PHYSIK UND CHEMIE.

NEUE FOLGE. BAND 60.

1. Ueber das Ausströmen der Electricität aus einem Leiter in die Luft und über den Einfluss, welchen eine Temperaturerhöhung des Leiters auf diesen Vorgang ausübt; von A. Oberbeck.¹⁾

1.

Aus den bisherigen Versuchen über das Verhalten der Luft gegen Electricität geht hervor, dass dieselbe bei Atmosphärendruck und gewöhnlicher Temperatur als ein sehr vollkommener Isolator anzusehen ist. Sie verliert indess ihre Isolationsfähigkeit unter verschiedenen Umständen, von denen hier die folgenden angegeben werden sollen.

a) Uebersteigt die Dichtigkeit der freien Electricität an der Grenze eines geladenen Leiters gegen Luft einen gewissen Werth, so geht Electricität an, bez. durch die Luft. Man muss annehmen, dass dieselbe durch starke electricische Kräfte eine Modification erleidet, bei welcher sie Electricität fortpflanzen kann. Ausser den gewöhnlichen Entladungserscheinungen in Form von Funken, Glimmen, Büscheln wollen wir hier noch die sogenannten Transversalentladungen anführen, welche Hittorf²⁾ und Andere untersucht haben, sowie die entladende Wirkung einer Funkenstrecke (Naccari)³⁾ auf einen benachbarten geladenen Leiter.

b) Wird ein geladener Leiter von Lichtstrahlen getroffen, so wird in vielen Fällen durch dieselben eine Entladung bewirkt. Dieselbe hängt von mannichfaltigen Umständen, hauptsächlich von der Beschaffenheit der Oberfläche des Leiters und von der Natur der Lichtstrahlen ab.

1) Im Auszug veröffentlicht: Sitzungsber. der Berliner Akad. 17. p. 313. 1895.

2) Hittorf, Wied. Ann. 7. p. 614. 1879.

3) Naccari, Beibl 13. p. 421. 1889; 14. p. 665. 1890.

Jedoch scheint hierbei ausschliesslich die negative Electricität entladen zu werden.¹⁾

Zur Erklärung dieser Erscheinung kann die Thatsache dienen, dass die wirksamen Oberflächen bei Berührung mit der Luft durch Bestrahlung positiv electrisch werden und dass auf diese Weise die negative Ladung vernichtet wird.

Auch die Entladung durch die X-Strahlen gehört wohl hierher. Doch tritt dabei kein durchgreifender, polarer Unterschied der beiden Electricitäten ein.

c) Eine erhebliche Temperaturerhöhung (bis zur Rothgluth) macht die Gase leitend.

Eine hiermit verwandte, in mancher Beziehung aber doch davon verschiedene Erscheinung ist die Entladung eines isolirten Leiters, wenn in der Nähe desselben ein abgeleiteter Conductor bis zur Rothgluth erhitzt wird. Doch tritt hierbei wieder ein polarer Unterschied in dem Verhalten der beiden Electricitäten auf.

Während bei Rothgluth des abgeleiteten Conductors die *negative* Electricität schnell und vollständig *entladen* wird, findet dies bei einem positiv geladenen Leiter nicht statt. Bei letzterem beginnt die Entladung erst dann, wenn die Temperatur des erhitzten Leiters bis zur Weissgluth gesteigert wird.²⁾

Nach Elster und Geitel ist diese Erscheinung durch die Thatsache zu erklären, dass die Luft in Berührung mit einem *rothglühenden* Körper *positiv* electrisch wird und dass dann electrisirte Lufttheilchen, durch den negativ geladenen Leiter angezogen, die Entladung desselben bewirken. Ein positiv geladener Leiter kann daher durch diesen Vorgang nicht entladen werden.

Bei Berührung der Luft mit einem weissglühenden Leiter füllt sich dieselbe mit *positiv* und mit *negativ* geladenen

1) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 57. p. 24. 1896.

2) Literatur über diese und verwandte Erscheinungen: Guthrie, Chem. News 45. p. 116; Beibl. 6. p. 686. 1882; J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 19. p. 588. 1883; 26. p. 1. 1885; 31. p. 109. 1887; 37. p. 315. 1889; 38. p. 27. 1889; Sitzungsber. der Wien. Akad. (2) 97. p. 1175. 1889; K. Wesendonek, Wied. Ann. 30. p. 1. 1887; R. Koch, Wied. Ann. 33. p. 454. 1888; Branly, Compt. rend. 114. p. 831. 1892; p. 1531. 1892.

Teilchen, sodass dann auch die Entladung der positiven Electricität erfolgen kann.

Dieselbe Erscheinung tritt bei vielen anderen Gasen und Dämpfen ein. Dagegen zeigen Wasserstoff und die Zersetzungsproducte von Fettdämpfen das entgegengesetzte Verhalten. Dieselben werden bei Berührung mit einem glühenden Leiter negativ electrisch. Dementsprechend wird in ihnen ein glühender, positiv geladener Leiter leichter entladen, als ein negativ geladener.

Die zuvor angeführten Untersuchungen beziehen sich auf das Verhalten *glühender* Drähte.

Die Electricitätserregung der Gase bei Berührung mit Leitern, deren *Temperatur unter der Rothgluth* liegt, hat vor kurzem G. Vincentini¹⁾ studirt, indem er das Potential beobachtete, bis zu welchem ein isolirter Platindraht geladen wurde, wenn in seiner Nähe durch einen zweiten Draht ein Strom geleitet wurde, welcher denselben auf verschiedene Temperaturen erwärmte. Ferner war es hierdurch möglich, dem erwärmten Draht je nach der Anordnung ein positives oder negatives Potential von einigen Volt zu ertheilen.

Die Hauptresultate waren hierbei die folgenden²⁾:

„Ein zwischen 200 und 600° erhitzter Platindraht electrisirt die ihn umgebende Luft sehr schwach und verleiht ihr ein positives Potential von einigen Hundertstel Volt. Ueber 600° nimmt die Electrisirung langsam zu und erreicht ein Maximum bei 1000°. Wenn der Platindraht ein positives Potential von + 4 Volt besitzt, so ertheilt er dem isolirten Draht bei einer Temperatur von 200—600° nur eine Ladung von + 0,2 Volt. Oberhalb 650° wächst die Electrisirung schnell und erreicht bei 750° dasselbe Potential wie der glühende Draht. Ist das Potential des erhitzten Drahtes — 4 Volt, so bewirkt er bei Temperaturen unter 650° eine schwache negative Ladung des isolirten Drahtes. Von 650—900° wächst dieselbe langsam, von 900—1050° schnell, wobei der isolirte Draht dasselbe Potential aufweist, wie der glühende.“

1) G. Vincentini, Beibl. 18. p. 876. 1894; 19. p. 521. 1895; Naturw. Rundschau 11. p. 468. 1896.

2) Vgl. Naturw. Rundschau p. 468.

Hiernach erfolgt also die positive Electrisirung der Luft schon bei verhältnissmässig niedrigeren Temperaturen und ist der Uebergang der positiven Electricität bevorzugt. Man könnte daher erwarten, dass sich die oben erwähnten bei Rothgluth *stark* auftretenden Entladungserscheinungen negativer Electricität (infolge leichteren Ueberganges der positiven Electricität) auch schon bei niedrigeren Temperaturen nachweisen liessen und dass eine Temperatursteigerung überhaupt den Ausfluss der positiven Electricität begünstigen müsse, auch in dem Falle, wo die Hauptursache desselben eine andere ist.

Versuche, welche ich hierüber anstellte, führten von selbst auf die allgemeinere Frage nach den Bedingungen, unter welchen Electricität infolge grossen Potentialgefälles von einem Leiter an die Luft übergeht, insbesondere aber nach dem Einfluss, welchen die Temperaturerhöhung des Leiters hierauf ausübt.

Trotz einer grossen Zahl von Untersuchungen über die Glimm- und Büschelentladungen ist es bis jetzt nicht gelungen, für dieselben quantitative Gesetze von grösserer Allgemeinheit aufzustellen. Nur soviel weiss man, dass zum Beginn des Ausströmens ein gewisser Grenzwert der Dichtigkeit oder des Potentialgefälles überschritten sein muss.

Dieser Grenzwert scheint unter sonst gleichen Umständen von dem Vorzeichen der sich entladenden Electricität abzuhängen. Bei dem Ausströmen aus einer Spitze ist gewöhnlich die zum Beginn der Entladung erforderliche Dichtigkeit geringer, wenn die Ladung eine negative ist. Doch kommen auch Ausnahmen von dieser Regel vor.¹⁾

Nach A. Heydweiller²⁾ soll ein Unterschied der Dichtigkeiten positiver und negativer Electricität, welche zum Beginn der Entladung aus einer Kugel von 0,5 cm Durchmesser erforderlich sind, nicht vorhanden sein.

G. Jaumann³⁾ findet das Potentialgefälle für die Entladung aus dünnen Drähten grösser, wenn die Ladung negativ, als wenn sie positiv ist.

Eine allgemeine Regel, wonach die eine Electricitätsart sich leichter entladet als die andere, scheint hiernach nicht zu existiren.

1) J. Precht, Wied. Ann. 49. p. 168. 1893.

2) Heydweiller, Wied. Ann. 48. p. 110. 1893.

3) G. Jaumann, Sitzungsber. d. Wien. Akad. (2) 97. p. 1587. 1889.

Es entsteht nun die Frage, welchen Einfluss hierauf eine Temperaturerhöhung des Leiters ausübt. Diese Temperaturerhöhung sollte bis zum Glühen gesteigert werden, um festzustellen, in welchem Zusammenhang die sich dabei etwa ergebenden polaren Unterschiede mit den zuvor besprochenen Erscheinungen der unipolaren Leitung stehen.

2.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde die folgende Versuchsanordnung benutzt.

Ein leitender Körper wird von einer Hartgummisäule getragen. Derselbe ist mit der inneren Belegung einer kleinen Leydener Flasche und mit einem Braun'schen Electrometer verbunden, an welchem der Potentialwerth des geladenen Systems abgelesen werden kann.

Die Theilung des Electrometers war mit Hülfe einer electrostatischen Waage geprüft worden. Sie hatte sich als richtig erwiesen. Nur betrug der absolute Werth eines jeden Theilstriches, welcher von dem Verfertiger zu 1000 Volt angegeben war, 1124 Volt.

Dem oben erwähnten Leiter wird ein mit der Erde verbundener Conductor genähert, auf welchem durch Influenz eine Ladung von messbarer Dichtigkeit hervorgerufen wird. Ausserdem sollte die Temperatur desselben in weiten Grenzen verändert und auch gemessen werden. Demgemäss wurden hierzu Platindrähte gewählt, welche durch electriche Ströme leicht auf höhere Temperaturen gebracht werden konnten. Das eine Ende derselben war stets zur Erde abgeleitet, sodass die durch den Strom hervorgebrachte electriche Spannung sehr klein ist und im Vergleich zu den erheblichen Potentialwerthen des electriche Kraftfeldes, in welchem sich der Draht befindet, zu vernachlässigen ist.

Der Draht ist zwischen zwei schmalen Streifen von Kupferblech ausgespannt, welche an einer Hartgummiplatte befestigt sind. Diese ist auf einer Theilmaschine derart angebracht, dass sie durch die Mikrometerschraube derselben verschoben und bis auf Hundertstel Millimeter genau eingestellt werden kann.

Die ganze Anordnung ist aus nachstehender Figur zu sehen. Als isolirter Leiter dient hier eine Kupferplatte K , welcher der Draht D gegenübersteht. Derselbe kann parallel mit sich selbst verschoben werden. Durch die Kupferblechstreifen S und S' wird demselben der electricische Strom zugeführt.

Bei Annäherung des Drahtes an den geladenen Leiter wird ersterer durch Influenz electricisirt. Erreicht die Dichtigkeit der Electricität an derjenigen Stelle des Drahtes, wo das Kraftfeld am grössten ist, einen gewissen Grenzwert, so geht die Electricität aus dem Draht in die Luft über und fliesst nach dem isolirten Conductor, dessen Potential zu sinken beginnt. Die entsprechenden Potentialwerthe werden jedesmal für bestimmte Entfernungen des Drahtes abgelesen.

Durch Benutzung der Mikrometerschraube wird erreicht,

dass während der ganzen Versuchsreihe der Zustand des electricischen Kraftfeldes nur sehr wenig vom Gleichgewicht verschieden ist. Hierdurch wird die Beobachtung des Entladungspotentials vereinfacht. Es hat sich

nämlich bei früheren Versuchen (von Röntgen¹⁾ und Precht²⁾) gezeigt, dass, wenn bei der Entladung der Electricität aus feinen Spitzen grössere Mengen an die umgebende Luft übergegangen sind, dieselbe derartig verändert worden ist, dass die Entladung bei einem höheren Potential beginnt und bei einem niedrigeren Potential aufhört, dass man also zwischen einem *Anfangspotential* und einem *Endpotential* oder *Minimumpotential* zu unterscheiden hat.

Dies ist bei der von mir getroffenen Versuchsanordnung nicht erforderlich. Bei Annäherung des Drahtes aus grosser Entfernung bleibt zuerst das Potential des geladenen Leiters constant. Von einer bestimmten Lage an sinkt dasselbe und

1) W. Röntgen, Gött. Nachr. 1878. p. 390.

2) J. Precht, Wied. Ann. 49. p. 150. 1893.

geht bei weiterer Annäherung mehr und mehr zurück. Dabei entspricht aber jeder Entfernung des Drahtes von dem Conductor ein gewisser Potentialwerth, welcher an dem Electrometer abgelesen wird.

Die Bedeutung desselben für den Vorgang der Entladung geht aus der folgenden Beobachtung hervor. Der Ausfluss der Electricität aus dem Draht erfolgt jedenfalls zuerst an der Stelle, wo die Dichtigkeit oder das Potentialgefälle am grössten ist. Bei der getroffenen Versuchsanordnung können diese Grössen berechnet werden.

Befindet sich ein abgeleiteter geradliniger Draht von sehr kleinem Durchmesser in einem electrischen Kraftfelde, welches für einen Theil des Drahtes nahezu constant ist und dort dem Potential V_1 entspricht, so ist die Dichtigkeit der freien Electricität an der betreffenden Stelle der Drahtoberfläche:

$$\delta = - \frac{V_1}{4 \pi \varrho \log \frac{l}{\varrho}},$$

das Potentialgefälle:

$$G = - \frac{V_1}{\varrho \log \frac{l}{\varrho}},$$

wenn l die Länge, ϱ der Radius des Drahtes ist.

Ist der Werth des Potentials auf dem isolirten Conductor bekannt — derselbe mag mit V_0 bezeichnet werden —, so kann man V_1 nach den Regeln der Potentialtheorie berechnen, wenn der Conductor gewisse einfache Formen hat.

Ausser für die Kugel gestaltet sich diese Rechnung für ein Ellipsoid sehr einfach. Insbesondere kann auch eine dünne, kreisförmige Platte als besonderer Fall eines abgeplatteten Rotationsellipsoids angesehen werden.

Demnach wurden als isolirte Conductoren eine Kugel und eine kreisförmige Platte benutzt. Im ersteren Falle ist:

$$V_1 = \frac{V_0 R}{r},$$

wenn R der Radius der Kugel, r die Entfernung des betreffenden Punktes vom Mittelpunkt ist.

Im zweiten Falle ist für einen Punkt der Axe:

$$V_1 = V_0 \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{x}{R} \right\},$$

wenn x die Entfernung des Punktes von der Scheibe, R deren Radius ist.

Ich lasse zunächst eine Versuchsreihe als Beispiel folgen. Bei derselben war vor einer Kupferplatte von 64 mm Durchmesser ein Platindraht von 200 mm Länge und von 0,056 mm Durchmesser ausgespannt. Unter V_0 stehen die beobachteten Potentialwerthe für die Entfernungen x , unter V_1 die nach der letzten Formel daraus berechneten Werthe.

Tabelle I.

x mm	V_0	V_1
40	11260	5050
35	10130	4973
30	9010	4842
25	7995	4768
20	6980	4618
15	6080	4473
10	5180	4242

3.

Die Abnahme von V_1 bei Annäherung des Drahtes ist eine verhältnissmässig geringe. Ja man kann sich die Frage vorlegen, ob dieselbe nicht bloß eine scheinbare ist, infolge der mangelhaften Berechnung des ganzen Vorganges und ob dieselbe nicht darauf zurückgeführt werden kann, dass durch den abgeleiteten Draht eine merkliche Rückwirkung durch Influenz auf den Condensator ausgeübt wird, gross genug um die Abnahme des Potentials bei grösserer Annäherung zu erklären. Eine exacte Behandlung dieses Vorganges ist mit grossen analytischen Schwierigkeiten verbunden. Auf die folgende Weise kann man aber eine Correction erhalten, welche bei grösseren Entfernungen jedenfalls zutreffend ist. Nach den früheren Auseinandersetzungen handelt es sich dann um das folgende Problem. Der isolirte Condensator ist durch einen längeren Draht mit der inneren Belegung einer Leydener Flasche verbunden, deren Capacität gross ist im Vergleich zu derjenigen des Leiters. Wird letzterem ein zweiter, abgeleiteter

Conductor genähert, so wird derselbe entgegengesetzt electrisch und wirkt influenzirend auf den ersten Conductor zurück. Hierdurch wird die ursprüngliche Ladung desselben vergrößert, während die entgegengesetzte Electricität an die entfernte Leydener Flasche abfließt. In erster Annäherung kann man sich die neue Ladung auf dem Conductor so ausgebreitet denken, als ob sie für sich im Gleichgewicht wäre. Sie wird also auch die Fernwirkung des Conductors verstärken und zwar um so mehr, je näher der abgeleitete Conductor herankommt.

Die ursprüngliche Ladung des ersten Conductors bei dem Potential V_0 sei E , seine Capacität C . Dann ist:

$$E = C V_0.$$

Ist die Entfernung der beiden Leiter gross im Vergleich zu ihren Dimensionen, dann ist der Werth des Potentials von E in der Gegend des zweiten Conductors:

$$\frac{E}{r},$$

wo r eine gewisse, mittlere Entfernung der beiden Leiter ist.

Ist e die auf dem zweiten Leiter durch Influenz angesammelte Menge, c die Capacität desselben, so ist das Potential auf demselben

$$\frac{E}{r} + \frac{e}{c} = 0,$$

weil derselbe abgeleitet ist. Also:

$$e = - \frac{E c}{r}.$$

Das Potential von e auf dem ersten Conductor ist wieder in erster Annäherung:

$$\frac{e}{r}.$$

Also tritt an Stelle der früheren Gleichung:

$$V_0 = \frac{E}{C},$$

die neue Gleichung:

$$V_0 = \frac{E}{C} + \frac{e}{r} = \frac{E}{C} \left\{ 1 - \frac{eC}{r^2} \right\}.$$

Diese Schlussfolgerungen werden auch dann noch gelten, wenn eine grössere Anzahl kleiner, abgeleiteter Conductoren vorhanden sind. Es ist dann:

$$V_0 = \frac{E}{C} \left\{ 1 - C \sum \frac{e}{r^2} \right\},$$

wobei die Summe über die Capacitäten bez. die Entfernungen der einzelnen Condensatoren zu nehmen ist. Handelt es sich dabei um die aneinander gereihten Elemente eines sehr langen, geradlinigen Drahtes und ist c_1 die Capacität der Längeneinheit, so ist:

$$V_0 = \frac{E}{C} \left\{ 1 - C c_1 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{x^2 + q^2} \right\},$$

$$V_0 = \frac{E}{C} \left\{ 1 - \frac{C c_1 \pi}{x} \right\}.$$

Für einen Draht von der Länge l (welche gross ist im Vergleich zum Radius) und dem Radius ϱ ist:

$$c_1 = \frac{1}{2 \log \frac{l}{\varrho}}.$$

Ist der primäre Leiter eine Kugel vom Radius R , so ist:

$$C = R.$$

Besteht derselbe aus einer Kreisscheibe mit dem Radius R , so ist:

$$C = \frac{2R}{\pi}.$$

Im Fall der Kugel ist V_0 aus der Formel:

$$V_1 = \frac{E}{x} = \frac{R V_0}{x \left(1 - \frac{\pi R}{2 x \log \frac{l}{\varrho}} \right)}$$

zu berechnen, wo x die Entfernung des Kugelmittelpunktes vom Drahte ist.

Für die Kreisscheibe kann man in erster Annäherung schreiben:

$$V_1 = \frac{V_0 \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{x}{R} \right\}}{1 - \frac{R}{x \log \frac{l}{q}}}$$

Hier ist x die Entfernung des Mittelpunktes der Platte vom Drahte. Man übersieht, dass man dadurch besonders für kleinere Entfernungen etwas übercorrigirte Werthe von V_1 , d. h. etwas zu grosse Werthe erhält. Jedenfalls kommen dieselben aber den wahren Werthen näher, als die nicht corrigirten, sodass ich in den später mitzutheilenden Tabellen stets die eben besprochenen Correcturen angebracht habe.

4.

Wie früher besprochen, wurde die Temperatur des Drahtes durch Hindurchleiten electricischer Ströme verändert. Um aus den Intensitäten derselben auf die Temperatur schliessen zu können, waren die Verhältnisse der Widerstände der Platin-drähte bei verschiedenen starken Strömen zu dem Widerstand bei Benutzung eines schwachen Stromes festgestellt worden.

Ausserdem waren die Drähte bis zu bekannten Temperaturen erwärmt und die denselben entsprechenden Widerstände bestimmt worden. Doch erstreckten sich diese Messungen nur auf Temperaturen bis etwa 300°. Sehr willkommen war mir daher die Veröffentlichung einer Untersuchung von L. Holborn und W. Wien ¹⁾, welche die Veränderungen des Widerstandes von reinem Platin bis zu Temperaturen von 1500° gemessen haben. Sie haben dabei für zwei verschiedene Platin-drähte bis 1000° Uebereinstimmung gefunden. Ich habe daher die von ihnen gefundenen Zahlenverhältnisse auch für die Widerstandsänderungen meiner Drähte von reinem Platin benutzt. Die hiernach berechneten Temperaturen der Platindrähte sind in den folgenden Tabellen unter t angegeben.

Ferner stehen neben den Entfernungen y des Drahtes von der Kugelfläche (also: $x = y + R$) die nach der oben angegebenen Formel corrigirten Werthe von V_1 in Volt, bei positiver bez. negativer Ladung des Conductors.

1) L. Holborn u. W. Wien, Wied. Ann. 56. p. 360. 1896.

Tabelle II.

Kugel von 11,5 mm Radius. Platindraht von 0,1 mm Durchmesser.

t	20°		140°		320°		430°		560°	
y mm	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
20					3090	2600	2780	2160		2120
16					3220	2610	2860	2200	1)	2100
12	4860	4920	4130	4010	3220	2670	2920	2160		2130
10	4880	5000	4090	3950	3160	2500	2770	2170		
Mittel	4870	4960	4110	3980	3172	2595	2832	2172		2117

Aus dieser Tabelle geht zunächst hervor, dass die Potentialwerthe von der Entfernung unabhängig sind, mit anderen Worten, dass die Entladung aus dem Draht und damit diejenige des isolirten Systems in jedem besonderen Falle bis zu einem grösseren Grenzwerte des Potentialgefälles fortschreitet, und dass man also aus den Einzelwerthen jeder Verticalreihe das Mittel nehmen kann. Dementsprechend sollen in den folgenden Tabellen nur diese Mittelwerthe mitgetheilt werden.

Tabelle III.

Kugel von 11,5 mm Radius. Platindraht von 0,05 mm Durchmesser.

t	-	+
20°	4280	4280
110	3810	3550
260	3290	2920
450	2810	2330
570	2)	2060
680		1910

Tabelle IV.

Kupferplatte von 64 mm Durchmesser.

Platindraht von 0,1 mm „

t	-	+
20°	6170	6030
110	5190	5120
220	4350	3860
320	3790	3230
380	3510	2880
450	3)	2730
500	4)	2450
560		2380

1) Vollständige Entladung.

2) Vollständige Entladung.

3) Sehr langsame, aber andauernde Entladung.

4) Schnellere, vollständige Entladung.

Tabelle V.

Kupferscheibe von 64 mm Durchmesser.
 Platindraht von 0,05 mm „

t	-	+
20°	5540	5610
70	4850	4850
180	4290	4020
260	3810	3530
450	3320	2630
570	1)	2350
680		2280

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich Folgendes:

a) Die Entladungspotentiale sind bei gewöhnlicher Temperatur von den Durchmessern der Drähte abhängig. Je dünner der Draht, um so niedriger liegen dieselben. Zu demselben Resultat ist bereits G. Jaumann²⁾ gelangt. Die von demselben nach einer wesentlich verschiedenen Methode gefundenen Entladungspotentiale für Drähte von 0,05 und 0,1 mm Durchmesser betragen in runder Zahl für positive Electricität: 3700 und 4700 Volt, für negative: 3800 und 5000 Volt, sind also von derselben Größenordnung wie diejenigen Werthe, welche aus den mitgetheilten Tabellen folgen.

b) Bei Benutzung des kugelförmigen Conductors sind die Entladungspotentiale kleiner wie bei der Kreisscheibe. Es scheint daher nicht allein auf den Maximalwerth des Kraftfeldes, sondern auch auf den ganzen Verlauf der Kraftlinien anzukommen.

c) Bei gewöhnlicher Temperatur sind die Potentiale für die beiden Electricitäten wenig voneinander verschieden. Bei einer Versuchsreihe (Tab. III) sind sie einander gleich, bei zwei anderen ist das Potential bei positiver Ladung des Conductors das grössere, bei einer Reihe ergibt sich das umgekehrte Resultat. Es scheint sich dabei um einen Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit des Drahtes zu handeln, für welchen ich bis jetzt noch eine Gesetzmässigkeit nicht habe auffinden können.

1) Vollständige Entladung.

2) G. Jaumann, Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. (2) 97. p. 1587. 1896.

d) Die Temperaturerhöhung des Drahtes bewirkt zweierlei; einmal eine Herabsetzung des Entladungspotentials für beide Electricitäten, zweitens einen sich immer mehr und mehr ausprägenden, polaren Unterschied derselben; und zwar ist stets das Entladungspotential für positive Ladung kleiner, als dasjenige für negative Ladung. Mit anderen Worten: Bei erhöhter Temperatur fliesst aus einem dünnen Draht infolge des electricischen Potentialgefälles negative Electricität leichter aus als positive.

Es findet demnach eigentlich das Gegentheil von dem statt, was man vielleicht aus den Erscheinungen der unipolaren Leitung hätte schliessen können, indem man daraus folgert, dass die positive Electricität leichter an die Luft übergeht.

Nach den mitgetheilten Beobachtungen hat man es mit zwei verschiedenen Erscheinungen zu thun, von denen die eine: Herabsetzung des Entladungspotentials durch Temperaturerhöhung schon bei geringer Erwärmung beginnt und dann immer weiter zunimmt, während die andere erst zwischen 450—500° merklich wird, dann aber fortwährend andauert und schliesslich zu einer vollständigen Entladung des negativ geladenen Conductors führt.

5.

Die beschriebenen Erscheinungen lassen sich auch in verdünnter Luft nachweisen. Jedoch lassen sich hier die Beobachtungen nicht mit derselben Präcision ausführen.

Es wurde die folgende Anordnung benutzt. Ein Luftpumpenteller war doppelt durchbohrt; in die Durchbohrungen waren isolirte Leitungen eingesetzt, welche in Klemmschrauben endeten. Dieselben trugen verticale Kupferträger, zwischen denen der Platindraht ausgespannt wurde.

Die Glocke des Recipienten war ebenfalls durchbohrt und war an der isolirten Zuleitung eine Kupferplatte befestigt, welcher parallel der Draht in einer Entfernung von 10 mm verlief. Mit der isolirten Platte stand das Electrometer in Verbindung. Es zeigte sich, dass dasselbe bei Ladung mit Electricität einen gewissen Grenzwert des Potentials annahm, während der Ueberschuss durch den abgeleiteten Platindraht abfloss.

Da es nicht möglich war, die Entfernung zwischen Draht und Platte zu verändern, so wurde zuerst die eben besprochene

Ladung ertheilt, während der Platindraht kalt war und das Potential derselben am Electroden abgelesen. Hierauf wurde ein Strom durch den Draht geleitet und das — jetzt geringere — Potential von neuem bestimmt.

Derartige Versuche wurden angestellt, einmal bei verschiedenem Druck der Luft, ferner für positive und negative Electricität.

Die Temperaturbestimmungen des Drahtes wurden hierbei ziemlich unsicher, da durch die stärkeren Ströme der ganze Recipient sich erwärmte und dann die Wärmeabgaben des Drahtes unter veränderten Verhältnissen stattfanden.

Ich theile daher bei den folgenden Angaben die Stärken der hindurchgeleiteten Ströme in Ampère mit und gebe die Potentiale einfach in Scalentheilen des Electrometers, von denen jeder etwas mehr als 1000 Volt repräsentirt. Dieselben sind also nicht identisch mit den früheren Werthen der Entladungspotentiale V_1 , sind denselben aber proportional, da eine Veränderung der relativen Lage der beiden Leiter nicht stattfand.

Hiernach dürften die folgenden Tabellen verständlich sein:

Tabelle VI.

$p = 730 \text{ mm}$			$p = 490 \text{ mm}$		
i	—	+	i	—	+
0	7,0	7,0	0	5,9	5,9
0,8	6,0	5,6	0,8	5,0	4,3
1,0	5,3	4,9	1,2	4,1	3,8
1,2	4,7	4,3	1,4	3,6*	3,0
1,4	4,3*	3,0			

$p = 380 \text{ mm}$			$p = 120 \text{ mm}$		
i	—	+	i	—	+
0	4,1	4,1	0	2,7	2,5
0,8	3,5	3,0	0,8	2,5	1,4
1,2	2,9*	2,4	1,2	2,2*	1,3

$p = 50 \text{ mm}$		
i	—	+
0	1,8	1,3
0,8	1,7	0,8
1,0	1,5*	0,5

Die (*) in den einzelnen Reihen bedeuten, dass der Draht deutlich rothglühend war und dass eine weitere vollständige Entladung stattfand. Hierzu möchte ich bemerken, dass diese Entladung überhaupt viel langsamer von statten ging als bei der Beobachtung in der freien Luft. Während bei Stromschluss ziemlich schnell der in den Tabellen bezeichnete Abfall des Potentials von dem Werthe für $i = 0$ sich vollzog und dann die Electrometernadel bei positiver Electricität und bei niedrigeren Temperaturen des Drahtes auch für negative Electricität eine constante Stellung einnahm, folgte bei den durch ein Kreuz bezeichneten Beobachtungen noch ein weiterer, langsamer, aber lange andauernder Rückgang.

Im ganzen zeigen die zuletzt mitgetheilten Beobachtungen, dass die Verhältnisse sich auch bei verdünnter Luft nicht wesentlich verändert haben. Man übersieht zunächst, dass durch die Verdünnung allein — wie bekannt — die Potentialwerthe sinken, zunächst gleichmässig für + und — Electricität, bei geringem Druck etwas stärker für eine positive Ladung. Dann tritt noch der Einfluss der erhöhten Temperatur des Drahtes hinzu, durch welchen ein weiteres Sinken des Potentials bewirkt wird und zwar stets bedeutender für positive, als für negative Electricität, sodass auch hier der Satz, dass der Ausfluss der negativen Electricität (aus dem Draht) bei erhöhter Temperatur leichter erfolgt als derjenige der positiven seine Gültigkeit behält.

Tübingen, den 16. November 1896.