**24. Die Entladung der Elektricität von
galvanisch glühender Kohle in verdünntes Gas¹⁾;
von J. Stark.**

I.

Volta ²⁾ fand, dass sich ein mit glühenden Kohlen gefüllter Behälter mit negativer Elektricität lädt. An Flammen ³⁾ hat eine Reihe von Forschern Elektricitätsentwicklung beobachtet. Nach H. Buff ⁴⁾ erfolgt von einem erhitzten zu einem kalten Draht durch ein dazwischenliegendes Gas ein Transport positiver Elektricität. J. Elster und H. Geitel ⁵⁾ wiesen mit Hülfe des Paquelin'schen Brenners und galvanisch glühender Drähte nach, dass die meisten Gase, mögen sie gewöhnlichen oder niedrigeren Druck besitzen, bei Berührung mit einem glühenden Körper positive Ladung annehmen, während dieser selbst negativ elektrisirt wird. Versuche von R. Nahrwold ⁶⁾, G. Vicentini ⁷⁾ und G. Vicentini und M. Cinelli ⁸⁾ bestätigten die Resultate J. Elster's und H. Geitel's. Der elektrische Zustand eines Gases an einem glühenden Körper, dessen Temperatur unter 1500° liegt, ist ein wesentlich anderer als der eines Elektrolyten an einem Metall. Es ist nämlich das Gas bei einer solchen Temperatur, ohne selbst dissociirt oder in gleichviel positive und negative Ionen zerfallen zu sein, mit positiv elektrischen Theilchen durchsetzt; diese stellen seine elektrische Ladung dar.

1) Die Glühlampen, die in der vorliegenden und den zwei folgenden Untersuchungen Verwendung fanden, wurden von der glastechnischen Firma R. Ebermayer in München, Schillerstr. 29, hergestellt.

2) A. Volta, *Collezione delle opere*. (1) **1.** p. 271. 1816.

3) G. Wiedemann, *Die Lehre von der Elektricität*. 3. Aufl. **4. II.** p. 870. 1885; O. Lehmann, *Elektrische Lichterscheinungen* p. 201. 1898.

4) H. Buff, *Ann. d. Chem. u. Pharm.* **90.** p. 277. 1854.

5) J. Elster u. H. Geitel, *Wied. Ann.* **19.** p. 588. 1883; **31.** p. 109. 1887; **37.** p. 315. 1888.

6) R. Nahrwold, *Wied. Ann.* **35.** p. 107. 1888.

7) G. Vicentini, *Lum. él.* **50.** p. 187. 1893; *Beibl.* **18.** p. 876. 1894.

8) G. Vicentini u. M. Cinelli, *Nuov. Cim.* (3) **36.** p. 297. 1894; *Beibl.* **19.** p. 521. 1895.

Dadurch, dass ein Gas an einem glühenden Körper positiv, dieser negativ elektrisirt ist, wird ein dem glühenden Körper genäherter, nicht zu stark negativ geladener Körper schneller entladen als ein positiv geladener, und, wird dem glühenden Körper eine nicht zu starke Ladung zugeführt, so verliert er sie schneller, wenn sie positiv als wenn sie negativ ist. Diese unipolare Entladung ist nach dem Gesagten convectiv. Sie wurde unter verschiedenen Versuchsumständen von P. Erman¹⁾, Guthrie²⁾, Bickerton³⁾, J. Elster und H. Geitel⁴⁾ und K. R. Koch⁵⁾ beobachtet. Die sogenannte unipolare Leitung⁶⁾ der Flammen gehört nach den Darlegungen H. Herwig's⁷⁾ und J. Elster's und H. Geitel's⁸⁾ ebenfalls hierher.

Anderer Art als die eben besprochene ist die Entladung, die eintritt, wenn der absolute Werth der Spannung auf einem von Gas umgebenen Körper über eine gewisse Grösse erhöht wird. Sie wird in bemerkenswerther Weise von der Temperatur beeinflusst. P. Riess⁹⁾ beobachtete, dass von Kohle, die infolge von Verbrennung glüht, in Luft negative Elektricität leichter entladen wird als positive. E. Douliot¹⁰⁾ machte die gleiche Beobachtung. W. Hittorf¹¹⁾ fand, dass ein Körper, der galvanisch glühender Kohle gegenübersteht, eine positive Ladung schneller verliert als eine negative. J. Elster und H. Geitel¹²⁾ und J. A. Fleming¹³⁾ wiederholten den Versuch

1) P. Erman, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 353. 1819.

2) F. Guthrie, Phil. Mag. (4) 46. p. 257. 1873; Chem. News 45. p. 116. 1882; Beibl. 6. p. 686. 1882.

3) A. W. Bickerton, Phil. Mag. (4) 46. p. 450. 1873.

4) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 26. p. 1. 1885; 38. p. 27. 1889.

5) K. R. Koch, Wied. Ann. 33. p. 454. 1888.

6) G. Wiedemann, Die Lehre von der Elektricität. 3. Aufl. 4. II. p. 888. 1885.

7) H. Herwig, Wied. Ann. 1. p. 516. 1877.

8) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 26. p. 1. 1885.

9) P. Riess, Reibungselektricität 1. p. 270. 1853.

10) E. Douliot, Compt. rend. 77. p. 1472. 1873.

11) W. Hittorf, Wied. Ann. 21. p. 137. 1884.

12) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 38. p. 27. 1889.

13) J. A. Fleming, Phil. Mag. (5) 42. p. 89. 1896.

von W. Hittorf mit dem gleichen Erfolge. Nach E. Branly¹⁾ wird ein mit einem in Luft glühenden Platindraht verbundenes Elektroskop schneller entladen, wenn es negativ als wenn es positiv geladen ist. In den Versuchen der genannten Forscher ist auf die Elektrisirung eines Gases an einem glühenden Körper nicht genügend Rücksicht genommen. Indem A. Oberbeck²⁾ die Ladung des glühenden Körpers durch Influenz sehr stark wählte, konnte er den Einfluss jener Elektrisirung bei seinen Messungen über das Entladungspotential an Platindrähten, die in Luft galvanisch erhitzt wurden, vernachlässigen. Er schreibt l. c. p. 206: „Die Temperaturerhöhung des Drahtes bewirkt zweierlei: einmal eine Herabsetzung des Entladungspotentials für beide Elektrizitäten, zweitens einen sich immer mehr und mehr ausprägenden Unterschied derselben... Bei erhöhter Temperatur fliesst aus einem dünnen Draht in Folge des elektrischen Potentialgefälles negative Elektrizität leichter aus als positive.“

II.

Der kalte Kohlenfaden einer Glühlampe verhält sich gegen eine genäherte positive und negative Ladung gleich; er wird sowohl von einem geriebenen Kautschuk- wie Glasstab angezogen. Auch wenn er von einem elektrischen Strom mässig bis zum Beginn der Rothgluth erwärmt ist, wird er von einer positiven wie negativen Ladung angezogen.

Wenn der Kohlenfaden roth glüht, dann zeigt er in seinem elektrischen Verhalten gegen genäherte Ladungen einen polaren Unterschied. Nähert man ihm nämlich, wenn er roth glüht, einen geriebenen Kautschukstab, so wird er von diesem wieder angezogen; dagegen bleibt er nunmehr gegenüber einem geriebenen Glasstab in Ruhe, wenigstens solange dieser genähert bleibt; wird dieser entfernt, so wird er von der Stelle der Glaswand angezogen, die sich zuvor zwischen ihm und dem Glasstab befunden hatte. Dies Verhalten ist folgendermaassen zu deuten. Die positive Influenzladung wird von der rothglühenden Kohle in das verdünnte Gas nicht entladen; darum wird der Glühfaden von einer genäherten negativen

1) E. Branly, *Compt. rend.* **114.** p. 831. 1531. 1892.

2) A. Oberbeck, *Wied. Ann.* **60.** p. 193. 1897.

Ladung angezogen. Die negative Influenzladung wird von der Kohle in das verdünnte Gas gegen die genäherts positive Ladung entladen; darum wird von dieser der Glühfaden nicht angezogen. Nach Entfernung der positiven Ladung kommt die zuvor auf die Glaswand aus der Kohle ausgeströmte negative Influenzelektricität allein zur Wirkung und zieht den Glühfaden an.

Die beschriebene unipolare Entladung ist an der Kohle zu beobachten, wenn ihre Gluth zwischen dunkelroth und weiss liegt; auch wenn der Kohlenfaden normal glüht, d. h. 3,5 bis 4 Watt pro Kerze verbraucht und ungefähr eine Temperatur von 1500° besitzt, ist der beschriebene polare Unterschied noch vorhanden. Dieser wird jedoch unschärfer, wenn die Gluth des Kohlenfadens weiter gesteigert wird, und ist bei intensiver Weissgluth des Fadens verschwunden. Dieser wird dann weder von einer positiven noch einer negativen Ladung mehr angezogen. Es wird dann eben auch die positive Elektricität von der glühenden Kohle in das verdünnte Gas schnell und vollkommen entladen.

Da die Dichten der positiven und negativen Elektricität auf dem Kohlenfaden nicht bedeutend voneinander verschieden sind und dessen Elektrisirung infolge des Glühzustandes nach den Messungen J. Elster's und H. Geitel's nicht stark ist und darum gegen die Influenzladungen vernachlässigt werden kann, so lassen sich aus dem Obigen folgende zwei allgemeine Sätze entnehmen: *Der absolute Werth der Entladungsspannung an Kohle in verdünntem Gas wird durch Erwärmung der Kohle für die positive und negative Elektricität herabgesetzt; für die negative Elektricität ist diese Herabsetzung ungemein viel grösser als für die positive.*

Glühlampen, deren Faden das beschriebene unipolare Verhalten gegen genäherte Ladungen zeigen, sollen empfindlich heissen. Unempfindliche Lampen können durch Erniedrigung des Glühgrades empfindlich gemacht werden. Manche Lampen sind jedoch auch bei schwacher Rothgluth unempfindlich; sie sind es dann auch kalt; ihre Unempfindlichkeit rührt von dem vor Influenz schützenden Wandbeschlag her, der sich bei Ueberspannung oder nach langem Gebrauch einer Lampe infolge Zerstäubung der Kohle absetzt.

III.

Auf Grund der Ausführungen im vorhergehenden Abschnitt sind folgende Beobachtungen und Versuche leicht zu verstehen.

Wird eine empfindliche oder nahezu empfindliche Glühlampe den in freier Luft liegenden Polen einer Elektrisirmaschine oder eines Inductoriums oder den Elektroden einer Entladungsröhre genähert, so zuckt der Glühfaden, so oft eine Entladung erfolgt; das Zucken ist stärker am negativen als am positiven Pol.¹⁾

Wird die Glasbirne einer empfindlichen Glühlampe an den positiven Pol einer Elektrisirmaschine gelegt und wird dieser dann geladen, so wird der Glühfaden von der Contactstelle nicht angezogen. Entfernt man langsam die Lampe vom Pol, so neigt sich der Glühfaden gegen die Contactstelle; leitet man von dieser die auf sie übergegangene positive Elektrizität durch Berührung mit dem Finger ab, so schlägt der Glühfaden lebhaft an die Glaswand.

In eine empfindliche Glühlampe sei eine Metallelektrode eingeführt; sie sei mit einem Elektroskop verbunden; dieses werde positiv geladen und die Lampe darauf eingeschaltet. Das Elektroskop wird dann, wie bereits Hittorf fand, augenblicklich durch den glühenden Kohlenfaden entladen, ohne Rücksicht auf die Stärke seiner Ladung. Ist jedoch das Elektroskop negativ geladen, so sind zwei Fälle zu unterscheiden. Wenn es schwach geladen ist, so wird es aus einem weiter unten angegebenen Grunde entladen. Wenn es stark geladen ist, so behalten seine Goldblättchen ihre Divergenz lange Zeit unverändert bei, falls die Lampe empfindlich ist; bei wenig empfindlichen Lampen fallen sie erst langsam, dann schneller zusammen.

Wenn man ein ungeladenes Elektroskop, das mit der Metallelektrode einer empfindlichen Glühlampe verbunden ist, mit einer starken positiven Ladung influenzirt, während die Lampe glüht, so zeigt es sich nach Wegnahme der influenzirenden

1) M. W. Hoffmann, Wied. Ann. 60. p. 642. 1897.

Ladung negativ geladen. Eine negative Ladung vermag diese Influenzwirkung nicht hervorzubringen.

IV.

Ist in eine Lampe eine Metallelektrode eingeführt und durch ein Galvanometer mit dem einen Pole der die Lampe speisenden Batterie verbunden, so zeigt das Galvanometer einen Strom an. Dieser in der folgenden Abhandlung untersuchte Strom sei Gasstrom genannt, und zwar negativ, wenn er von der Metallelektrode zum Glühfaden, positiv, wenn er in entgegengesetzter Richtung geht. Nähert man einer empfindlichen Glühlampe, von welcher in der angegebenen Weise der positive oder negative Gasstrom abgenommen wird, einen positiv oder negativ geladenen Körper, etwa einen geriebenen Glas- oder Kautschukstab, so wird dadurch der vom Gasstrom im Galvanometer hervorgebrachte Ausschlag nicht dauernd geändert. Wird jedoch der Lampe vor dem Einschalten ein geriebener Kautschukstab, also eine negative Ladung, genähert, so wird der Glühfaden von dieser angezogen und das Galvanometer zeigt nach dem Einschalten der Lampe keinen Gasstrom an; sowie aber die negative Ladung von der Lampe entfernt wird, erscheint sofort der Gasstrom; nähert man darauf, während die Lampe eingeschaltet bleibt, eine negative Ladung, so hat dies keinen Einfluss mehr auf den Gasstrom und gleichzeitig ist die Lampe unempfindlich geworden.

Wird ein geriebener Kautschukstab der Lampe erst nach dem Einschalten genähert, so lässt sich, wie gesagt, der Gasstrom nicht hemmen. Ist jedoch der Kautschukstab nicht zu schwach geladen und wird er in unmittelbarer Nähe der Lampe ein paar Mal rasch auf- und abwärts bewegt, so verschwindet auf einmal der Gasstrom und gleichzeitig ist die Lampe empfindlich geworden. Wird der Kautschukstab entfernt, so erscheint der Gasstrom wieder und die Lampe ist wieder unempfindlich. Ist die bei diesem Versuch angewendete negative Ladung schwach, so wird durch schnelles Auf- und Abwärtsbewegen derselben der Gasstrom vorübergehend nur geschwächt, nicht ganz gehemmt; er wird hierbei offenbar für einzelne Momente unterbrochen, um sich sofort wieder zu schliessen.

Bei schwach glühenden Lampen kann durch negative Ladungen der Gasstrom leicht in der angegebenen Weise unterbrochen werden.

Weder eine schwache noch eine starke positive Ladung wirkt irgendwie hemmend auf den positiven oder negativen Gasstrom. Unter Umständen scheint dies jedoch der Fall zu sein. Nähert man nämlich einer glühenden Lampe, von welcher der Gasstrom abgenommen wird, einen stark positiv geladenen Glasstab und entfernt ihn dann sehr schnell wieder, so neigt sich ihm der Glühfaden nach und wird dauernd von der dazwischen gelegenen Glaswand angezogen; gleichzeitig ist der Gasstrom verschwunden und die Lampe empfindlich geworden. Indess ist das Verschwinden des Gasstromes in diesem Falle nicht die Wirkung der positiven, sondern einer negativen Ladung, nämlich der negativen Influenzelektrizität, die gegen die sich entfernende positive Ladung auf die dazwischenliegende Glaswand aus dem Glühfaden geströmt ist. Wird nämlich dem in der angegebenen Weise von der Glaswand angezogenen Glühfaden eine negative Ladung genähert, so wird die Anziehung verstärkt, während sie durch eine positive Ladung geschwächt wird. Ja, wenn der Gasstrom infolge einer nicht zu starken negativen Wandladung am Austritt gehemmt ist, wird er durch eine genäherte positive Ladung sofort ausgelöst. Solange eine negative Wandladung vorhanden ist oder ihr Einfluss nicht durch eine genäherte positive Ladung neutralisirt wird, kann von der Lampe weder ein positiver noch ein negativer Gasstrom abgenommen werden.

Bei der Würdigung der im vorausgehenden beschriebenen Versuche hat man festzuhalten, dass von einem Einfluss statischer Ladungen auf den Gasstrom ebensowenig die Rede sein kann, wie bei einem continuirlichen Strom in einem Leiter. Man hat sein Augenmerk auf das Eintreten der Entladung der Elektrizität am Glühfaden zu richten. Der Gasstrom spielt eine untergeordnete Rolle; er ist lediglich ein Mittel, den Eintritt der Entladung festzustellen.

Weiter ist zu beachten, dass bei der Kleinheit der angewandten elektromotorischen Kräfte an der kalten Metallelektrode keine Entladung eintreten kann, sondern nur am glühenden Kohlenfaden, dass also das Zustandekommen des

Gasstromes immer abhängt und eingeleitet wird von einer Entladung am Glühfaden.

Auf Grund der vorstehenden Ueberlegungen kann man aus den beschriebenen Versuchen folgendes entnehmen. Wird zu der positiven oder negativen Ladung, die der Glühfaden von der den Gasstrom erzeugenden elektromotorischen Kraft erhält, oder kurz zu einer Polladung des Glühfadens, durch Influenz eine schwache oder starke negative Ladung gefügt, so tritt leicht und schnell eine Entladung der Elektrizität an der glühenden Kohle ein. Bei schwacher positiver Polladung vermag, wie das Auftreten des positiven Gasstromes beweist, auch die negative Elektrizität aus dem Glühfaden in das verdünnte Gas zu entweichen. Wird jedoch eine negative Polladung des Glühfadens mit einer bedeutend stärkeren positiven Influenzladung überdeckt, oder wird eine positive Polladung desselben durch eine ziemlich grosse positive Influenzladung verstärkt, so kann am Glühfaden keine Entladung eintreten. Wie schon bei der Entladung eines Elektroskops fällt auch hier auf, dass eine schwache positive Ladung in das verdünnte Gas entweichen kann, eine stärkere nicht.

Wird der Glühgrad einer Lampe über den normalen erhöht, sodass sie unempfindlich wird, so kann auch eine starke positive Influenzladung den Gasstrom nicht mehr am Austritt aus dem Glühfaden hindern; es wird dann eben auch die positive Elektrizität von der glühenden Kohle in das verdünnte Gas entladen.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Versuche enthalten eine Bestätigung des bereits nach einer anderen Methode gefundenen Resultates, dass der absolute Werth der Spannung für den Eintritt der Entladung von Kohle in verdünntes Gas durch Erhitzung der Kohle herabgesetzt wird, für die negative Elektrizität jedoch weit stärker als für die positive.

V.

Wird einer Lampe, die glühend nur für starke negative Ladungen empfindlich ist, für schwache nicht, vor dem Einschalten ein geriebener Kautschukstab genähert, so zeigt sie sich nach dem Einschalten empfindlich, wenn der Stab ge-

nähert bleibt; der Glühfaden wird angezogen und neigt sich immer nach der negativen Ladung hin, auf welche Seite der Lampe diese auch gebracht wird. Wenn jedoch der Kautschukstab entfernt und dann wieder genähert wird, so ist die Lampe gegen ihn vollkommen unempfindlich, obwohl er seine negative Ladung noch besitzt. Eine genäherte positive Ladung bringt die beschriebene Erscheinung nicht hervor.

Wie in der folgenden Abhandlung dargelegt werden wird, gehen zwischen verschiedenen Stellen des Glühfadens Gasströme über. Hält man sich dies vor Augen, so wird man die eben beschriebene Beobachtung folgendermaassen deuten. Wie der durch ein Galvanometer abgenommene Gasstrom, werden jene inneren Gasströme am Austreten aus dem Glühfaden gehindert, wenn vor dem Einschalten der Lampe in der Nähe des Kohlenfadens eine negative Ladung vorhanden ist; wie in jenem Falle, so ist auch in diesem Empfindlichkeit nur so lange vorhanden, als die inneren Gasströme nicht übergehen können.

Fast bei allen in diesem und dem vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Versuchen macht man die Beobachtung, dass eine Lampe nur so lange empfindlich ist, als kein Gasstrom vorhanden ist, dass sich also Gasstrom und Empfindlichkeit gegenseitig ausschliessen. Dem entspricht auch folgender Versuch. Eine Lampe, mit der sich die beschriebenen Versuche anstellen lassen, zeigt Zuckungen des Glühfadens, wenn eine negative Ladung in ihrer Nähe schnell auf- und abbewegt wird. Diese Zuckungen werden seltener und schwächer, wenn unter Zuhülfenahme einer vom Lampenstrom unabhängigen elektromotorischen Kraft ein starker Gasstrom abgenommen wird.

Der Grund der Unverträglichkeit zwischen Empfindlichkeit und Gasstrom ist in der Beschaffenheit des verdünnten Gases zu suchen. Dieses ist bei Gegenwart des Gasstromes hinsichtlich seines elektrischen Verhaltens anders beschaffen, als wenn kein Gasstrom durch dasselbe geht und der Glühfaden von negativen Ladungen angezogen wird; in diesem Falle verhält es sich wie ein Dielektricum, in jenem besitzt es eine gewisse Leitfähigkeit.

Nunmehr versteht man auch die gemachte Beobachtung, dass schwache positive Ladungen in das verdünnte Gas austreten können, stärkere jedoch nicht. Schwache positive Ladungen können nämlich die inneren Gasströme nicht am Aus-

treten hindern; diese verleihen aber dem verdünnten Gas eine gewisse Leitfähigkeit; aus diesem Grunde kann ein Transport positiver Elektrizität vom Glühfaden zu einer Metallelektrode stattfinden. Stärkere positive Ladungen dagegen hindern die inneren Gasströme am Austreten, und für sich allein ohne die von diesen bewirkte elektrische Durchlässigkeit des Gases vermögen sie dieses nicht zu durchbrechen.

VI.

Die hier beschriebenen Entladungserscheinungen werden nicht durch den Umstand bedingt, dass der feste Körper, von dem Elektrizität entladen wird, erhitzt ist, sondern dadurch, dass das verdünnte Gas in seiner Umgebung eine hohe Temperatur besitzt; die Erhitzung des festen Körpers ist nicht wesentlich, aber allerdings nothwendig, damit sich an ihm das Gas nicht abkühlt. Die vorliegende Untersuchung ist darum geeignet, einen gewissen Aufschluss über das elektrische Verhalten erhitzter verdünnter Gase zu geben.

Ein verdünntes Gas setzt bei gewöhnlicher Temperatur der Ausbreitung der Elektrizität von einem Leiter einen gewissen Widerstand entgegen; die Entladung der Elektrizität kann erst erfolgen, wenn die elektrische Spannung eine gewisse Grenze überschritten hat. Die Entladungsspannung sinkt um so tiefer, je mehr die Temperatur des Gases erhöht wird. Es ist wahrscheinlich, dass oberhalb 2000° eine beliebig kleine Spannung eine Entladung zu bewirken vermag, dass also dann das Gas vollkommene Leitfähigkeit besitzt. Bei der Temperatur der normal glühenden Kohle, also bei etwa 1500° , ist das Gas, wie die Versuche über die Spannung des Gasstromes zeigen, noch nicht leitfähig.

Der leitfähige Zustand eines Gases kann auch unterhalb der Temperatur von 2000° durch den Einfluss elektrischer Kräfte herbeigeführt werden. Indem sich nämlich eine Entladung vollzieht oder ein Ausgleich elektrischer Differenzen erfolgt, wird das Gas leitfähig gemacht; Elektrizität, welche der sich entladenden aus derselben Quelle nachströmt oder unabhängig davon durch einen zweiten Körper zugeführt wird, kann dann bei niedrigerer Spannung in das verdünnte Gas

austreten. Dies lehrt das Verhältniss zwischen der Empfindlichkeit einer Lampe und den Gasströmen.

Am räthselhaftesten muss der Unterschied in dem Verhalten von positiver und negativer Elektrizität erscheinen. Man hat von einer unipolaren Leitfähigkeit gesprochen, die durch das Ueberwiegen einer Ionenart bedingt werde. Für den Standpunkt der Ionentheorie muss die Annahme einer unipolaren Leitfähigkeit als unzulässig bezeichnet werden; überwiegt nämlich in einem Körper eine Ionenart, so ist nach jener Theorie der Körper bereits geladen; die überschüssigen Ionen können den elektrolytischen Gesetzen gemäss keine weitere Ladung aufnehmen.

P. Riess (l. c.) sucht die Ursache der von ihm beobachteten unipolaren Entladung darin, dass infolge des Glühprocesses die glühende Kohle negativ elektrisirt werde und darum für eine negative Ladung die zur Entladung nöthige Dichte scheinbar kleiner sei, als für eine positive. Diese Erklärung ist deswegen nicht zutreffend, weil nach den Messungen J. Elster's und H. Geitel's jene negative Elektrisirung zu schwach ist, als dass sie den grossen Unterschied in der Entladungsspannung für positive und negative Elektrizität bedingen könnte.

Die Stärke der von J. Elster und H. Geitel nachgewiesenen Elektrisirung gestattet indess keinen Schluss auf die Grösse der elektromotorischen Kraft, durch welche jene bewirkt wird. Es ist möglich, dass diese elektromotorische Kraft so gross ist, dass sie die räthselhafte unipolare Entladung zu bewirken vermag. Freilich würde dann nach den Beobachtungen von J. Elster und H. Geitel¹⁾ von der Kohle in Glühlampen gerade die positive Elektrizität leichter entladen werden müssen als die negative; nach den Messungen dieser beiden Forscher elektrisirt sich nämlich die glühende Kohle in einer Glühlampe positiv, das Füllgas negativ. Es scheint jedoch dieses Resultat durch die inneren Gasströme bedingt zu sein. J. Elster und H. Geitel¹⁾ berücksichtigten zwar deren Einfluss, sie nahmen aber stillschweigend, wie mir scheint, in unberechtigter Weise an, dass das Potentialgefälle derselben eine constante Grösse sei, während sie nach den Darlegungen der folgenden Abhandlung

1) J. Elster und H. Geitel, Wied. Ann. 37. p. 319. 1889.

(vgl. p. 941) dem von ihnen durchflossenen Gas zum grössten Theil negativ elektrischen Charakter verleihen.

Falls in der That das Resultat J. Elster's und H. Geitel's richtig ist, so kann die vorstehende Erklärung der unipolaren Entladung nicht zutreffen; deren Ursache wird dann wohl in der eigenthümlichen Natur der negativen Ionen zu suchen sein, etwa in der Form und Grösse ihrer kinetischen Energie.

München, physik. Institut der Univ., im Februar 1899.

(Eingegangen 1. Juli 1899.)