**II. Einige Demonstrationsversuche zum Nachweis einseitiger Electricitätsbewegung in verdünnten Gasen bei Anwendung glühender Electroden;
von J. Elster und H. Geitel.**

(Hierzu Taf. I Fig. 2–5.)

Die nachfolgende Mittheilung bezweckt die Angabe einiger einfacher Versuche zum Nachweis gewisser polarer Unterschiede, die sich in erhitzten Gasen gegenüber dem Durchgange der Electricität herausstellen, und welche im Zusammenhange stehen mit der beim Contact von Gasen und glühenden Körpern auftretenden Electricitätsentwicklung.

Durch eine Reihe von Experimentaluntersuchungen¹⁾ glauben wir die Thatsache festgestellt zu haben, dass Gase durch den Contact mit einem glühenden Körper die Fähigkeit annehmen, in sie eingetauchte Leiter electricisch zu erregen. Die nähere Analyse der Erscheinung führte zu der Vorstellung, dass die beobachtete Electrisirung durch das Gas vermittelt wird, in der Weise, dass an dem glühenden Körper die Gastheilchen sich electricisch laden, während in diesem das gleiche und dem Vorzeichen nach entgegengesetzte Quantum Electricität frei wird. Bei Berührung mit einem als Electrode dienenden Leiter geben die geladenen Gastheilchen ihre freie Electricität an diesen ab.

Der durch die Anwesenheit des glühenden Körpers bedingte electricische Zustand des Gases konnte durch Messung der auf der Electrode erregten freien Spannung mittelst eines empfindlichen (Quadrant-) Electrometers festgestellt werden; nur in einem Falle, nämlich beim Anblasen einer in Luft glühenden Platinoberfläche, war die auftretende Spannung gross genug (150 Volt), um an einem gewöhnlichen Gold- oder Aluminiumblattelectroskope wahrgenommen zu werden.

Indessen fand sich noch eine zweite Möglichkeit, diesen electricischen Zustand des Gases zu zeigen. Dieselbe beruhte auf dem in einigen Einzelfällen seit langer Zeit bekannten unipolaren Leitungsvermögen erhitzter Gase²⁾, d. h. der Fähigkeit der-

1) Vgl. J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. **37**. p. 315. 1889.

2) Bezüglich der einschlägigen Literatur verweisen wir auf unsere Mittheilung: Wied. Ann. **26**. p. 1. 1885.

selben, unter gewissen Bedingungen die positive oder negative Electricität besonders leicht abzuleiten.

Wir glauben den allgemeinen Satz hinstellen zu können, dass ein durch Contact mit einem glühenden Körper positiv erregtes Gas vorwiegend leicht negative Electricität entladet, und umgekehrt.

Bis jetzt haben wir denselben ausnahmslos bestätigt gefunden und möchten im Folgenden unter Zugrundelegung desselben einige der in den genannten Abhandlungen beschriebenen Versuche in einer Form darstellen, welche sie für Demonstrationszwecke geeignet erscheinen lässt.

§ 2. Bei den zu beschreibenden Versuchen wurden ausschliesslich Platindrähte oder Kohlenfäden verwendet, die durch eine Batterie von einigen Zinkkohlen-Elementen in Gluth versetzt werden konnten. Da die Electrisirung der Gase auch bei starker Verdünnung deutlich auftritt und die zur Erreichung eines gewissen Glühzustandes des Drahtes erforderliche Stromintensität um so kleiner wird, je verdünnter das Gas ist, so erscheint es vortheilhaft, die Versuche an Gasen vorzunehmen, deren Dichtigkeit auf einen sehr geringen Bruchtheil der normalen verringert ist. Man erreicht dies, indem man den zum Glühen bestimmten Draht oder Kohlenfaden sammt der Electrode in einem Glasrecipienten (nach Art einer electrischen Glühlampe) anbringt; mittelst einer Quecksilberluftpumpe kann dem Gasinhalt jede beliebige Dichtigkeit innerhalb der wünschenswerthen Grenzen gegeben werden. Ist dieselbe erreicht, so schmilzt man den Apparat von der Pumpe ab.

So hergestellte Recipienten erwiesen sich als sehr bequem zum Gebrauch. Die Erhitzung ist, besonders bei Anwendung von Kohlenfäden und Platindrähten von nur 0,2 mm Stärke nicht so hoch, dass eine Gefahr des Zerspringens zu befürchten wäre. Unentbehrlich sind sie zum Nachweise gewisser Erscheinungen, die wie der unten beschriebene Einfluss magnetischer Kräfte nur bei niederen Gasdrucken deutlich hervortreten.

In Betreff der zu verwendenden Gase ist zu bemerken, dass es in erster Linie auf das Verhalten von verdünnter Luft, O und H ankommt; bei den beiden letzteren Gasen

hat man die Bequemlichkeit, die Recipienten unmittelbar an der Pumpe füllen zu können, indem man Sauerstoff aus einem mit KClO_3 gefüllten angeschmolzenen Glasrohre, Wasserstoff aus einem mit diesem Gase beladenen Palladiumdraht, durch Erhitzen entwickelt.¹⁾

§ 3. Zu den Grundversuchen werden verwandt die Apparate Fig. 2 und 3 ($1\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse). Zwei bei *C* und *D* zu Oesen gebogene Platindrähte von 0,2 mm Dicke sind in die Wand des Recipienten eingeschmolzen und bis *AB* mit Emailleglas umhüllt, bei *AB* ist die Verbindung entweder (Fig. 2) durch den freien spiralförmig gewundenen Draht selbst oder durch einen Kohlenfaden (Fig. 3) von 4—8 Volt Klemmenspannung gebildet. *P* ist eine als Electrode dienende Platinplatte, die durch einen bei *E* aus dem Recipienten heraustretenden, im Inneren mit blauem Emailleglas (letzteres ist in den Figuren überall schraffirt gezeichnet) umkleideten Platindraht mit einem Electroskope in Verbindung gesetzt werden kann. *X* und *Y* sind Ansatzröhren, durch deren eine der Apparat an eine Quecksilberluftpumpe angeschmolzen wird. Apparat Fig. 2 wird mit Luft oder Sauerstoff, Apparat Fig. 3 mit Wasserstoff unter etwa 0,01 mm Druck gefüllt. So vorgerichtet, können die Recipienten zum Nachweis des unipolaren Leitungsvermögens des mit dem glühenden Körper *AB* in Contact befindlichen Gases verwendet werden. Zu dem Zwecke hat man nur *E* mit einer Electricitätsquelle zu verbinden; wir verwandten meist eine grossplattige Zamboni'sche Säule von etwa 200 Volt Spannung oder eine Zink-Platin-Wasser-Batterie von 200 Elementen (212 Volt Spannung). Zugleich communicirt *E* durch einen Leitungsdraht mit einem Gold- oder Aluminiumblattelectroskop, zweckmässig von der Form, die von F. Exner²⁾ vorgeschlagen ist. Eine Pohl'sche Wippe, deren Quecksilbernäpfe auf Siegellackfüssen ruhen, ermöglicht nach Belieben den einen oder anderen Pol der Säule mit *E* in Verbindung zu setzen, während der andere zur Erde abge-

1) Das Verfahren ist des näheren auseinander gesetzt Wien. Ber. 97. IIa. p. 1182. Oct. 1888.

2) Exner, Wien. Ber. 45. II. p. 1084. 1887.

leitet ist; durch Herausheben des beweglichen Theiles der Wippe kann man E nach ertheilter Ladung von der Säule vollständig isoliren.

Ladet man zunächst P in dem mit Luft oder O gefüllten Recipienten (Fig. 2) positiv, während AB nicht glüht, so beobachtet man eine gewisse, der vollen Spannung der Säule entsprechende Divergenz der Aluminiumblättchen. Lässt man dann AB bis zur Gelbgluth erglühen, so bleibt die Divergenz ungeändert, mag man selbst die Verbindung mit dem positiven Pole der Säule aufheben. Ist dagegen P mit dem negativen Pole verbunden, so verschwindet die Divergenz der Blättchen beim Erglühen des Drahtes völlig oder nahezu vollständig, jedenfalls tritt ein sofortiges Zusammenfallen ein, sobald man die Verbindung mit dem Pole der Säule unterbricht. Hierdurch ist nachgewiesen, dass in verdünnter Luft oder in verdünntem O durch einen glühenden Platindraht negative Electricität leichter fortgeführt wird, als positive, oder mit anderen Worten, dass den genannten Gasen bei Gegenwart eines glühenden Platindrahtes ein negativ unipolares Leistungsvermögen zukommt.

Gerade die umgekehrte Erscheinung zeigt der einen Kohlenfaden enthaltende, mit verdünntem H gefüllte Apparat Fig. 3; hier behält P negative Ladungen bei, während positive unmittelbar beim Erglühen des Kohlenfadens abgeleitet werden. Verdünntes H erhält also beim Contact mit einem glühenden Kohlenfaden ein positiv unipolares Leistungsvermögen. (Dieser Versuch ist schon von Hittorf¹⁾ angestellt, allerdings in anderer Form.)

Vollkommen deutlich, wenn auch nicht so stark hervortretend, zeigt sich die gleiche Erscheinung an einem in H glühenden Platindrahte, besonders wenn dem Gase eine Spur Fettdämpfe beigemischt sind. Da letztere infolge der leichteren Verdampfung des Fettes im Vacuum von selbst aus gefetteten Hähnen und Schliffstücken in die Recipienten eindringen, so ist, wie wir in unserer vorigen Arbeit²⁾ schon hervorhoben, bei Herstellung von solchen Apparaten, welche

1) Hittorf, Wied. Ann. 21. p. 137. 1884.

2) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 37. p. 318. 1889.

die Sauerstoff- oder Luftwirkung rein zeigen sollen, die Vermeidung derartiger Verbindungsstücke dringend geboten.

Wir bemerken, dass es ein einfaches Mittel gibt, sich von der richtigen Beschaffenheit der Recipienten zu überzeugen. Misst man nach der von uns a. a. O. angegebenen Methode die durch das Erglühen des Drahtes oder Kohlenfadens auf *P* entstehende freie Spannung mittelst des Quadrantelectrometers, und stellt sich dieselbe positiv oder negativ zu etwa 1—2 Volt oder mehr heraus, so kann man mit Sicherheit ein deutlich unipolares Leitungsvermögen des Gases erwarten, und zwar ist das Zeichen der am leichtesten entladenen Electricität dem der spontan erregten entgegengesetzt.

In unserer letzten, den in Rede stehenden Gegenstand betreffenden Publication¹⁾ hatten wir auf die Möglichkeit hingewiesen, die von Goldstein und Hittorf beobachteten polaren Unterschiede beim Durchgang der Electricität durch verdünnte Gase bei Anwendung glühender Electroden mit der von uns beobachteten Electricitätserregung in Verbindung zu bringen. Hittorf²⁾ und Goldstein³⁾ hatten bekanntlich gefunden, dass bei Verwendung eines glühenden Kohlenfadens als Electrode ein electricischer Strom durch ein Vacuum bei weit geringeren Potentialdifferenzen hindurchgeht, wenn der Faden als Kathode dient, als im entgegengesetzten Falle. Nach unseren Beobachtungen⁴⁾ erregt ein weissglühender Kohlenfaden das umgebende Gas, wenn es H ist, stark negativ; auch in anderen Gasen ist die Electricisirung, wenn auch schwächer, negativ und nähert sich mehr und mehr der im H beobachteten Intensität, wenn der Faden einige Zeit geglüht hat, vermuthlich infolge der Abgabe von Kohlenwasserstoffen aus dem Inneren desselben.

Goldstein ordnete seinen Versuch in der Weise an, dass er eine electricische Glühlampe, in welcher eine dem Kohlenfaden gegenüberstehende Electrode eingeführt war, in den Stromkreis eines Inductionsapparates parallel mit einer

1) J. Elster u. H. Geitel, l. c. p. 328.

2) Hittorf, l. c. p. 136.

3) Goldstein, Wied. Ann. 24. p. 83. 1885.

4) J. Elster u. H. Geitel, l. c. p. 319.

durch ein Mikrometer veränderlichen Funkenstrecke in freier Luft einschaltete. Durch die üblichen Vorsichtsmaassregeln wurde der Schliessungsstrom eliminirt. Glühete der Kohlenfaden nicht, so zog bei einem gewissen Abstände der Mikrometerkugeln der Strom den Weg durch diese vor und veranlasste eine lebhaftige Funkenfolge zwischen denselben, während die Glühlampe keine Anzeichen vom Durchgange der Electricität aufwies. Liess man nun den Kohlenfaden als Kathode weiss glühen, so verschwand die Funkenstrecke im Mikrometer, und der Strom ging durch das Vacuum der Lampe. War der Faden Anode, so trat beim Erglühen derselben keine Aenderung des Funkenstromes auf; der Widerstand des Vacuums erfuhr keine Verminderung.

Wir haben diesen Versuch an Glühlampen verschiedener Form mit Kohlenfäden bis 8 Volt Spannung wiederholt und Goldstein's Ergebniss bestätigt gefunden. Nur ist es wesentliche Bedingung, bei Verwendung so kleiner Kohlenfäden den Strom des Inductoriums entsprechend abzuschwächen, bei grosser Intensität desselben verwischt sich der polare Unterschied mehr und mehr und tritt gegen den Einfluss zufälliger ungleichartiger Beschaffenheit der Electroden, welche den Durchgang des Stromes in der einen oder anderen Richtung schon an sich begünstigen, in den Hintergrund. Alle mal, wenn der Versuch gelang, zeigte das verdünnte Gas in der Lampe positiv unipolares Leitungsvermögen.

War unsere Auffassung dieses Vorganges die richtige, so musste sich bei Verwendung eines glühenden Platindrahtes in O oder Luft der Sinn der Erscheinung umkehren.

Bei Apparaten folgender Form tritt diese Umkehrung mit Sicherheit auf.

Fig. 4 stellt einen kreuzförmigen Recipienten dar. In die seitlich angesetzten Röhren KK' sind nach Art der Kohlenfäden der Glühlampen zwei spiralförmig gewundene Platindrähte AB und A_1B_1 von 0,2 mm Dicke eingeschmolzen, die bis auf die freien Spiralen mit Glas umhüllt sind, sie münden in die Oesen CD und C_1D_1 . Durch CD , resp. C_1D_1 wird der zum Glühen erforderliche Strom eingeleitet. Die Platte P dient dazu, das electrische Verhalten des eingeschlossenen Gases bei glühendem Drahte AB oder A_1B_1

mittelst des Electrometers zu prüfen; sie ist für den eigentlichen Versuch unwesentlich und kann fortgelassen werden. Der Apparat wird an der Pumpe mit Luft oder O gefüllt und evacuirt, während von Zeit zu Zeit der Strom des Ruhmkorff von AB nach $A_1 B_1$ hindurchgeleitet wird. Parallel mit demselben ist, wie in Goldstein's Versuch, ein Funkenmikrometer in den Schliessungskreis des Inductoriums eingeschaltet. Bei fortgesetztem Evacuiren nimmt, wie bekannt, der Widerstand der Gasstrecke $ABA_1 B_1$ zuerst ab, dann wieder zu, während zugleich das grüne Kathodenlicht sich entwickelt. Man setzt das Evacuiren so lange fort, bis im Funkenmikrometer ein bequemer einstellbarer Abstand der Polspitzen erreicht ist. Lässt man nun mittelst einer (zweckmässig isolirten) Batterie von zwei Zinkkohlenelementen AB oder $A_1 B_1$ glühen, so beobachtet man jetzt die Umkehrung des von Goldstein beschriebenen Phänomens, ein Glühen der Kathode ist jetzt ohne Wirkung, während das der Anode ein Verschwinden des Funkenstromes im Mikrometer und das Auftreten des Entladungslichtes zwischen AB und $A_1 B_1$ verursacht. Bedingung ist auch hier eine der Grösse der glühenden Oberfläche angepasste Intensität des Inductionstromes.

Bei grösserem Abstände der Electroden tritt die Erscheinung nicht in gleicher Deutlichkeit zu Tage. Obgleich bei dem Versuche nur eine Electrode zum Glühen gebracht wird, ist es doch zweckmässig, wie in Fig. 4 die Electroden so einzurichten, dass die eine wie die andere verwendet werden kann, man vermeidet dadurch die Ausbildung von Ungleichartigkeiten in der Oberflächenbeschaffenheit derselben, durch welche schon an sich polare Unterschiede (Ventilwirkungen) hervorgerufen werden können.

Wie oben bemerkt, kann man den Recipienten mit verdünnter Luft oder O füllen, doch dürfte das erstere vorzuziehen sein. Reiner O wird nämlich von dem glühenden Draht bald verzehrt, sodass der Widerstand der Gasstrecke continuirlich zunimmt und in kurzer Zeit so gross wird, dass die sichtbare Entladung in der Röhre überhaupt verschwindet.

Stellt man sich zwei Apparate der Form Fig. 4 her,

deren einer verdünnte Luft, deren anderer Wasserstoff und an Stelle von AB und $A'B'$ Kohlenfäden enthält, so lässt sich an diesen der Goldstein'sche Versuch und seine Umkehrung leicht zeigen.

§ 5. Auch die Veränderungen in dem Leitungsvermögen der erhitzten Gase im magnetischen Felde sind mittelst des Electroskopes zum Theil bequem nachzuweisen. Wir hatten gefunden, dass die positive Erregung der Luft und des O im magnetischen Felde zunimmt, die negative des H im allgemeinen abnimmt. Dabei trat in letzterem Gase eine Einwirkung des Magnets auf die vom glühenden Drahte sich abzweigenden Partialströme hervor. Nahm man nämlich an, dass diese nach Art der Lichthülle eines electrischen Funkens eine electrodynamische Ablenkung erfahren, so liess sich das Gesetz so aussprechen: Eine dem convexen Theile der abgelenkten Strombahn gegenüber gestellte Electrode ist negativ gegen eine dem concaven zugewandte. Diese Erscheinung betrachteten wir als dem Hall'schen Phänomen analog.

Die Verstärkung der positiven Erregung in O oder Luft durch magnetische Kräfte ist, da schon unter normalen Verhältnissen positive Electricität von der Electrodenplatte E durch den glühenden Draht nicht abgeleitet wird, begreiflicher Weise electroskopisch nicht nachweisbar. Dagegen ist das Verhalten des Wasserstoffs ein sehr charakteristisches.

Zu den hierher gehörigen Versuchen benutzten wir den Recipienten Fig. 5, in welchem bei AB in der bekannten Weise ein gerader Kohlenfaden angebracht war; der Apparat enthielt verdünntes H. Derselbe wurde zwischen den Polen eines Hufeisenelectromagnets mittlerer Grösse¹⁾ so befestigt, dass der Kohlenfaden AB in der Aequatorialebene lag. Stellte man sich AB in der Aequatorialebene als beweglich vor, so konnte man aus dem Ampère'schen Gesetze bei bestimmter Stromesrichtung zwischen A und B , sowie bei bekannter Polarität des Magnets eine zu erwartende Ab-

1) J. Elster u. H. Geitel, Wien. Ber. I. c. p. 1236 u. 1239.

lenkung des Fadens nach oben oder unten, d. h. der Platte *P* zu- oder abgewandt erschliessen, an welcher der oben angegebenen Vorstellung gemäss etwaige von *AB* sich abzweigende Stromfäden im Gase theilnehmen mussten

Wir beobachteten nun folgendes:

War der Magnet nicht erregt und *P* mit positiver Electricität geladen, so trat, wie bei Apparat Fig. 3 ein Zusammenfallen der Blättchen des Electroskops ein, sobald *AB* glühend gemacht wurde. Erregte man den Magnetismus, so ging die Entladung langsamer vor sich, sodass, wenn *P* dauernd mit dem positiven Pol der Säule oder Wasserbatterie verbunden blieb, in jedem Falle noch eine messbare Divergenz bestand. Die Grösse derselben war aber wesentlich verschieden, je nachdem eine Ablenkung der Stromfäden nach oben oder nach unten zu erwarten stand. Im ersteren Falle war die Divergenz nur klein, im anderen dagegen war sie meist so gross, dass das Electroskop bei Verwendung einer Säule von 212 Volts Spannung zu ihrer Messung nicht ausreichte, die Blättchen desselben entluden sich durch Anschlagen an die Metallwände. Diesen Selbstentladungen entspricht eine Spannung von ca. 200 Volts.

Auch Platindrähte in *H* und in verdünnter, mit Fettdämpfen gemischter Luft zeigen dieselbe Erscheinung. Sie ermöglichen, wie beiläufig bemerkt sein möge, eine instructive Abänderung des Versuchs in der Art, dass man den glühenden Draht in der Mitte des Recipienten ausspannt und demselben oben und unten je eine Electrodenplatte *P* gegenüberstellt. Bei Stromwechsel in dem Electromagnet oder im glühenden Drahte vertauschen die Platten ihre Rolle.

Eine Messungsreihe für Kohlenfäden und Platindrähte ist in der folgenden Tabelle angegeben:

Tabelle.

A. Der glühende Körper ist eine Platinspirale von 0,2 mm Drahtstärke (Fig. 2). Die Platte *P* steht dauernd mit dem positiven Pole einer Zamboni'schen Säule von ca. 180 Volts Spannung in Verbindung. Füllung des Apparates:

Luft und Fettdämpfe. Druck $p=0,012$ mm. Datum: 19. Januar 1889.

	Divergenz	Spannung in Volts
1)		
Ohne Magnet	6,0	84
Magnet $\#$ ¹⁾	5,5	75
Magnet $\times$	9,2	128
2)		
Ohne Magnet	6,2	88
Magnet $\#$	6,2	88
Magnet $\times$	12,2	159
3)		
Ohne Magnet	6,2	88
Magnet $\#$	9,5	131
Magnet $\times$	12,2	159

B. Der glühende Körper ist ein weissglühender gerader Kohlenfaden (Fig. 5) von 6 Volts Klemmenspannung. Die Platte P steht dauernd mit dem positiven Pol der Zink-Platin-Wasserbatterie von 212 Volts Spannung in Verbindung. Füllung des Apparates: H; $p=0,009$ mm. Datum: 20. April 1889.

	Divergenz	Spannung in Volts
4)		
Ohne Magnet	6,0	84
Magnet $\#$	9,0	126
Magnet $\times$	Maximum ²⁾	212
5)		
Ohne Magnet	5,9	82
Magnet $\#$	10,0	136
Magnet $\times$	Maximum	212
6)		
Ohne Magnet	6,9	101
Magnet $\#$	13,5	168
Magnet $\times$	Maximum	212

Es stellte sich demnach heraus, dass bei Ablenkung der Stromfäden nach unten P sich in einem fast isolirenden Mittel befindet, während bei entgegengesetzter Richtung derselben das Gas eine beträchtliche Leitungsfähigkeit bewahrt.

1) Bei Magnet $\#$ würde der biegsam gedachte Draht, resp. Kohlenfaden sich der Electrodenplatte P zu-, bei Magnet $\times$ von ihr abwenden.

2) Die Aluminiumblättchen schlagen an die Wandungen des Electroskops an.

Dabei beobachteten wir häufig, dass die Divergenz in regelmässiger Periode auf und ab schwankte, und zwar wechselte die Länge der Periode von mehreren Secunden bis zu Bruchtheilen einer solchen, es schien uns, als ob die Schwingungsdauer mit der Länge der Recipienten zusammenhinge.

Es ist zum Gelingen dieser Versuche erforderlich, dass die verwendeten Drähte oder Kohlenfäden gerade oder Spiralen mit geraden Axen sind, bei gekrümmten laufen die Partialströme nicht dem Bogen parallel, sondern bewegen sich in der Richtung der Sehne, solche Drähte können sich demnach nicht symmetrisch in der Richtung nach oben und unten verhalten.

§ 6. Die im Vorstehenden gegebene Beschreibung der Versuche ist frei von jeder Muthmassung über die Natur der in den erhitzten Gasen sich vollziehenden Zustandsänderungen. Wir haben an anderem Orte¹⁾ bemerkt, dass uns dieselben eine Stütze der von A. Schuster vertretenen Theorie der Electricitätsleitung in Gasen darzubieten scheinen, nach welcher jede Electricitätsbewegung in einem Gase an eine wenigstens theilweise Dissociation der Gasmolecüle gebunden ist. Unserer Ansicht nach tritt eine solche Dissociation an der Oberfläche und in der Nähe des glühenden Körpers ein. Das denselben umgebende Medium kann aufgefasst werden als ein Isolator, der von einer Anzahl electrischer, leitender, beweglicher Theilchen durchsetzt ist, die unausgesetzt von der Umgebung des glühenden Körpers ausgehen; dasselbe nähert sich mit steigender Temperatur einem Zustande, der dem der gewöhnlichen Electrolyte zu vergleichen ist, nur mit dem Unterschiede, dass Ionen von gewissem Vorzeichen der Ladung (in O positiv geladene, in H negativ geladene) der Zahl nach überwiegen.

Aus dieser Auffassung erklärt sich die Eigenschaft des Sauerstoffs, negative Electricität, die des Wasserstoffs, positive Electricität bei Gegenwart eines glühenden Körpers vorwiegend zu entladen.

1) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. l. c. p. 325.

Es ist verständlich, dass bei kleiner Oberfläche des glühenden Körpers die Anzahl freier Ionen sich zur Convection grosser Electricitätsmengen als unzureichend erweisen kann, daher die Nothwendigkeit, bei dem Goldstein'schen Versuche die Stromintensität des Ruhmkorff in gewissen, von der Grösse der glühenden Oberfläche abhängigen Grenzen zu halten.

Auch das Verhalten des Wasserstoffs im magnetischen Felde erscheint von diesem Standpunkte aus nicht auffallend.¹⁾ Die am glühenden Kohlenfaden sich abzweigenden und das Gas durchsetzenden Partialströme erfahren, wie schon das Verhalten der leuchtenden Entladung im Vacuum vermuthen lässt, eine electrodynamische Einwirkung ähnlich wie vom Strom durchflossene biegsame Drähte. Während bei diesen aber ein Gleichgewicht zwischen den electrodynamischen und elastischen Kräften eintritt, ist hier ein analoger Zustand nicht möglich.

Die electrodynamischen Impulse, welche der Magnet auf die den Strom vermittelnden Gasmolecüle ausübt, finden keine Gegenkraft, infolge dessen müssen die Molecüle diesem Antriebe folgen und sich in der Richtung der electricischen Kraftlinien senkrecht zur Stromesrichtung, und zwar nach der convexen Seite der Stromlinien hin bewegen. Sind diese gegen die Platte *P* hin convex, so muss diese von einem Schwarm negativ geladener Gastheilchen getroffen werden, sind sie gegen dieselbe concav, so werden die letzteren nach dem unteren Theile des Recipienten getrieben. Wird also *P* durch eine Säule von aussen positiv geladen, so nimmt bei ersterer Stellung die Spannung ab, bei der zweiten erreicht sie das Maximum. Dass im ersteren Falle die Entladung der Platte nicht so vollkommen erfolgt, als wenn der Magnet überhaupt nicht in Thätigkeit ist, dürfte dadurch zu erklären sein, dass ja auch die Oberfläche der Electrode *P*, sobald Electricität durch dieselbe aus- oder eintritt, eine Niveaufläche darstellt. Daher werden im Moment der Erregung des Magnets die die Stromleitung vermittelnden Gas-

1) Vgl. unsere Arbeit in den Wien. Ber. l. c. p. 1261.

theilchen einen Antrieb erfahren, der sie seitlich von der Platte abzurängen sucht.

Mit den im Vorigen beschriebenen Apparaten¹⁾ lassen sich demnach folgende Thatsachen nachweisen:

1) Ein in verdünntem Sauerstoff oder in verdünnter Luft glühender Platindraht entladet negative Electricität leichter als positive.

2) Ein in verdünntem Wasserstoff glühender Platindraht oder Kohlenfaden entladet positive Electricität leichter als negative.

3) Ein über Luft (oder Sauerstoff) dargestelltes Vacuum wird vom Strom eines Inductoriums beim Glühen der aus Platindraht gebildeten Lichthülle leichter durchflossen als bei glühender Kathode.

4) Im Wasserstoff kehrt sich die Erscheinung um, am sichersten bei Anwendung von Kohlenfäden.

5) Im magnetischen Felde nimmt die unter Nr. 2 angegebene Leitungsfähigkeit des verdünnten Wasserstoffs für positive Electricität ab.

6) Im magnetischen Felde und in verdünntem Wasserstoff wird eine dem glühenden (geraden) Drahte oder Kohlenfaden gegenüberstehende positiv geladene Electrode leichter entladen, wenn der (biegsam gedachte) glühende Draht oder Faden dem Ampère'schen Gesetz nach sich derselben zuwenden würde, als bei umgekehrter Stromesrichtung.

Von diesen Erscheinungen sind die unter Nr. 2 und 4 angeführten aus den Arbeiten Hittorf's und Goldstein's bekannt.

Wolfenbüttel, im Juni 1889.

1) Dieselben wurden nach unseren Angaben theils von Geissler's Nachfolger in Bonn, theils vom Glastechniker Müller-Unkel in Braunschweig angefertigt.