete, bis die Nadel nach den Schwingungen in Ruhe kam, und dann die Abnahme der Potentialfunction infolge der Zerstreuung direct bestimmte. Es wurde zu dem Zwecke der Stand des Electrometers gewöhnlich 4 Minuten lang verfolgt.

Ist A die in dieser Weise bestimmte Ablenkung der Lemniscate in dem Momente, in welchem die Collectorplatte aufgezogen ist, und war u_0 die Ablenkung als die Platte im Abstände d über der Condensatorplatte schwebte, so ergibt sich die Capacität C der Platte in dieser Lage aus der Gleichung:

$$(1 + C)u_0 = (1 + P)A = 1,0772 A.$$

Zur Bestimmung der in dem Dielectricum in einer möglichst kleinen Zeit bewirkten Influenz, entsprechend der Influenz zur Zeit Null, wurde darauf die zu untersuchende Platte auf die Condensatorplatte gelegt und zunächst auf ihren electrischen Zustand untersucht. Zu dem Zwecke wurde das Electrometer mit der Collectorplatte leitend verbunden, die Collectorplatte über die dielectrische Platte hinabgelassen, kurze Zeit zur Erde abgeleitet und nach der Isolirung wieder aufgezogen. War das Dielectricum electrisch, so gab das Electrometer die Influenzelectricität erster Art an. Wenn auf diese Weise constatirt war, dass die dielectrische Platte nicht oder wenigstens nicht merklich electrisch war, so wurde

das Electrometer geladen und darauf durch ein rasches Umwerfen der Wippe die Collectorplatte auf die gleiche Potentialfunction gebracht. Sofort wurde die Platte aufgezogen und der dadurch bedingte Stand des Electrometers bestimmt. Ist C_0 die Capacität der über dem Dielectricum schwebenden Platte, so ergibt sich C_0 aus der beobachteten Ablenkung A_1 nach Aufziehen der Platte und der Ablenkung u_0 nach der Gleichung:

$$(1 + C_0) u_0 = 1,0772 \cdot A_1.$$

Ist a_0 das Maass der Influenz im Dielectricum, sodass:

$$\frac{1}{1 - a_0} = D$$

die Dielectricitätsconstante desselben ist, ist ferner d der Abstand der Collectorplatte von der Condensatorplatte und δ die Dicke des Dielectricums, so ist:

$$\frac{C}{C_0} = 1 - a_0 \frac{\delta}{d},$$

somit wird:

$$a_0 = \frac{d}{\delta} \left(1 - \frac{C}{C_0} \right).$$

Die so bestimmte Capacität der Platte entspricht einer einen kleinen Bruchtheil einer Secunde dauernden Influenz; die Dauer ist jene Zeit, während welcher bei dem Umwerfen der Wippe das Quecksilber des mit dem Pole der Batterie und des mit der Collectorplatte verbundenen Nöpfchens in leitender Verbindung war.

Nach Beendigung dieser Messung wurde zunächst wieder untersucht, ob das Dielectricum sich electrisch zeigte. War das nicht der Fall, so wurde jetzt der Gang der Influenz verfolgt. Zu dem Zwecke wurde die Collectorplatte in ihre Stellung nahe dem Dielectricum hinabgelassen, das Electrometer mit dem Batteriepol verbunden und, nachdem die Lemniscate vollständig zur Ruhe gekommen war, in einem gegebenen Momente die Wippe rasch umgelegt, also Collectorplatte und Electrometer von der Batterie getrennt. Die der Collectorplatte damit gegebene Ladung war genau die ihr bei dem vorherigen Versuche gegebene, sie entspricht der vorher bestimmten Capacität C_0 . Die Zunahme der Influenz in dem Dielectricum muss sich somit durch Abnahme der

Potentialfunction zu erkennen geben. In der That begann die Lemniscate des Electrometers sofort zurückzugehen; es wurde der Stand derselben anfangs von 20 zu 20 Secunden später in grösseren Zwischenräumen notirt. In einigen Fällen, besonders bei Untersuchung von Gläsern, war in der ersten Zeit die Zunahme der Influenz eine so rasche, dass die Lemniscate des Electrometers trotz der grossen Dämpfung in Schwingung gerieth; da die Schwingungsdauer der Nadel 18 Secunden betrug, war infolgedessen der in der 20. Secunde beobachtete Rückgang zu gross, es kamen Fälle vor, wo in dem zweiten Intervall von 20 Secunden die Ablenkung des Electrometers wieder etwas zunahm oder wenigstens nicht abnahm, und dass erst von da ab die Abnahme der Ablenkung eine stetige wurde.

Nehmen wir zunächst an, dass während der Dauer des Versuches gar kein Verlust an Electricität stattfindet, ist dann die zur Zeit t beobachtete Ablenkung des Electrometers gleich u , und A_1 die bei dem vorigen Versuche gemessene Ablenkung, wenn die Platte aufgezogen war, welche auch jetzt dieselbe sein muss, da die ursprüngliche Ladung der Collectorplatte die gleiche ist, so ergibt sich die Capacität C_t der Collectorplatte zur Zeit t aus der Gleichung:

$$(1 + C_t) u = 1,0772 \cdot A_1.$$

Ist a das Maass der während der Zeit t bewirkten Influenz, so ist:

$$\frac{C}{C_t} = 1 - a \frac{\delta}{d}$$

oder: $a = \frac{\delta}{d} \left(1 - \frac{C}{C_t} \right).$

Die hier zunächst gemachte Voraussetzung, dass während der Versuchsdauer kein Verlust an Electricität stattfindet, trifft im allgemeinen nicht zu. Um den stattgefundenen Verlust zu bestimmen, wurde am Schlusse des Versuches die Collectorplatte wieder aufgezogen und die Ablenkung A_2 des Electrometers beobachtet, welche somit auch unmittelbar die Capacität der Collectorplatte infolge der bis dahin dauernden Influenz im Dielectricum mit der unmittelbar vor dem Aufziehen der Platte abgelesenen Ablenkung des Electrometers lieferte. War A_2 von A_1 verschieden, was meistens

der Fall war, so wurde die der Zeit t entsprechende Ladung unter der Voraussetzung berechnet, dass der Verlust in gleichen Zeiten der ursprünglichen Ladung proportional war, das heisst, es wurde angenommen, dass die Ladungen einer geometrischen Reihe angehören, deren Quotient, die Minute als Zeiteinheit angenommen, wenn der Versuch T Minuten gedauert hatte, die T . Wurzel aus A_2/A_1 ist. Da der Verlust überhaupt in der Regel nur klein war, so kann durch die immerhin vorhandene Unsicherheit dieser Correction der Gang der Influenz nicht merklich beeinflusst werden.

4.

Da wegen der Bewegung der Lemniscate der Gang der Influenz in den ersten Secunden nach der Ladung nicht verfolgt werden konnte, habe ich versucht, wie ich es auch schon früher gethan hatte, durch directe Capacitätsbestimmung der Collectorplatte die Zunahme der Influenz in den ersten Secunden zu bestimmen. Es wurde zunächst die Capacität der Collectorplatte für die Zeit 0, das heisst, wenn die Wippe rasch umgeworfen wurde, in der vorhin beschriebenen Weise bestimmt. Darauf wurde die über dem Dielectricum schwebende Platte und das Electrometer, indem die Wippe in die mittlere Stellung gebracht wurde, während 5'', 10''... mit der Batterie verbunden, mit dem Schlage der 5., 10. . . . Secunde die Wippe umgelegt, die Collectorplatte aufgezogen und die Ablenkung der Lemniscate des Electrometers bestimmt. Man erhält so direct die Capacitäten nach 5'', 10''...

Das Verfahren kann indess nicht so genaue Resultate geben als das andere. Man kann nämlich nur wenige Versuche hintereinander machen, ohne dass die Platte dauernd merklich influenzirt wird, sodass sie sich nach Beendigung des Versuches bei der Empfindlichkeit des Electrometers merklich electrisch zeigt. Auch Durchziehen der Platten durch die Flamme nimmt den electrischen Zustand nicht fort. Sollen die Versuche aber vergleichbar sein, so müssen sie rasch nacheinander gemacht werden, denn zu verschiedenen Zeiten findet man bei gleicher Dauer der Influenzwirkung erheblich verschiedene Werthe, wie sich das schon aus meinen früheren

Beobachtungen und denen anderer ergibt. Die nachher mitgetheilten Beobachtungsreihen zeigen, wie verschiedene Werthe von a_0 bezw. der Dielectricitätsconstanten man findet. Das Verfahren ist aber immerhin geeignet, um zu zeigen, mit welcher Geschwindigkeit gerade in den ersten Secunden die Influenz vorzugsweise bei den Gläsern zunimmt.

5. Beobachtung des Ganges der Potentialfunction in einigen Leydener Flaschen.

Um den Gang der Influenz in den Dielectricis mit dem der disponiblen Ladung, also mit dem Gange der Potentialfunction der Leydner Flaschen zu vergleichen, habe ich diesen Gang für eine Anzahl von Flaschen bestimmt. An Stelle der Condensatorplatte meines Apparates wurde die innere Belegung der Leydener Flasche mit dem betreffenden, sonst den zur Collectorplatte führenden Draht aufnehmenden Quecksilbernäpfchen verbunden. Nachdem das Electrometer geladen war, wurde die Wippe schnell umgelegt, sodass die Flasche in einem sehr kleinen Bruchtheil einer Secunde geladen wurde, und nun der Rückgang der Nadel beobachtet.

Für alle untersuchten Flaschen ergab sich die Capacität gegenüber derjenigen des Electrometers unmessbar gross, sodass die Ablenkung des Electrometers direct die Potentialfunction mass.

Neben der Rückstandsbildung kann auch ein etwaiger Ladungsverlust eine Veränderung der Potentialfunction bewirken; bei diesen schwachen Ladungen, durch 4 Grove'sche Elemente, kann der Verlust aber nur ein geringer sein. Es ergibt sich das auch daraus, dass der Gang der Potentialfunction zu verschiedenen Zeiten merklich derselbe war. Eine nennenswerthe Beeinflussung des Ganges der Potentialfunction besonders in den ersten Minuten, wird keinesfalls dadurch eintreten, dieser Einfluss würde im übrigen der sein, dass die Abnahme der Potentialfunction eine etwas raschere wäre, als sie ohne diesen Verlust sein würde.

Nachstehende Tab. I gibt den Gang der Potentialfunction in einer Flasche aus einer Batterie von Rühmkorff, wie sie derselbe seinen grossen Inductionsapparaten beifügte,

von etwa 0,299 qm Belegung. Die Beobachtungsreihen sind am 3. Januar und 10. Februar 1887 erhalten. Die Potentialfunction zur Zeit 0, gemessen durch die Ablenkung des Electrometers vor Umlegen der Wippe, ist gleich 1 gesetzt. Neben den beobachteten Werthen sind die nach den unten angegebenen Gleichungen berechneten Werthe angeführt.

Tabelle I.

		Grosse Flasche von Rühmkorff.			
Zeit		Potentialfunction		Potentialfunction	
		beob.	ber.	beob.	ber.
0'	0"	1	1	1	1
—	20	0,6703	0,7079	0,7116	0,7305
—	40	0,6413	0,6329	0,6597	0,6597
1	—	0,5856	0,5856	0,6154	0,6152
—	20	0,5399	0,5474	0,5705	0,5786
—	40	0,5109	0,5161	0,5449	0,5470
2	—	0,4819	0,4863	0,5192	0,5196
3	—	0,4167	0,4189	0,4551	0,4556
4	—	0,3732	0,3718	0,4103	0,4097
5	—	0,3370	0,3364	0,3750	0,3764
6	—	0,3007	0,3082	0,3462	0,3460
7	—	0,2790	0,2844	0,3173	0,3217
8	—	0,2609	0,2637	0,2981	0,3002
10	—	0,2261	0,2283	0,2596	0,2631
12	—	0,1993	0,1984	0,2308	0,2313
14	—	—	—	0,2051	0,2036
16	—	0,1558	0,1503	0,1795	0,1794

Die Gleichungen, nach welchen die als berechnet angegebenen Werthe erhalten wurden, sind folgende; für die erste Reihe:

$$V = 0,4550 \cdot 1,072^{-t} + 0,2874 \cdot 1,820^{-t} + 0,2586 \cdot 860^{-t};$$

für die zweite Reihe:

$$V = 0,4941 \cdot 1,065^{-t} + 0,2711 \cdot 1,793^{-t} + 0,2348 \cdot 1000^{-t}.$$

Die grösste Abweichung zwischen dem beobachteten und berechneten Werthe befindet sich beide mal für die Zeit 0' 20", der beobachtete Werth ist zu klein, die Ablenkung des Electrometers wurde beobachtet 92,5 mm, die Rechnung ergibt 97,7, entsprechend der vorhin gemachten Bemerkung, dass bei dem starken Rückgang in den ersten Secunden die Lemnistate des Electrometers in Schwingungen gerieth, also über die Gleichgewichtslage hinausging. Im übrigen entsprechen die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rech-

nung im Maximum einer Ablenkungsdifferenz von 1 mm bei der Beobachtung der sechsten Minute der ersten Reihe, ein Unterschied, welcher durch eine augenblickliche kleine Erschütterung des Electrometers allein erklärt wird. Derartige Erschütterungen sind leider in meinem Laboratorium durch vorüberfahrende Wagen schon möglich.

Nachfolgende Tabelle II. enthält den Gang der Potentialfunction für zwei kleinere Flaschen von Rühmkorff aus einer Cascadenbatterie, wie sie derselbe ebenfalls seinen grossen Inductionsapparaten beifügte. Unter II₁ und II₂ sind 2 Beobachtungsreihen mit der als II bezeichneten Flasche mitgetheilt, deren eine am 3. Januar die andere am 17. Februar 1887 durchgeführt ist.

Die Gleichungen, nach welchen die Werthe berechnet wurden, sind für die Flasche I:

$$V = 0,8070 \cdot 1,011^{-t} + 0,1166 \cdot 1,626^{-t} + 0,0764 \cdot 1000^{-t},$$

für die Flasche II:

$$V = 0,7362 \cdot 1,014^{-t} + 0,0915 \cdot 1,340^{-t} + 0,1723 \cdot 41,51^{-t}.$$

Tabelle II.
Kleine Flaschen von Rühmkorff.

Zeit		I		II ₁		II ₂
		beob.	ber.	beob.	ber.	beob.
0'	0''	1	1	1	1	1
—	20	0,9042	0,9108	0,8540	0,8655	—
—	40	0,8850	0,8862	0,8285	0,8191	0,8191
1	—	0,8690	0,8690	0,8102	0,7986	0,7972
—	20	0,8543	0,8565	0,7920	0,7870	0,7826
—	40	0,8467	0,8444	0,7810	0,7766	0,7754
2	—	0,8339	0,8339	0,7664	0,7673	0,7609
3	—	0,8115	0,8084	0,7445	0,7444	0,7391
4	—	0,7918	0,7897	0,7236	0,7250	0,7174
5	—	0,7796	0,7750	0,7080	0,7083	0,6986
6	—	0,7649	0,7628	0,6934	0,6934	0,6884
8	—	0,7457	0,7428	0,6679	0,6680	0,6478
10	—	0,7246	0,7255	0,6460	0,6461	0,6261
12	—	0,7039	0,7096	0,6241	0,6246	0,6087
16	—	0,6791	0,6794	0,5890	0,5910	0,5797
20	—	0,6537	0,6509	0,5584	0,5587	0,5580
24	—	0,6295	0,6234	0,5306	0,5278	0,5362

Die Gleichung für die Flasche II war aus der ersten Beobachtungsreihe abgeleitet; man sieht, auch die zweite

Reihe ist durch dieselbe Gleichung vortrefflich darstellbar nur die Beobachtungen bei 8', 10', 12' weichen etwas mehr ab, als die unvermeidlichen Beobachtungsfehler betragen, der Unterschied bedeutet z. B. bei 8' eine Differenz in der Ablenkung von etwa 2,5 mm, die Beobachtung ergab 89,4 mm, die Rechnung führt zu einer Ablenkung des Electrometers von 92 mm. Indess ist an dieser Stelle im Beobachtungsjournal vermerkt, dass eine Störung des Ganges des Electrometers eingetreten zu sein scheine.

Nachfolgende Tabelle III. enthält 2 Beobachtungsreihen an einer Leydener Flasche, welche ich aus der früheren Werkstätte des Hrn. Prof. Carl in München erhalten habe; die beiden Reihen zeigen einen nur wenig verschiedenen Gang, sie liessen sich aber nicht durch eine und dieselbe Gleichung genau genug darstellen, da der Abfall der Potentialfunction in der zweiten Reihe in den ersten Minuten etwas rascher, später aber langsamer erfolgt, als in der ersten Reihe. Die Gleichungen sind für die erste Reihe:

$$V = 0,6285 \cdot 1,027^{-t} + 0,2421 \cdot 1,557^{-t} + 0,1294 \cdot 1000^{-t},$$

für die zweite Reihe:

$$V = 0,5975 \cdot 1,021^{-t} + 0,2400 \cdot 1,515^{-t} + 0,1625 \cdot 1000^{-t}.$$

Tabelle III.

Flasche von Carl.

Zeit		I		II	
		Potentialfunction beob.	ber.	Potentialfunction beob.	ber.
0'	0''	1	1	1	1
—	20	—	—	0,8121	0,8187
—	30	0,7890	0,8195	—	—
—	40	—	—	0,7752	0,7733
1	—	0,7676	0,7677	0,7450	0,7443
—	20	0,7413	0,7410	0,7114	0,7197
—	40	0,7156	0,7172	0,6933	0,6979
2	—	0,6942	0,6960	0,6745	0,6785
3	—	0,6483	0,6462	0,6262	0,6315
4	—	0,6086	0,6068	0,5973	0,5967
5	—	0,5810	0,5773	0,5738	0,5700
6	—	0,5535	0,5535	0,5517	0,5489
8	—	0,5156	0,5159	0,5168	0,5166
10	—	0,4801	0,4855	0,4933	0,4914
12	—	0,4526	0,4591	0,4698	0,4698
16	—	0,4067	0,4116	0,4295	0,4319
20	—	0,3713	0,3708	0,3959	0,3979
24	—	0,3364	0,3336	0,3690	0,3668

Die Beobachtungsreihen zeigen, dass bei allen untersuchten Flaschen die Abnahme der Potentialfunctionen in den ersten Secunden, entsprechend den früheren Beobachtungen weitaus am raschesten erfolgt, sodass, mit Ausnahme der Flasche II der Cascadenbatterie, das dritte diese rasche Abnahme charakterisirende Glied der Gleichungen nach der ersten Minute gleich Null wird; bei der Flasche II der Cascadenbatterie erstreckt sich der Einfluss des dritten Gliedes auf die zweite Minute.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass bei länger fortgesetzter Beobachtung auch das erste Glied noch in zwei oder mehrere zerlegt werden müsste, da die Gleichungen, selbst für die beiden Flaschen der Cascadenbatterie, in zu kurzer Zeit zu dem Potentialwerthe 0 führen, oder dass man der Gleichung ein constantes Glied beifügen müsste, welches den Grenzwertb ergäbe, dem sich der Potentialwerth nähert. Die Erfahrungen an guten Flaschen der Thomson'schen Electrometer machen wohl das letztere wahrscheinlich.

Die Beobachtungen zeigen weiter, dass die Abnahme der Potentialfunction in den verschiedenen Flaschen mit sehr verschiedener Geschwindigkeit erfolgt; besonders interessant ist die grosse Verschiedenheit in dem Gange der Potentialfunction in den beiden Flaschen aus der Rühmkorff'schen Cascadenbatterie, welche im übrigen in Form und Grösse so genau gleich sind, dass man an dem gleichen Ursprunge der Flaschen nicht zweifeln kann.

6. Gang der Influenz in einigen Gläsern.

Ich lasse zunächst den Gang der Influenz in einer Anzahl Gläser folgen. Die erste Beobachtungsreihe theile ich in allen Einzelheiten mit, um ein Bild des Verlaufes der Versuche zu geben, im übrigen setze ich nur die im § 3 definirten Werthe von $1 - a$ her. Diese Werthe entsprechen genau den Potentialfunctionen der Leydener Flasche, denn wäre die Capacität des Condensators gegen die des Electrometers unmessbar gross, und wäre der Zwischenraum zwischen den Platten des Condensators ganz mit dem Dielectricum ausgefüllt, so würde infolge der Influenz auf das Dielectricum

die ohne Dielectricum vorhandene Potentialfunction in der Collectorplatte im Verhältniss von $1 - a$ zu 1 vermindert. Der Quotient $(1 - a)/(1 - a_0)$ gibt also die Werthe der Potentialfunction in der Collectorplatte, bezogen auf jene zur Zeit Null bei vorhandenem Dielectricum als Einheit. Neben den direct aus den Beobachtungen sich ergebenden Werthen $1 - a$ sind deshalb auch die Quotienten $(1 - a)'/(1 - a_0)$ angeführt, welche den Gang der Influenz ganz direct mit dem Gange der Rückstandsbildung vergleichen lassen.

Die in folgender Tabelle vollständig mitgetheilte Beobachtungsreihe bezieht sich auf ein Stück einer Scheibe, welche früher einer aus der Werkstätte des Prof. Carl in München im Jahre 1870 bezogenen Influenzmaschine von ausgezeichnete Wirkung angehört hatte. Das Glas war noch mit der starken Firnissschicht bedeckt, welche man den rotirenden Scheiben der Influenzmaschinen zu geben pflegt.

Die Dicke des Glases ist $\delta = 2,92$ mm.

Der Abstand der Collectorplatte von der Condensatorplatte somit, da der Abstand derselben von dem Dielectricum stets 0,2 mm war, $d = 3,12$.

Die Capacität der Collectorplatte in dieser Lage war $0,890 = C$.

Als die Glasplatte zwischen die Platten des Condensators gelegt und nun durch Umwerfen der Wippe die Platte mit dem Electrometer eine solche Ladung erhalten hatte, dass das Electrometer eine Ablenkung von 113,5 mm zeigte, bewirkte das sofortige Hochziehen der Collectorplatte eine Ablenkung von 400,1 mm. Die Capacität C_0 ergibt sich deshalb aus:

$$(1 + C_0) 113,5 = 1,0772 \cdot 400,1; \quad C_0 = 2,797.$$

Es wurde nun, nachdem die Glasplatte auf ihren electrischen Zustand untersucht und unelectrisch befunden war, und das mit der Batterie in Verbindung stehende Electrometer fest die Ablenkung 113,5 zeigte, durch Umwerfen der Wippe die Collectorplatte auf denselben Potentialwerth gebracht und über der Glasplatte hängen gelassen. Als die Collectorplatte darauf mit dem Schläge der 24. Minute aufgezogen wurde, gab die hochgezogene Platte eine Ablenkung

des Electrometers von 358,1 mm. Die Ladung hatte somit in 24 Minuten von 400,1 auf 358,1 abgenommen, oder der Logarithmus der Ladung war von 2,60214 auf 2,55393 herabgegangen. Für jede Minute hatte somit der Logarithmus um 0,00201 abgenommen. Zur Berechnung der Werthe von C_t ist deshalb anstatt des Werthes 400,1 jene Ablenkung eingesetzt, welche sich darnach für jede Zeit t innerhalb der 24 Minuten ergibt.

Hiernach ist nachfolgende Tabelle IV. wohl in allen ihren Einzelheiten verständlich. Spalte 1 enthält die Zeit, Spalte 2 unter A die zur Zeit t beobachtete Ablenkung des Electrometers, Spalte 3 die sich aus der in Spalte 2 aufgeführten und für die gleiche Zeit in der oben angegebenen Weise berechneten Ablenkungen, wenn die Platte zu dieser Zeit hochgezogen wäre, abgeleiteten Capacitäten C_t , die Spalte 4 die Quotienten (C/C_t), aus dem sich mit ($d/\delta=3.12/2.92$) die Werthe $1-a$ der folgenden Spalte ergeben.

Tabelle IV.

Glas von der Influenzmaschine.

Zeit		A	C_t	$\frac{C}{C_t}$	$1-a$	$\frac{1-a}{1-a_0}$	
						beob.	ber.
0'	0"	113,5	2,797	0,3182	0,2720	1	1
—	20	93,5	3,602	0,2471	0,1955	0,7188	0,7405
—	40	91,5	3,695	0,2409	0,1889	0,6945	0,6847
1	—	88,0	3,874	0,2297	0,1771	0,6509	0,6544
—	20	86,0	3,979	0,2237	0,1706	0,6272	0,6324
—	40	85,0	4,029	0,2209	0,1675	0,6158	0,6156
2	—	84,0	4,080	0,2181	0,1645	0,6048	0,6031
3	—	81,5	4,209	0,2115	0,1575	0,5791	0,5784
4	—	80,0	4,280	0,2079	0,1536	0,5647	0,5646
5	—	79,0	4,319	0,2061	0,1517	0,5577	0,5577
6	—	78,0	4,361	0,2042	0,1497	0,5504	0,5518
8	—	76,0	4,447	0,2001	0,1453	0,5466	0,5423
10	—	75,0	4,464	0,1994	0,1447	0,5320	0,5336
12	—	73,5	4,519	0,1969	0,1419	0,5217	0,5252
16	—	71,0	4,599	0,1935	0,1383	0,5084	0,5087
20	—	68,5	4,687	0,1899	0,1344	0,4941	0,4928
24	—	67,0	4,791	0,1858	0,1298	0,4772	0,4774

Die berechneten Werthe wurden nach der Gleichung erhalten:

$$\frac{1-a}{1-a_0} = V = 0,5777 \cdot 1.008^{-t} + 0,1921 \cdot 2,379^{-t} + 0,2302 \cdot 1.000^{-t}.$$

Die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung, mit Ausnahme des Werthes für 0' 20'' fallen ganz innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, für 0' 20'' ist die beobachtete Ablenkung gegen die Berechnung um etwas mehr als 1 mm zu klein, der starke Rückgang in den ersten 20'' Secunden lässt es nicht auffallend erscheinen, dass das Electrometer etwas über die Gleichgewichtslage hinausgegangen ist.

Messungen der Capacität bei jedesmal die angegebene Zeit dauernder constanter Ladung (§ 4) ergaben am folgenden Tage:

Zeit	0''	—' 20''	—' 40''	1' —''	2' —''	5' —''
$1 - a$	0,2720	0,2019	0,1862	0,1791	0,1694	0,1600
$(1-a)/(1-a_0)$	1	0,7372	0,6798	0,6539	0,6185	0,5842

Etwa 14 Tage später erhielt ich nach derselben Methode folgende Werthe:

Zeit	0''	—' 5''	—' 10''	—' 15''	—' 20''
$1 - a$	0,2281	0,2114	0,1915	0,1867	0,1774
$(1-a)/(1-a_0)$	1	0,9261	0,8431	0,8158	0,7778

Die ersteren Zahlen stimmen recht gut mit denen der vollständigen Reihe, die letzteren zeigen, dass auch innerhalb der ersten 20'' der Gang der Influenz dem in der vollständigen Reihe gefundenen entspricht.

Die Potentialfunction in der Collectorplatte nimmt hier nach infolge der Influenz auf das Glas in den ersten 20'' auf drei Viertel, in der ersten Minute auf zwei Drittel ihres Werthes ab, um dann bis zur 24. Minute noch bis etwa auf die Hälfte zu sinken.

Den gleichen Gang mit anfänglich noch rascherer Abnahme zeigt ein Spiegelglas, wie folgende Tabelle V zeigt. Die Platte hat eine Dicke von 7,52 mm und ist auf ihrer Oberfläche vor vielen Jahren leicht gefirnisst. Der Gang der Influenz lässt sich, wie die als berechnet angegebenen Werthe zeigen, sehr gut darstellen durch die Gleichung:

$$\frac{1-a}{1-a_0} = V = 0,3344 \cdot 1,014^{-t} + 0,3779 \cdot 1,675^{-t} + 0,2877 \cdot 1000^{-t}.$$

Tabelle V.

Spiegelglas gefirnisst, 7,52 mm dick.

Zeit	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$		Zeit	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	
		beob.	ber.			beob.	ber.
0' 0"	0,1956	1	1	5' —"	0,0667	0,3410	0,3408
— 20	0,1316	0,6728	0,6799	6 —	0,0647	0,3308	0,3249
— 40	0,1191	0,6089	0,6021	8 —	0,0605	0,3093	0,3055
1 —	0,1090	0,5573	0,5557	10 —	0,0571	0,2919	0,2935
— 20	0,1002	0,5123	0,5183	12 —	0,0545	0,2786	0,2841
— 40	0,0954	0,4877	0,4868	16 —	0,0516	0,2684	0,2682
2 —	0,0895	0,4576	0,4599	20 —	0,0495	0,2531	0,2537
3 —	0,0783	0,4003	0,4012	24 —	0,0470	0,2403	0,2400
4 —	0,0714	0,3650	0,3644				

Durch Capacitätsmessungen bei constanter Ladung erhielt ich im Mittel mehrerer an demselben Tage ausgeführter Beobachtungen für die Zeit:

	0"	5"	10"	15"	20"
$1 - a =$	0,2137	0,1404	0,1274	0,1142	0,1142,

sodass hiernach in den ersten 5" der Abfall ebenso gross erscheint, als in obiger Reihe nach 20 Sekunden.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Beobachtungen an einer Reihe von Spiegelglasplatten, für jede eine Reihe; die Dicke derselben ist für jede in der Tabelle angegeben, gleichzeitig, ob dieselbe gefirnisst war oder nicht. Die Werthe für 20" sind nicht angeführt, weil hier stets das Electrometer in Schwingung gerieth, sodass der Werth für 20" meist sogar kleiner war als für 40". Gleichungen zur Berechnung der Beobachtungen habe ich nicht abgeleitet, da man den Gang der Influenz auch ohnedem deutlich erkennt.

Tabelle VI.

Zeit	Spiegelglas 1,96 mm gefirnisst		Spiegelglas 1,32 mm gefirnisst		Spiegelglas 1,24 mm nicht gefirnisst	
	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$
0' 0"	0,2090	1	0,2641	1	0,2061	1
0 40	0,0990	0,4738	0,1372	0,5195	—	—
1 —	0,0907	0,4340	0,1203	0,4555	0,0473	0,2300
2 —	0,0889	0,4253	0,1109	0,4149	0,0439	0,2130
4 —	—	—	0,0977	0,3692	0,0373	0,1810
10 —	—	—	0,0766	0,2900	—	—
12 —	0,0869	0,4153	—	—	0,0252	0,1223

Capacitätsmessungen bei dauernder Ladung lieferten für die dünnste Spiegelglasplatte, 1,24 mm, später unter anderen folgende Werthe:

	0''	5''	10''	15''	20''
$1 - a$	0,2178	0,1233	0,1159	0,1140	0,1004
$(1 - a)/(1 - a_0)$	1	0,5661	0,5321	0,5234	0,4610.

7.

Alle im vorigen Paragraphen mitgetheilten Zahlen zeigen für die Influenz in Gläsern ganz den charakteristischen Gang, den auch der Gang der disponibeln Ladung der Leydener Flasche zeigt. Der Abfall der Potentialfunction ist in der ersten Zeit ein sehr rascher, bei den Spiegelglasplatten sogar ein noch rascherer, als bei den 4 Leydener Flaschen, schon nach der ersten Minute verlangsamt sich der Gang bedeutend, und nach wenigen Minuten wird er entsprechend meinen früheren Beobachtungen ein solcher, dass man die Zahlen innerhalb der Genauigkeitsgrenzen durch eine geometrische Reihe darstellen kann.

Die Gläser zeigen indess eine grosse Verschiedenheit im Gange der Influenz, die Spiegelgläser werden sehr viel rascher influenzirt, als das Glas der Influenzmaschine. Am schnellsten ist die Zunahme in der dünnsten Spiegelglasplatte, der einzigen von den untersuchten Glasplatten, welche nicht mit einer Firnissschicht bedeckt war. Von der Ansicht ausgehend, dass die Oberflächenleitung auf diesen rascheren Gang der Influenz von wesentlichem Einfluss sei, habe ich zu prüfen gesucht, ob die Bedeckung des Glases mit der warm aufgetragenen Firnissschicht die Ursache dieses Unterschiedes sei. Ich zerschnitt deshalb eine grössere Spiegelglasplatte von 1,44 mm Dicke in sechs kleinere Platten von der Grösse der Platten meines Condensators. Drei derselben wurden warm mit einer Firnissschicht überzogen, die übrigen drei wurden ungefirnisst gelassen. Die Platten waren 8 Tage nach ihrer Herstellung noch in so hohem Grade electrisch, dass sie zu den Versuchen nicht gebraucht werden konnten; sie wurden deshalb 24 Stunden in Wasser gelegt und dann einige Tage zum Trocknen hingestellt. Vier der Platten,

zwei gefirnisste und zwei ungefirnisste, zeigten sich nach dieser Behandlung unelectrisch, die beiden anderen hatten ihre Electricität noch nicht verloren. Längeres Liegen in Wasser befreite auch diese Platten von ihrer Electricität, die gefirnisste Platte blätterte aber ihre Firnissschicht zum Theil ab und wurde deshalb zunächst zu den Versuchen nicht benutzt. Die Reihenfolge der Platten, wie sie aus der grösseren erhalten war, zeigt folgende Skizze:

II	III	VI
I	IV	V

Die Platten I, II, III waren gefirnisst, IV, V, VI nicht, die Platte II war die zu den Versuchen zunächst nicht benutzte. Die beobachteten Werthe sind in folgender Tab. VII mitgetheilt. Die Platten I und III sowie V und VI wurden an zwei aufeinander folgenden Tagen, am 27. Januar die Platten III, V, VI, am 28. Januar 1887 nochmals die Platten V und VI und I untersucht; die Werthe für Platte IV sind am 8. und 9. März 1887 erhalten.

Tabelle VII.

Zeit	Glasplatte III gefirnisst		Glasplatte V nicht gefirnisst		Glasplatte VI	
	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$
0' 0''	0,2692	1	0,3210	1	0,2609	1
1 —	0,1397	0,5189	0,1991	0,6199	0,1548	0,5933
2 —	—	—	—	—	0,1537	0,5891
6 —	0,1345	0,4996	0,1975	0,6153	0,1514	0,5803
10 —	0,1311	0,4870	0,1943	0,6053	0,1492	0,5719
Zeit	Glasplatte I gefirnisst		Glasplatte V nicht gefirnisst		Glasplatte VI	
	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$
0' 0''	0,2554	1	0,3680	1	0,2975	1
1 —	0,1151	0,4574	0,2215	0,6019	0,1790	0,6017
2 —	—	—	—	—	0,1714	0,5759
5 —	0,1117	0,4374	0,2160	0,5850	—	—
10 —	—	—	—	—	0,1675	0,5630
Zeit	Glasplatte IV, nicht gefirnisst		Glasplatte IV, nicht gefirnisst		Glasplatte IV, nicht gefirnisst	
	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$
0' 0''	0,1875	1	0,1870	1	0,1847	1
1 —	0,0580	0,3093	0,0645	0,3449	0,0570	0,3090
2 —	0,0522	0,2784	0,0440	0,2359	0,0484	0,2621
5 —	0,0510	0,2720	0,0329	0,1795	—	—

Ein Einfluss des Firnisses, beziehungsweise eine dadurch bewirkte Verminderung der Oberflächenleitung lässt sich

nicht erkennen, vielmehr zeigen die beiden nicht gefirnissten Platten V und VI sowohl die geringste Influenz für die Zeit Null, als auch die geringste Zunahme der Influenz mit wachsender Zeit. Der für die Platte V gefundene Werth der Influenz für die Zeit Null führt sogar zu einem Werthe der Dielectricitätsconstante eines Glases, wie er meines Wissens so klein noch nicht beobachtet ist; das Mittel beider Werthe liefert $1/0,3445 = 2,903$.

Der grosse Unterschied in dem für Platte IV gefundenen Werthe gegenüber den anderen veranlasste mich, später die Platten IV und V nochmals zu vergleichen und ebenso auch die Influenz in Platte II zu messen, nachdem die Platten zu derselben Zeit sorgfältig abgewaschen waren und darauf die gleiche Zeit, 6 Tage, an der Luft gestanden hatten. Ich erhielt für:

	Platte V	Platte IV	Platte II
$1 - \alpha_0 =$	0,2785	0,1478	0,1944.

Die Werthe sind zwar, worauf ich nachher noch zurückkomme, andere, aber der Unterschied zwischen den Werthen von Platte IV und V ist derselbe. An einem anderen Tage, wo ebenfalls die 3 Platten V, VI und II vorher frisch gewaschen waren, erhielt ich für:

	Platte V	Platte VI	Platte II
$1 - \alpha_0 =$	0,2626	0,2172	0,2280.

Der für Platte II gefundene Werth liegt somit zwischen den für Platte V und VI erhaltenen, die Abnahme der Potentialfunction in Platte II war etwas stärker als in Platte III.

Die hier mitgetheilten Zahlen liefern das interessante Resultat, dass in Stücken einer und derselben Glasplatte die Influenz eine sehr verschiedene sein kann. Die Dielectricitätsconstante in Platte IV ist ungefähr doppelt so gross, als in Platte V, die in den Platten I, II, III, IV erhaltenen liegen in der Mitte zwischen diesen äussersten Werthen; der Abfall der Potentialfunction in der ersten Minute ist in Platte IV doppelt so gross, als in Platte V und VI, der Abfall in den Platten I, II, III, welche für die Zeit Null nahe denselben Werth der Influenz zeigen, wie Platte VI, liegt in der Mitte.

Diese Beobachtungen widerlegen auch den Einwand, den

Hr. v. Bezold gegen die Erklärung der Rückstandsbildung durch die Influenz in dem Dielectricum erhoben hat, dass die Rückstandsbildung von der Dicke der Platten abhängig sei. Hr. v. Bezold nahm mehrere aus demselben Hafen geblasene Platten verschiedener Dicke und fand, dass die Rückstandsbildung in den dünneren Platten die schnellere sei.¹⁾ Wenn man indess sieht, wie verschieden der Gang der Influenz in Stücken einer und derselben Platte sein kann, wird man für verschiedene aus einem Hafen erhaltene Platten keine Uebereinstimmung erwarten können, und es deshalb als Zufall ansehen müssen, dass bei den Beobachtungen des Hrn. v. Bezold es gerade die dünneren Platten waren, welche den schnelleren Gang der Rückstandsbildung zeigten. Kohlrausch war in der That zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt.

Nach den in den letzten beiden Paragraphen mitgetheilten Beobachtungen kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dass der Gang der disponibeln Ladung oder der Potentialfunction einer geladenen Leydener Flasche bei der Rückstandsbildung wesentlich der gleiche ist, wie derjenige bei der Influenz der Gläser. Zur Erklärung der eigentlichen Rückstandsbildung ist deshalb nichts weiteres hinzu zu ziehen, sie ist Folge der mit der Zeit wachsenden Influenz im Dielectricum.

8. Gang der Influenz in einigen anderen Nichtleitern.

Schon nach meinen früheren Beobachtungen war es wahrscheinlich, dass auch bei den anderen Isolatoren der Gang der Influenz ein analoger sei, wie er bei den Gläsern nach den mitgetheilten Beobachtungen ist, dass alle, vielleicht mit Ausnahme des Paraffins, in den ersten Minuten ein erheblich schnelleres Wachsen der Influenz zeigen als später. Um die Frage zur Entscheidung zu bringen, habe ich die früher von mir benutzten Platten neuerdings ebenfalls untersucht.

Ich begann mit den Ebonitplatten, mit denen ich eine sehr grosse Zahl von Versuchsreihen durchgeführt habe; die

1) v. Bezold, Pogg. Ann. **125**. p. 132. 1865; **137**. p. 223. 1869.

Platten hatten seit 1876 zwischen Glasplatten verpackt gelegen, sie lieferten anfänglich viel grössere Dielectritätsconstanten als später, zum Theil auch als ich früher abgeleitet hatte, und einen erheblich rascheren Verlauf der Influenz. Als sie längere Zeit an der Luft gelegen hatten, wurde die Dielectritätsconstante kleiner und bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt der Luft auch der Gang der Influenz ein langsamere.

Ich theile nur einige der beobachteten Reihen mit, etwa diejenigen, welche die am weitest auseinander gehenden Werthe geliefert haben. An den dünnsten Ebonitplatten I und II hatte ich früher den Gang der Influenz nicht verfolgen können.

Tabelle VIII.

Ebonitplatte I, 1,12 mm dick.

Zeit	$1 - a$		$\frac{1-a}{1-a_0}$	$1 - a$	$\frac{1-a}{1-a_0}$
	beob.	ber.			
0 0	0,4600	0,4600	1	0,5052	1
— 20	0,4171	0,4242	0,9065	—	—
— 40	0,4047	0,4057	0,8798	—	—
1 —	0,3942	0,3942	0,8570	0,4496	0,8900
— 20	0,3847	0,3855	0,8363	—	—
— 40	0,3791	0,3782	0,8241	—	—
2 —	0,3733	0,3719	0,8115	0,4389	0,8686
3 —	0,3543	0,3564	0,7702	0,4324	0,8559
4 —	0,3440	0,3442	0,7478	0,4280	0,8472
5 —	0,3346	0,3344	0,7274	0,4245	0,8403
6 —	0,3261	0,3260	0,7089	0,4190	0,8294
8 —	0,3100	0,3123	0,6739	0,4100	0,8116
10 —	0,2978	0,3008	0,6474	0,4039	0,7995
12 —	0,2891	0,2906	0,6285	0,3998	0,7914
16 —	0,2731	0,2721	0,5937	0,3881	0,7682
20 —	0,2557	0,2553	0,5559	0,3837	0,7595
24 —	—	—	—	0,3811	0,7554

Vor 10 Jahren hatte ich für dieselbe Platte I mit dem Sinuselectrometer als Werth der Potentialfunction nach der ersten Minute $1 - a = 0,3937$ und bei constanter Ladung nach 10" $1 - a = 0,3865$ erhalten, man sieht, die in der ersten Reihe enthaltenen Werthe entsprechen den früheren, die in der zweiten Reihe erhaltenen sind erheblich grösser. Die erste Beobachtungsreihe lässt sich, wenn nach der früher von mir angewandten Bezeichnung ϵ den Grenzwert an-

gibt, welchem a mit wachsender Zeit sich anzunähern scheint, sehr gut darstellen durch die Gleichung:

$$\varepsilon - a = 0,3113 \cdot 1,019^{-t} + 0,0669 \cdot 1,481^{-t} + 0,0402 \cdot 21,16^{-t},$$

worin $\varepsilon = 0,9854$.

Etwa von der dritten Minute an würde man, wie ich das früher gethan habe, die beobachteten Werthe hinreichend durch eine geometrische Reihe darstellen können; erst die Beobachtung zur Zeit Null und in den ersten Secunden lässt den Gang der Influenz richtig erkennen.

Die rasche Zunahme der Influenz in der ersten Minute tritt deutlich hervor; in der zweiten Reihe, in welcher die spätere Zunahme eine erheblich langsamere ist, zeigt sich der Abfall in der ersten Minute doch fast gleich dem in der ersten Reihe.

Für die Dielectricitätsconstante der Ebonitplatte ergeben diese Beobachtungen 2,174, resp. 1,980, im Mittel 2,077; andere Beobachtungen lieferten für $1 - a_0$ die Werthe 0,4778, 0,4776, 0,5134; als Mittel aller Beobachtungen ergibt sich für die Dielectricitätsconstante der Werth 2,055.

Tabelle IX.

Ebonitplatte II, 2,24 mm dick.

Zeit		$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$		$\frac{1 - a}{1 - a_0}$	$1 - a$	$\frac{1 - a}{1 - a_0}$
				beob.	ber.			
0'	0''	0,3653	1	0,3849	0,3849	1	0,4089	1
—	20	0,3395	0,9293	0,3522	0,3569	0,9150	0,3807	0,9373
—	40	0,3215	0,8801	0,3448	0,3429	0,8958	0,3771	0,9222
1	—	0,3163	0,8659	0,3334	0,3343	0,8664	0,3718	0,9093
—	20	0,3065	0,8390	0,3331	0,3282	0,8599	—	—
—	40	0,2994	0,8196	0,3275	0,3235	0,8508	—	—
2	—	0,2915	0,7980	0,3245	0,3195	0,8431	0,3653	0,8934
3	—	0,2768	0,7577	0,3116	0,3111	0,8095	0,3598	0,8799
4	—	0,2624	0,7232	0,3067	0,3053	0,7968	—	—
5	—	0,2513	0,6877	0,3011	0,3008	0,7822	—	—
6	—	0,2400	0,6570	0,2995	0,2970	0,7781	—	—
8	—	0,2158	0,5907	0,2880	0,2907	0,7482	0,3495	0,8547
12	—	0,1865	0,5105	0,2793	0,2789	0,7256	0,3380	0,8266
16	—	0,1626	0,4451	0,2682	0,2678	0,6968	0,3326	0,8124
20	—	0,1415	0,3880	0,2583	0,2573	0,6710	0,3278	0,8017
24	—	0,1294	0,3419	0,2495	0,2472	0,6482	0,3248	0,7943

Die in der letzten Reihe beobachteten Werthe entsprechen denjenigen, welche ich für die gleiche Platte vor

10 Jahren erhalten habe. Die für die zweite Reihe als berechnet angegebenen Werthe sind nach der Gleichung erhalten, wenn $\epsilon = 0,9854$ gesetzt wird:

$$\epsilon - a = 0,2738 \cdot 1,012^{-t} + 0,0424 \cdot 2^{-t} + 0,0271 \cdot 27^{-t}.$$

Als grössten Werth für $1 - a_0$ erhielt ich 0,4119 oder als Dielectricitätsconstante 2,428, der grösste Werth für die Dielectricitätsconstante wurde 2,77, im Mittel ergab sich 2,648, also, was sich auch schon vor 10 Jahren ergeben hatte, ein erheblich grösserer Werth als für Platte I.

Von zwei weiteren Ebonitplatten III, welche eine Dicke von 3,53 mm hatten, und IV, welche 8,36 mm dick war, theile ich von vielen nur je eine Reihe mit, da ich auf diese Platten im nächsten Paragraphen noch zurückkomme.

Tabelle X.

Ebonitplatte III.			Ebonitplatte IV.		
Zeit		$1 - a$		$1 - a$	
0'	0''	0,3973	1	0,3794	1
—	20	0,3681	0,9265	—	—
—	40	0,3635	0,9151	—	—
1	—	0,3613	0,9093	0,3091	0,8147
—	20	0,3578	0,9008	—	—
—	40	0,3543	0,8920	0,2890	0,7617
2	—	0,3531	0,8890	0,2876	0,7578
3	—	0,3471	0,8738	0,2780	0,7372
4	—	0,3418	0,8605	0,2729	0,7193
8	—	0,3244	0,8167	0,2564	0,6758
12	—	0,3131	0,7882	0,2520	0,6642
16	—	0,3068	0,7724	0,2460	0,6484
20	—	0,2967	0,7470	0,2425	0,6393
24	—	0,2890	0,7276	0,2391	0,6302

Ich bemerke nur, dass auch hier bei Platte III Reihen vorkommen, bei denen in 24' die Potentialfunction erheblich mehr, in einem Falle sogar bis auf 0,2000 abnahm, in diesem Falle sank auch die Potentialfunction in der ersten Minute auf 0,82. Für $1 - a_0$ erhielt ich in dem Falle den Werth 0,8876. Als grösster Werth ergab sich bei Platte III bei diesen Versuchen $1 - a_0 = 0,4122$, als Mittel erhielt ich etwa 0,4 entsprechend den Dielectricitätsconstanten 2,5. Für Ebonit IV entspricht die oben gegebene Zahl 0,3794 etwa auch dem Mittel.

Bei allen Ebonitplatten zeigte sich somit, dass, wenn

auch nicht in so hohem Maasse als bei den Gläsern, doch der Abfall der Potentialfunction in der ersten Zeit sehr viel rascher erfolgt als später.

Einen erheblich rascheren Abfall der Potentialfunction in der ersten Minute zeigte eine der früher von mir untersuchten Schellackplatten, welche eine Dicke von 7,7 mm hatte, der Rückgang des Electrometers war stets ein so schneller, dass die Nadel in Schwingungen gerieth und erst nach einer Minute stetig zurückging. Folgende Tabelle gibt eine der mit Schellack erhaltenen fast genau übereinstimmenden Reihen.

Tabelle XI. Schellack.

Zeit	0'	1'	2'	3'	4'	8'	12'
$1 - a$	0,4007	0,3192	0,3060	0,2949	0,2901	0,2750	0,2650
$(1 - a)/(1 - a_0)$	1	0,7966	0,7637	0,7360	0,7240	0,6863	0,6610

Einige Capacitätsmessungen bei constanter Ladung gaben in den ersten 5 Secunden schon eine Abnahme der Potentialfunction auf 0,85, in 10 Secunden auf 0,83, sodass in der ersten Zeit die Abnahme der Potentialfunction viel schneller erfolgt, als bei Ebonit, obwohl die weitere Abnahme eine langsamere ist.

Auch Paraffin zeigte in geringem Grade diese anfänglich raschere Abnahme der Potentialfunction, ich erhielt mit einer ebenfalls früher von mir untersuchten Paraffinplatte unter anderen folgende Reihen:

Zeit	0''	20''	40''	1' —	2' —	3' --	4' —
$1 - a$	0,5086	0,4847	0,4505	0,4420	0,4256	0,4110	0,3956
$(1 - a)/(1 - a_0)$	1	0,9531	0,8858	0,8690	0,8368	0,8082	0,7778

Die Platte war die bei meiner früheren Untersuchung als Nr. III bezeichnete von 6,71 mm Dicke; die Zunahme der Influenz nach 40'' entspricht einer geometrischen Reihe, wie ich es früher von der ersten Minute ab gefunden hatte; die Zunahme der Influenz ist eine etwas raschere, wie sie damals der schnellsten Zunahme an dieser Platte entsprach, indess noch erheblich langsamer, wie ich sie bei der damals mit IVa bezeichneten Platte fand.

Eine Schwefelplatte von 6,94 mm Dicke und brauner Farbe, zu deren Herstellung der Schwefel bis etwa 350° er-

hitzt war, denn der Schwefel war über die Dickflüssigkeit hinaus erhitzt, bis derselbe wieder dünnflüssig war, zeigte bei 2 Beobachtungsreihen folgenden Gang der Influenz:

I			II		III
Zeit	$1 - a$	$\frac{1-a}{1-a_0}$	$1 - a$	$\frac{1-a}{1-a_0}$	$\frac{1-a}{1-a_0}$
— 0"	0,3970	1	0,3784	1	1
— 20	—	—	0,3325	0,8814	0,8800
— 40	0,3592	0,9048	0,3215	0,8496	0,8496
1 0	0,3471	0,8743	0,3092	0,8171	0,8166
— 20	0,3399	0,8564	0,3024	0,7992	—
— 40	0,3329	0,8385	0,2962	0,7828	—
2 —	0,3261	0,8214	0,2921	0,7719	0,7670
3 —	0,3131	0,7886	0,2882	0,7405	0,7279
4 —	0,3029	0,7631	0,2705	0,7149	0,6980
5 —	0,2933	0,7388	0,2653	0,7011	—
6 —	0,2852	0,7184	0,2577	0,6810	0,6711
8 —	0,2733	0,6884	0,2465	0,6514	0,6524
10 —	0,2620	0,6600	0,2330	0,6158	—
12 —	0,2540	0,6398	0,2258	0,5967	0,5834
16 —	0,2345	0,5907	0,2191	0,5790	—
20 —	0,2254	0,5677	0,2131	0,5632	—

Die unter III angegebene Reihe ist meiner Abhandlung aus dem Jahre 1877 entnommen¹⁾ und so berechnet, dass entsprechend der Reihe II der für 20" damals beobachtete Werth gleich 0,88 gesetzt wurde. Man sieht, dass die Reihen II und III sich dann vollständig entsprechen. Die beiden Reihen I und II lassen sich sehr vollkommen darstellen durch die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I} \quad 1 - a &= 0,3031 \cdot 1,0153^{-t} + 0,0712 \cdot 1,432^{-t} + 0,0227 \cdot 31,62^{-t}, \\ \text{II} \quad 1 - a &= 0,2462 \cdot 1,007^{-t} + 0,0800 \cdot 1,259^{-t} + 0,0522 \cdot 40,17^{-t}. \end{aligned}$$

Die Schwefelplatte, welche mir vor 11 Jahren die Reihe III geliefert hatte, war ebenso wie die Ebonitplatten zwischen Glasplatten verpackt aufbewahrt gewesen; sie war durch einen fast genau durch die Mitte gehenden Sprung in 2 Theile zerfallen, die sich indess so zusammenlegen liessen, dass der Sprung kaum sichtbar war. Die Platte zeigte jetzt, wie die Ebonitplatten, eine erheblich schnellere Zunahme der Influenz als früher und als die neue Schwefelplatte; es änderte sich der Gang auch nicht wesentlich, als die Platte 14 Tage über

1) Wüllner, Wied. Ann. 1. p. 371. 1877.

wasserfreier Phosphorsäure gelegen hatte. Trotzdem ergab sich die Influenz zur Zeit Null, also die Dielectricitätsconstante nicht unerheblich kleiner. Interessant war es dabei, dass während die Schnelligkeit der Zunahme der Influenz allmählich etwas abnahm, die Dielectricitätsconstante etwas zunahm. Die erste Beobachtung, als die Platte aus ihrer Verpackung genommen war, lieferte $1 - a_0 = 0,4741$ und nach 10 Minuten $1 - a = 0,0677$. Am folgenden Tage war $1 - a_0 = 0,4652$ und nach 20 Minuten $1 - a = 0,0811$. Nachdem die Platte 10 Tage über wasserfreier Phosphorsäure gelegen hatte, war $1 - a_0 = 0,4199$ und nach 20' $1 - a = 0,0955$. Würde man aus der vor 11 Jahren beobachteten Reihe III den Werth $1 - a_0$ aus der vorhin schon gemachten Annahme berechnen, dass für 20" der Werth $1 - a = 0,88(1 - a_0)$ wäre, so ergäbe sich $1 - a_0 = 0,4824$.

Ich habe schliesslich auch eine Platte Glimmer untersucht, welche mir mein College, Hr. Arzruni, zur Disposition stellte; dieselbe von grüner Farbe hatte eine Dicke von fast genau 1 mm. Ihre Umgrenzung war etwas unregelmässig, sodass sie an einer Stelle die Condensatorplatte meines Apparates nicht ganz bis zum Rande bedeckte. Auch hier zeigte sich in den ersten 20 Secunden eine äusserst schnelle Zunahme der Influenz; es fand sich $1 - a_0 = 0,3905$ und nach 20" der Werth $1 - a = 0,2631$, sodass derselbe $0,6738(1 - a_0)$ war; derselbe nahm dann nur wenig mehr ab und war nach 2 Minuten $0,2508 = 0,6423(1 - a_0)$.

Die Beobachtungen ergeben somit für sämtliche untersuchte Isolatoren denselben charakteristischen Gang der Influenz; in den ersten Secunden nimmt die Influenz sehr rasch zu, die Zunahme wird schon in der zweiten Minute eine ganz erheblich langsamere, um nach einigen Minuten durch eine geometrische Reihe mit einem wenig von eins verschiedenen Coëfficienten sich darstellen zu lassen. Wie ich schon früher bemerkt habe, wird sich indess bei länger fortgesetzter Beobachtung ergeben, dass die durch den Werth von a gemessene Influenz sich nicht dem Werthe eins, sondern einem kleineren Werthe ϵ nähert, dass man also, wie es vorhin beim Ebonit geschehen ist, anstatt für $1 - a$ eine Glei-

chung für $\varepsilon - a$ aufstellen muss. Ich habe es unterlassen, die Gleichungen in der Weise aufzustellen, da es sich hier wesentlich darum handelt, den Gang der Influenz in der ersten Zeit genauer zu erkennen.

Aus den Beobachtungen für die erste Zeit nach Herstellung des electrischen Zustandes an den Grenzflächen der untersuchten Dielectrica ergibt sich somit, dass in allen diesen verschiedene Leitungsfähigkeiten oder verschiedene dielectrische Nachwirkungen vorhanden sind, dass somit die Dielectrica in electrischer Beziehung sehr complicirte Medien sind.

Bekanntlich gelangte Maxwell in seinen Entwicklungen zu dem Resultate, dass verschiedene Leitungsfähigkeiten im Dielectricum Bedingung der Rückstandsbildung sei, er sagt im Artikel 330 seiner Electricitätslehre: „Man kann also überhaupt schliessen, dass im allgemeinen electrische Absorption und electrisches Residuum überall da auftreten wird, wo man es mit dielectrischen Medien zu thun hat, die aus selbst mikroskopisch kleinen Theilchen verschiedener Substanzen zusammengesetzt sind, wenn auch diese Substanzen für sich jene Erscheinung nicht zeigen.“

9.

Die hier beschriebenen Versuche zeigen wieder wie meine früheren und diejenigen anderer, dass die Werthe $1 - a_0$, beziehungsweise deren reciproke, die Dielectricitätsconstanten bei einem und demselben Dielectricum zu verschiedenen Zeiten nicht unerheblich verschieden ausfallen und ebenso, dass der Gang der Influenz zu verschiedenen Zeiten ein erheblich verschiedener sein kann. Was zunächst den letzteren Umstand betrifft, so ist es wohl nicht zweifelhaft, dass derselbe der verschiedenen Oberflächenleitung zuzuschreiben ist, besonders da diese Verschiedenheit deutlicher erst in den späteren Zeiten auftritt, nachdem die Zunahme der Influenz eine langsamere geworden ist. In der That lässt sich durch eine Aenderung der oberflächlichen Beschaffenheit dieser Gang der Influenz erheblich ändern; nachfolgende Beobach-

tungen zeigen, dass ein einfaches Abwaschen der Oberfläche zur Aenderung dieses Ganges ausreicht.

Ich hatte die kalten Tage des Monat März dieses Jahres benutzt, um die Ebonitplatte III längere Zeit auf eine unter 0° liegende Temperatur abzukühlen. Da indess das Laboratorium nicht kalt genug war, bedeckte sich die Platte, als sie auf die Condensatorplatte meines Apparates gebracht wurde, mit einer dichten Feuchtigkeitsschicht. Ich erhielt als Werth $1 - a_0 = 0,3006$. In den ersten 20" war darauf die Influenz schon derartig gewachsen, dass $a = 1$ wurde. Die Electrometernadel ging sofort in die dem Werthe $a = 1$ entsprechende Gleichgewichtslage zurück, beziehungsweise darüber hinaus und vollführte um dieselben einige Schwingungen.

Die Platte wurde längere Zeit im Laboratorium liegen gelassen, sie behielt diese Eigenschaft bei, als sie durchaus trocken geworden war und die Temperatur des Laboratoriums angenommen hatte; sie wurde 7 Tage, nachdem sie der kalten Luft ausgesetzt gewesen war, wieder untersucht. Für $1 - a_0$ ergab sich der Werth 0,325, auch jetzt ging die Lemniscate des Electrometers sofort, nachdem die Wippe umgelegt war, bei dem ersten Zurückgehen über die neue Gleichgewichtslage hinaus, in der sie nach 3 Schwingungen stehen blieb, resp. um welche sie noch mit ganz kleiner Amplitude sich bewegte. Der mittleren Lage der Electrometernadel entsprach fast genau der Werth $a = 1$.

Die Oberfläche der Ebonitplatte hatte durch die niedrige Temperatur ein einigermaßen verändertes Aussehen erhalten; besonders fiel eine Anzahl glänzender Punkte auf, welche wie eine kleine Krystallausscheidung aussahen. Ich versuchte deshalb, durch Waschen die Oberfläche wieder in den früheren Zustand zu setzen; die Platte wurde eine Zeit lang in destillirtem Wasser abgespült und darauf 4 Tage zum Trocknen aufgestellt. Bei der darauf durchgeführten Beobachtungsreihe ergaben sich in der That wieder für gleiche Zeiten dieselben Werthe der Influenz, wie sie auch früher an derselben Platte gefunden waren, wie folgende Zahlen zeigen:

Zeit	0''	40''	1' —''	2' —''	4' —''	6' —''	8' —''	12' —''
$1 - a$	0,3805	0,3408	0,3305	0,3151	0,2886	0,2689	0,2599	0,2379
$(1 - a)/(1 - a_0)$	1	0,8957	0,8686	0,8287	0,7585	0,7068	0,6881	0,6252.

Ganz entsprechende Reihen hatte ich auch früher erhalten. Das Abwaschen der Platte hatte derselben somit ganz die gleiche oberflächliche Leitung, die sie früher hatte, wieder ertheilt.

Betreffs der Verschiedenheit der an demselben Dielectricum gefundenen Werthe der Dielectricitätsconstanten hat Hr. Gordon in seinen physical treatise of electricity, bei Besprechung meiner Messungen aus dem Jahre 1876, die Vermuthung ausgesprochen, dass dieselben ihren Grund darin haben könnten, dass man bei den Messungen die Influenz verschieden habe dauern lassen. Indess ist diese Vermuthung auch nach den hier vorliegenden Messungen wohl nicht zutreffend. Nur wenn man die Influenz eine grössere Zahl von Secunden dauern liesse, würde der Einfluss von Bedeutung sein, selbst bei den Spiegelgläsern, bei denen die Influenz anfangs weitaus am schnellsten zunimmt, würde die Dauer der Influenz von 1 oder 2 Secunden die Dielectricitätsconstante nur im Verhältniss von 1:0,96 oder 1:0,93 vergrössern.

Die kleinen Verschiedenheiten in den Werthen $1 - a_0$, welche eine und dieselbe Platte zu verschiedenen Zeiten zeigt, werden ohne Zweifel dem verschiedenen Oberflächenzustande und dem dadurch verschiedenen Grade der Oberflächenleitung, ausserdem kleinen Temperaturdifferenzen der Platten zuzuschreiben sein. Hr. v. Bezold hat schon bei seinen Untersuchungen über die Rückstandsbildung darauf hingewiesen, dass dieselbe bei höherer Temperatur rascher erfolgt. Ich habe den Einfluss der Temperatur ebenfalls leicht bei der Spiegelglasplatte von 7,52 mm Dicke (Tab. V) beobachten können.

Zur Erwärmung der Platte wurde dieselbe in ein mit einem Wassermantel versehenes Luftbad gebracht und in demselben Stunden lang auf einer constanten Temperatur erhalten. Die erwärmte Platte wurde sofort zwischen die Platten des Condensators gebracht und zunächst auf ihren

electrischen Zustand untersucht. Dabei zeigte sich die grosse Schwierigkeit, dass sehr oft die Platte electrisch war, und dass das gewöhnliche Mittel, Durchziehen der Platte durch die Flamme, dieselbe nicht von der Electricität befreite. In einigen Fällen zeigte sich die Platte indess unelectrisch oder doch nur schwach electrisch. Dann wurde sofort in der früheren Weise verfahren, die Capacität der Platte nach momentaner oder einige Secunden dauernder Influenz gemessen. So ergab sich am 31. December 1886 für eine 5" dauernde Influenz vor dem Erwärmen $1 - a = 0,1340$; nachdem das Glas 2 Stunden auf 50° erwärmt gehalten, erhielt ich für dieselbe Dauer der Influenz $1 - a = 0,0888$, wobei allerdings die Platte vor dem Versuche sich in geringerem Grade electrisch gezeigt hatte. Aehnliche Werthe erhielt ich am 3. Januar 1887.

Die erheblichen Unterschiede, welche verschiedene Platten desselben Materials in den Werthen $1 - a_0$ geben, wie die verschiedenen Stücke der Spiegelglasplatte (Tab. VII) oder die Ebonitplatte I gegenüber den übrigen, lassen sich auf diese Einflüsse nicht zurückführen. Man muss eine Verschiedenheit des Materials annehmen. Dass indess diese Verschiedenheit nicht etwa eine verschiedene Zusammensetzung des Materials zu sein braucht, zeigt eine grosse Zahl von Beobachtungen, welche ich an den Ebonitplatten III und IV gemacht habe. Bei einer Erwärmung der Platte III während 2 Stunden auf 50° , wobei sorgfältig darauf geachtet wurde, dass die Temperatur nicht über 50° stieg, ergab die sofort vorgenommene Messung eine erhebliche Vergrösserung von $1 - a_0$; während sonst der Werth annähernd 0,40 gewesen war, fand sich jetzt 0,55. Erst als die Platte 7 Stunden erwärmt war, nahm $1 - a_0$ ab, und zwar auf 0,32; es zeigte sich also erst nach längerer Erwärmung, wie bei dem Glase, die Zunahme der Dielectricitätsconstanten. Als die Platte darauf wieder längere Zeit an der Luft gelegen hatte und im Laufe des Januars an verschiedenen Tagen untersucht wurde, ergaben sich für $1 - a_0$ stets Werthe, welche über 0,5 lagen, also Werthe, welche noch etwas grösser waren, als die für Platte I gefundenen. Die Zunahme der Influenz

mit wachsender Zeit war ganz entsprechend der früher gefundenen. Die Platte war somit in ihrem Verhalten durch das Erwärmen dauernd geändert insoweit, dass die Dielectricitätsconstante fast der bei der Ebonitplatte I erhaltenen gleich war. Aehnliches zeigte die Ebonitplatte IV. Die Ebonitplatte III zeigte diese Aenderung bis nach der vorhin erwähnten Abkühlung und der nach derselben vorgenommenen Waschung der Platte. Die hiernach gefundenen Zahlen sind die in der letzten Tabelle mitgetheilten.

Ich bin damit beschäftigt, die Frage experimentell zu verfolgen, welches der Grund der Verschiedenheit der bei scheinbar gleichem Material gefundenen Werthe der Dielectricitätsconstanten ist, und begnüge mich deshalb mit diesen kurzen Angaben. Nur möge die Bemerkung noch Platz finden, dass es mir zweifelhaft scheint, ob die bisher vorliegenden Zahlen für die Dielectricitätsconstanten die Werthe dieser Grössen im Sinne der Faraday-Maxwell'schen Theorie sind.

Aachen, im Juni 1887.

III. Zur Contacttheorie; von Franz Exner.

(Aus dem 95. Bde. der Sitzungsber. der k. Acad. der Wiss. zu Wien vom 31. März 1887, mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

In einer vor mehreren Jahren erschienenen Abhandlung¹⁾: „Ueber einige auf einer Contacttheorie bezügliche Experimente“, habe ich zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass einige Consequenzen dieser Theorie mit der Erfahrung nicht in Einklang zu bringen sind; es fordert nämlich die Contacttheorie, dass ein jedes zur Erde abgeleitete Metall sich auf einem bestimmten, ihm eigenthümlichen Potentiale befindet, das ich das natürliche genannt habe. Bezeichnen wir das Potential der Erdleitung mit E , so wird ein Stück Zink im abgeleiteten Zustande das Potential $E|Zn$, ein Stück

1) Exner, Wien. Ber. 86. p. 551. 1882.