**7. Über eine an dünnen halbleitenden Schichten
beobachtete Erscheinung;
von H. Greinacher.**

Zweite Mitteilung.

1. Neulich ist über eine Erscheinung berichtet worden, die unter besonderen Umständen an Gaszellen beobachtet werden kann.¹⁾ Der Grundversuch war folgender: Es wurden zwei schmale Metallplättchen, wovon das eine mit Radiotellur belegt war, in eine Glasröhre eingeschmolzen, so daß sie sich in ca. 2 mm Distanz gegenüberstanden. In eine Erweiterung des Gefäßes wurde etwas P_2O_5 gebracht. Nachdem darauf die Röhre abgeschmolzen und sodann $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunden auf ca. $140-170^\circ$ erhitzt worden war, ließ sich zunächst in Übereinstimmung mit früheren Versuchen²⁾ nachweisen, daß die elektromotorische Kraft der Gaszelle durch die Entfernung der Feuchtigkeit verschwunden war. Wenn man nun an die Metallstreifen z. B. 110 Volt anlegte, so daß während einiger Zeit ein polarisierender Strom durch die Zelle ging, zeigten die Metalle nachher ganz erhebliche Potentialdifferenzen, bis zu 60 Volt. Eine Reihe von Versuchen ließ erkennen, daß diese Erscheinung ihre Ursache sehr wahrscheinlich in einer äußerst dünnen Schicht von P_2O_5 hatte, die durch das Erhitzen an die Metalle hin sublimiert war.

Um dies nachzuweisen, war insbesondere folgender Versuch unternommen worden: In eine Glasröhre wurden in der früheren Anordnung die Elektroden eingeschmolzen. Die Erweiterung aber, die zur Aufnahme des P_2O_5 dienen sollte, wurde erst am Ende eines kurzen, engeren Verbindungsrohres angeschmolzen. Nach Einbringen des P_2O_5 und Abschmelzen erhitze man die Röhre zunächst in der früheren Weise, worauf

1) H. Greinacher u. K. Herrmann, Ann. d. Phys. 17. p. 922. 1905.

2) H. Greinacher, Ann. d. Phys. 16. p. 708. 1905.

sich nach Abkühlung die „Aufladeerscheinung“ nachweisen ließ. Nun wurde der die Zelle enthaltende Glasteil allein erhitzt, um das P_2O_5 wieder von den Metallen wegzusublimieren. Damit sollte dann auch die Möglichkeit einer Aufladung verschwinden. Die seinerzeit in dieser Richtung ausgeführten Versuche hatten jedoch keine entscheidenden Resultate geliefert, und schien es daher von Interesse, die Versuche nochmals zu wiederholen.

2. Die Ausführung war folgende: In eine Glasröhre wurden die Elektroden, ein mit Radiotellur belegter Kupferstreifen (Cu') und zwei Platinbleche eingeschmolzen. Die Anordnung derselben wurde wie bei den früher beschriebenen „Sondenversuchen“ gewählt (vgl. Figur). Man hatte so die Möglichkeit, die beiden Platinstreifen als Elektroden zu benutzen, während das Radiotellurpräparat nur zur Ionisierung des zwischenbefindlichen Gases diente. Diese Anordnung sollte insbesondere ermöglichen, festzustellen, ob der Versuch eventuell nur mit Edelmetallen gelingt (l. c.). Der die Elektroden enthaltende Teil der Glasröhre war durch ein ca. 10 cm langes, engeres Röhrenstück von der mit P_2O_5 beschickten Erweiterung getrennt. Das Erhitzen der Röhre geschah in einem chemischen Verbrennungssofen. Nachdem man eventuell wiederholt erhitzt hatte, wurde festgestellt, in welchem Maße die Platinbleche sich aufladen ließen. Um sodann die hinsublimierte P_2O_5 -Schicht wieder wegzubringen, wurde der die Zelle enthaltende Teil der Glasröhre im Verbrennungssofen allein erhitzt, indem man das mit P_2O_5 gefüllte Ende herausragen ließ. In welcher Weise die Aufladung sich danach verändert zeigte, ist aus den unten angeführten Zahlen zu ersehen.

Bemerkt sei, daß, wie früher, die Potentialdifferenzen und Stromstärken mit einem Dolezalekschen Elektrometer nach seinerzeit beschriebenen Nullmethoden (l. c.) gemessen wurden. Die Empfindlichkeit des Instrumentes (Siliciumbronzedraht-aufhängung) war bei einer Ladebatterie von 200 Wasser-

elementen und einem Skalenabstand von 6,5 m ca. 360 mm pro Volt. Zum „Aufladen“ wurde eine Zink-Kohle-Salmiak-Batterie von 40 Elementen benutzt, die zuerst 50 Volt und später noch 40 Volt aufwies.

Eine der ausgeführten Versuchsreihen möge hier etwas ausführlicher folgen. Es ergab sich nach Abschmelzen der Röhre

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = - 0,03 \text{ Volt.}$$

Nachdem die Röhre 1 Stunde auf ca. 190° erhitzt und diese Operation bei etwas höherer Temperatur wiederholt worden war ($220\text{--}240^\circ$), wurde versucht, die Zelle (Pt_1, Pt_2) aufzuladen. Es zeigte sich, daß die Spannung nach 24 Stunden bloß $- 0,60$ Volt betrug. Nun wurde die Glasröhre nochmals 1 Stunde auf $230\text{--}250^\circ$ erhitzt, nachdem einige Körnchen P_2O_5 in den Glasteil, in welchen die Metallstreifen hineinragten, geschüttelt worden waren. Nach Abkühlen zeigten die Streifen zunächst eine Spannung

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = + 0,10 \text{ Volt.}$$

Sodann wurde 16 Stunden aufgeladen (Pt_2 : Anode, Stromstärke $0,8 \cdot 10^{-10}$ Amp.), worauf sich nun eine Spannung von

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = - 7,1 \text{ Volt}$$

ergab. Selbst nach 35 Min. betrug sie noch $- 4,9$ Volt. Die Bildung einer dünnen P_2O_5 -Schicht war offenbar durch das Hinüberschütteln von etwas P_2O_5 begünstigt worden, worauf dann eine beträchtliche Aufladung entstehen konnte. Daß diese hier wie im folgenden nicht dieselbe Größe wie bei den früher mitgeteilten Versuchen erreichen konnte, liegt zum Teil wohl an der geringeren angelegten Potentialdifferenz (40 bis 50 Volt, statt wie früher 110 Volt).

Nun folgte das Abdestillieren des P_2O_5 von den Metallen während ca. 1 Stunde, wobei im Verbrennungsofen $330\text{--}350^\circ$ gemessen wurden. Nach Abkühlen war

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = + 0,04 \text{ Volt.}$$

Nach $16\frac{1}{2}$ stündigem Aufladen (Pt_2 : Anode, $0,5 \cdot 10^{-10}$ Amp.) betrug die Spannung

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = - 0,52 \text{ Volt.}$$

Die Aufladeerscheinung war also merklich verschwunden. Dasselbe ergab sich auch, als man die Streifen (Pt_1 , Cu') aufzuladen versuchte. Nach 24 Stunden (Cu': Anode, $0,8 \cdot 10^{-10}$ Amp.) war

$$\text{Pt}_1/\text{Cu}' = - 0,52 \text{ Volt.}$$

Nachdem die ganze Röhre von neuem erhitzt worden war (1 Stunde $220-240^\circ$), konnten auch wieder beträchtliche Aufladespannungen erzielt werden. Es ergab sich nach $17\frac{1}{4}$ Stunden (Pt_2 : Anode, $0,6 \cdot 10^{-10}$ Amp.) eine Endspannung von

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = - 8,9 \text{ Volt.}$$

Auch die Kombination (Cu', Pt_2) ließ sich wieder aufladen; nach $16\frac{1}{2}$ Stunden ($0,7 \cdot 10^{-10}$ Amp.) bis auf

$$\text{Pt}_2/\text{Cu}' = - 9,4 \text{ Volt.}$$

Daß die Aufladung an beiden Metallen in gleichem Grade erfolgt war, wurde mit Hilfe der Elektrode Pt_1 nachgewiesen. Es ergab sich, daß die Spannungen Pt_2/Pt_1 und Pt_1/Cu' ziemlich gleich waren.

In der früheren Weise wurde nun das P_2O_5 von den Metallen wieder entfernt (Temperatur im Verbrennungssofen $340-350^\circ$). Damit verschwand dann ebenfalls die Aufladeerscheinung. Denn Pt_1/Pt_2 zeigte nach 16 Stunden ($0,4 \cdot 10^{-10}$ Amp.) nur

$$\text{Pt}_1/\text{Pt}_2 = 0,50 \text{ Volt.}$$

Ebenso ließ sich auch (Cu', Pt_2) nicht mehr aufladen. Hier betrug die Spannung nach 47 Stunden (Cu': Anode) kaum

$$\text{Pt}_2/\text{Cu}' = - 0,16 \text{ Volt.}$$

Während der ganzen Versuchsreihe hatten die Platinstreifen ihr Aussehen nicht verändert, insbesondere konnte von hinsublimiertem P_2O_5 nichts bemerkt werden; der Cu'-Streifen wurde jedoch durch das Erhitzen schwarz und schien außerdem nach dem Gesamterhitzen der Röhre mit feinen Bläschen überzogen. Der Versuch gelang jedoch sowohl mit Pt als mit Cu', so daß die früheren Versuche dieser Art wahrscheinlich nicht infolge Verwendung oxydabler Metalle ohne entscheidende Ergebnisse geblieben sind. Auch scheint wohl dafür eine etwaige Verschiedenheit des käuflichen P_2O_5 (das

früher benutzte P_2O_5 war von C. A. F. Kahlbaum, das neuere von Dr. Bender und Dr. Hobein bezogen) von nennenswerter Bedeutung nicht zu sein. Vielmehr war bei den neueren Versuchen das Verbindungsstück länger wie früher gewählt worden. Die Metalle waren dann vor dem Hinsublimieren des P_2O_5 schon gut getrocknet, weshalb das Wegsublimieren der Schicht besser gelang.

Nach den mitgeteilten Versuchen scheint es nun unzweifelhaft, daß die Aufladung an das Vorhandensein einer dünnen P_2O_5 -Schicht gebunden ist, und daß also eine vollkommene Analogie besteht zwischen dieser und der an dünnen Schellackschichten beobachteten Erscheinung (l. c.).

3. Es ist bereits in der letzten Arbeit der Vermutung Ausdruck gegeben worden, daß die Aufladeerscheinung eine Folge des durch die halbleitende Schicht gehenden Stromes sei. Man könnte aber auch versuchen, die Versuche dadurch zu erklären, daß man die dünnen P_2O_5 -Schichten als Dielektrika zweier Kondensatoren mit den Metallen bez. der ionisierten Luft als Belegungen auffaßt. Wird an die Metallstreifen eine Potentialdifferenz angelegt, so laden sich die Kondensatoren auf, jedoch nur langsam, da die Leitfähigkeit der Luft eine begrenzte ist. Aus dem gleichen Grunde erfolgt nach Kurzschließen der Zelle die Entladung nur allmählich. Es macht daher der Ladungs- bez. Entladungsstrom den Eindruck eines Leitungsstromes. Die in den Kondensatoren aufgespeicherte Elektrizitätsmenge kann beträchtlich sein, da die Kapazitäten infolge der geringen Dicke der Isolatorschichten erheblich sein können. Es wäre auch zu verstehen, daß, wie seinerzeit bemerkt wurde (l. c.), die Stromstärke vor und nach dem Erhitzen mit P_2O_5 nicht merklich verschieden ist. Die Stromstärke sowohl vorher als nachher ist durch die Elektrizitätsmenge, welche die ionisierte Luft durchfließt, gegeben. Da nun an den der Luft zugewendeten Seiten der P_2O_5 -Schichten zu Beginn der Aufladung diejenige Potentialdifferenz wirkt, welche an die Metalle angelegt wird, so ist der Elektrizitäts-transport durch die ionisierte Luft ebenso groß, wie ohne Isolatorschicht.

Man kann also mit Hilfe der Kondensatorvorstellung die beobachteten Erscheinungen zu erklären versuchen, und zwingen

die Versuchsergebnisse zunächst nicht zur Annahme, daß die Aufladung die Folge eines durch die schlecht leitende Schicht gehenden Stromes ist. Die im folgenden mitgeteilten Versuche sind nun dazu ausgeführt, zur Entscheidung dieser Frage beizutragen.

4. Da nach der Kondensatoranschauung die Aufladung deshalb nur allmählich verschwindet, weil die Leitfähigkeit der Luft zwischen den Metallen eine beschränkte ist, so mußte man eine augenblickliche Entladung erwarten, falls man die beiden Seiten der Schellackschicht *metallisch* miteinander verband. Der Versuch wurde so ausgeführt, daß man zunächst auf einem Stück Weißblech alkoholische Schellacklösung verdunsten ließ. Der dünnen Schellackschicht stellte man nun ein Radiotellurpräparat von $3,6 \text{ cm}^2$ Oberfläche gegenüber, worauf in der früheren Weise aufgeladen wurde (Cu' : Anode; $0,5 \cdot 10^{-9} \text{ Amp.}$). Nachdem die Endspannung von 11,5 Volt erreicht war, wurde sodann versucht, den Kondensator dadurch zu entladen, daß man das mit Schellack belegte Blech erdete und die Schellackschicht mit geerdetem Stanniol abwischte. Es ergab sich, daß die Spannung dadurch nicht verschwand, daß vielmehr die Aufladespannung in merklich derselben Weise abnimmt, ob man mit geerdetem Stanniol abwischt oder die Zelle nach dem Aufladen sich selbst überläßt.

Danach schien es möglich zu sein, auch eine Aufladung zu erzielen, wenn man direkt an die dünne Schicht zwei Belegungen nach Art eines dünnschichtigen Kondensators anlegte. Ein Stück Weißblech wurde auf die angegebene Weise mit einer Schellackschicht überzogen. Durch Wägung wurde festgestellt, daß die mittlere Dicke der Schicht, wenn man das spezifische Gewicht des gegossenen Schellacks, das zu 1,14 bestimmt wurde, nimmt, $0,0060 \text{ cm}$ war. Auf den Schellacküberzug wurde nun ein Stanniolstreifen mit einem heißen Blech aufgebügelt. Wurde jetzt an die beiden Belegungen die Spannungsbatterie angelegt, so zeigte sich zunächst, daß der Aufladestrom so stark war, daß er elektrometrisch bei Verwendung von 1 Mikrof. nicht mehr zu messen war ($> 10^{-7} \text{ Amp.}$). Während vor dem Aufladen die Spannung Sn/Sn^* ($\text{Sn}^* = \text{Weißblech}$) beinahe Null war, ergab sich nach 19 stündigem Stromdurchgang $\text{Sn}/\text{Sn}^* = -0,88 \text{ Volt}$. Wenn hier diese Spannung

einer Aufladung im früheren Sinne zugeschrieben werden durfte, so war sie jedenfalls sehr klein. Die Endspannung wuchs zwar mit der Zeit stetig. Zwei Tage nach Herstellung des Kondensators war sie 1,46 Volt, nach drei Tagen 1,74, nach vier Tagen 1,90, bis sie nach sieben auf den von da an konstant bleibenden Wert 2,1 Volt gestiegen war. Während sich zwar die Aufladespannung nur als gering herausstellte, war die aus der Schellackzelle zu entnehmende Elektrizitätsmenge sehr bedeutend; denn beim Anlegen an ein Galvanometer ergab sich ein Entladungsstrom von $4,8 \cdot 10^{-8}$ Amp.

Da nun aber die Aufladespannung die Größenordnung von Polarisationsspannungen in galvanischen Elementen nicht überschritt, so konnte die Erscheinung möglicherweise einer Polarisation an den Belegungen zugeschrieben werden. Um darüber etwas zu erfahren, wurde der Versuch unternommen, eine Zelle mit Quecksilberbelegungen zunächst aufzuladen, nach Messung der Aufladespannung die Belegungen auszuwechseln und wieder zu messen. Die zu diesem Versuch nötige dünne Schellackschicht wurde auf folgende Weise hergestellt. Auf einem Stanniolblatt wurde Schellacklösung verdunstet, worauf die unbelegte Stanniolseite bis auf eine kleine Kreisfläche von 1,1 cm Durchmesser mit Paraffin belegt wurde. Indem man das noch freibleibende Stanniol mit Salpetersäure auflöste, erhielt man eine dünne Schellackschicht, deren mittlere Dicke durch Wägung zu 0,003 cm festgestellt wurde. Die Belegungen wurden nun dadurch gebildet, daß man Quecksilber in die Paraffinöffnung goß und das ganze wiederum auf Quecksilber legte, das die Ausbohrung eines Paraffinklötzchens bis oben ausfüllte. An die Belegungen wurde dann die Batterie zum Aufladen angelegt.

Nachdem der Strom ($0,6 \cdot 10^{-8}$ Amp.) 19 Stunden durchgegangen war, wurde die Abnahme der Aufladung verfolgt. Es zeigte sich, daß ihr Verlauf sich nicht änderte, falls man die Quecksilberbelegungen erneuerte. Die im folgenden mitgeteilte Messungsreihe möge dies zeigen. Die mit * bezeichneten Messungen wurden nach Erneuerung der Belegungen ausgeführt. Die Zeichen + und - beziehen sich auf das Vorzeichen der am Elektrometer gemessenen Seite.

Zeit	Spannung
0 Min.	— 5,0 Volt
1,3 „	+ 4,2 „
2,5 „	+ 3,2 „
5,3 „	— 2,1 * „
7,1 „	— 1,7 * „
9,8 „	— 1,4 „
11,8 „	+ 1,2 „

Um das Quecksilber beim Erneuern vollständig zu entfernen, wurden etwa noch anhaftende Tröpfchen mit einem Pinsel entfernt. Eine Beeinflussung durch eventuell dadurch entstandene Reibungselektrizität war nicht zu befürchten, da, wie festgestellt wurde, eine Schellackschicht, die keine Spannung zeigte, auch nach Abwischen mit dem Pinsel eine solche nicht aufwies. Um von der Berührung des Quecksilbers mit dem Paraffin unabhängig zu sein, wurde bei einigen Versuchen als obere Belegung ein Messingzylinderchen aufgesetzt, an dessen amalgamierter Grundfläche von 0,9 cm Durchmesser ein Quecksilbertropfen hing. Dadurch wurde allerdings eine kleine Potentialdifferenz eingeführt, da bereits eine geringe Beimengung von Messing durch Amalgamierung eine für sogenannte Kontaktpotentialdifferenzen erhebliche elektromotorische Kraft hervorrufen kann.¹⁾ Aber sowohl hier als bei den übrigen Versuchen, bei welchen die Belegungen aus verschiedenem Metall waren, konnte bei den verhältnismäßig hohen Aufladespannungen von etwaigen elektromotorischen Kräften abgesehen werden. Denn, wie der oben mitgeteilte Versuch zeigt, sind die bei Verwendung von Quecksilberbelegungen erreichten Spannungen beträchtlich. Bei einigen Versuchen wurden bis 10 Volt gemessen. Werte von derselben Größe lieferten auch Zellen, die aus mit Schellack belegtem Weißblech und einem Tropfen Quecksilber, der durch einen Kupferdraht ring zusammengehalten wurde, gebildet waren.

Nur die mit Stanniolbelegungen gebildeten Zellen hatten keine über Polarisationsspannungen reichende Potentialdifferenzen gezeigt. Nun war es kaum anzunehmen, daß der Kontakt des Stanniols mit der Schellackfläche schlechter war, wie bei Verwendung von Quecksilber. Vielmehr stellte sich heraus,

1) C. Christiansen, Wied. Ann. 56. p. 644. 1895.

daß das unterschiedliche Verhalten mit der relativ großen Leitfähigkeit des unter dem Stanniol befindlichen Schellacks zusammenhing. Da das Lösungsmittel (Alkohol + Wasser) beim Anlegen der Stanniolbelegung (ca. 24 Std. nach Aufbringen der Lösung auf das Blech) noch nicht genügend verdunstet war, besaß die Schellackschicht noch zu große Leitfähigkeit, als daß eine größere elektrische Spannung sich darin hätte aufrecht erhalten können. Da nun durch Anbringen des Stanniols die weitere Verdunstung fast ganz zurückgehalten wurde, stieg auch die Aufladung nicht über den kleinen Wert 2 Volt. Als aber die Stanniolbelegung für elf Tage weggenommen worden war, ergab sich nach Wiederaanlegen die erheblich größere Endspannung von 5,6 Volt. Dabei war auch die Leitfähigkeit bedeutend verringert. Während der Aufladestrom früher elektrometrisch nicht mehr zu messen war, ergab er sich hier (Stanniolfläche $12,1 \text{ cm}^2$) zu $0,9 \cdot 10^{-8} \text{ Amp.}$ Eine Wiederholung des Versuchs führte zu demselben Ergebnis.

Es geht daraus hervor, daß die Aufladung von der Leitfähigkeit der Schicht abhängt. Eine nähere Bestimmung dieser Abhängigkeit ist nicht ausgeführt worden, doch dürfte der zu erwartende Verlauf etwa folgender sein: Bei verhältnismäßig großer Leitfähigkeit wird keine merkliche Aufladung erfolgen, und wird man, wenn nicht galvanische Polarisierung auftritt, nach Durchgang eines Stromes keine Spannung nachweisen können. Nimmt die Leitfähigkeit nun stetig ab, so wird die Aufladungsspannung zunächst größer werden. Sie wird aber nach Erreichung eines Maximums wieder abnehmen, da bei unendlich großem Widerstand kein Strom fließt, und in diesem Fall auch keine Aufladung stattfindet. Eine Stanniolzelle, für welche eine dünne *gegossene* Schellackschicht verwendet wurde, zeigte, da kein Strom durchging, in der Tat auch keine Spannung.

Für große Leitfähigkeiten wurde, wie früher (l. c.), die Zunahme der Aufladungsspannung mit der Dauer des Stromes und die Abnahme derselben nach Kurzschließen verfolgt. Es ergaben sich in gleicher Weise Exponentialkurven, deren Verlauf aber im Vergleich mit geringeren Leitfähigkeiten steiler war. Große Leitfähigkeit und geringe Endspannung zeigten sich auch, wenn als Zwischenschicht ein Kollodiumhäutchen und als Belegungen Quecksilber genommen wurden. Die

Stromstärke war selbst bei einer Belegung von nur $0,4 \text{ cm}^2$ für die elektrometrische Messung zu groß und die Endspannung betrug kaum 1,3 Volt. Ließ man hingegen den Spitzenstrom einer Elektrysiermaschine durch das Kollodiumhäutchen gehen, so konnte man auch hier größere Spannungen erhalten; diese nahmen jedoch ziemlich rasch ab.

Es wurde auch folgender Versuch ausgeführt: Zwei Radiotellurpräparate wurden einander in einem Abstand von einigen Millimetern gegenübergestellt und mit den Quadranten des unempfindlich geschalteten Elektrometers verbunden. Dasselbe zeigte dann keinen Ausschlag, auch wenn eine dünne Schellackschicht dazwischen gelegt wurde. Ließ man nun durch letztere kurze Zeit Spitzenstrom durchgehen, so gab das Elektrometer beim Zwischenbringen der Schicht zwischen die Präparate einen Ausschlag, dessen Vorzeichen sich umkehrte, wenn das Schellackblättchen umgekehrt dazwischen gelegt wurde. Der Ausschlag verschwand erst allmählich wieder. Es wurde auch versucht, eine Aufladung zu erzielen, indem man direkt an die beiden Cu'-Streifen, zwischen denen sich die Schellackschicht befand, eine Spannung anlegte. Es ließ sich jedoch keine nennenswerte Aufladung nachweisen.

5. Was nun die Anschauung über den Vorgang der Aufladung betrifft, so sprechen die mitgeteilten Versuche dafür, daß dieselbe eine Wirkung des durch die Schicht fließenden Stromes ist. Ob derselbe elektrolytischer Natur ist, bleibt dabei noch dahingestellt. Da aber jedenfalls der Vorgang an eine gewisse, wenn auch sehr geringe Leitfähigkeit gebunden ist, so besteht mit einer galvanischen Zelle die größere Ähnlichkeit als mit einem Kondensator. Man könnte vielleicht dementsprechend eine Anordnung, welche eine Aufladung zeigt, mit „Halbzelle“ bezeichnen. Die Wirkung einer solchen „Halbzelle“ kann man nun so auffassen, daß die von der einen Elektrode wegfließende Elektrizität zum Teil in der Zwischenschicht angehäuft wird. Man kann aber auch annehmen, daß sämtliche Elektrizität von der einen Elektrode zur anderen gelangt, und durch den Strom nur die anfänglich in der Zwischenschicht überall gleich verteilten Elektrizitäten zum Teil mitgeführt und dadurch getrennt werden. Es würde hier zu weit führen, auf Grund der mitgeteilten Versuche eine ge-

nauere Erklärung des Vorganges versuchen zu wollen, und dürften erst weitere Untersuchungen zur Klärung dieser Frage führen.

Vorliegende Arbeit ist am Physik. Institut der Universität Zürich ausgeführt, und benutze ich die Gelegenheit, Hrn. Prof. Kleiner für das freundliche Entgegenkommen, mit dem er mir Platz und Apparate zur Verfügung gestellt hat, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ebenso sei es mir gestattet, Hrn. Prof. Marckwald für die freundliche Überlassung der Radiotellurpräparate herzlichst zu danken.

Genf, November 1905.

(Eingegangen 24. November 1905.)