Die Bildung der Erdalkaliperoxyde

Engler, Carl

Heidelberg, 1910

Beobachtungen an Kanalstrahlen

urn:nbn:de:bsz:31-289891

Sitzungsberichte
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Stiftung Heinrich Lanz
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse
Jahrgang 1910. 13. Abhandlung.

Beobachtungen an Kanalstrahlen

(Zweite Mitteilung)

von

Joh. Koenigsberger und Jos. Kutschewski
in Freiburg i. B.

Eingegangen am 10. Juni 1910

Vorgelegt von F. Himstedt

Heidelberg 1910
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 465.

Die folgenden Versuche wurden teilweise mit einer Mercedes-Influenzmaschine von WEHRSEN angestellt, die wir der Unterstützung der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Stiftung H. Lanz) verdanken.

Um den Vorgang bei der Emission des Lichtes zu studieren, hatten wir, worüber in einer früheren Mitteilung[1]) berichtet wurde, die Versuche von E. GOLDSTEIN, W. WIEN, J. J. THOMSON, J. STARK wiederholt, einige neue Erscheinungen gefunden, und dann auch einiges beobachtet, was von den Ergebnissen dieser Forscher sich unterscheidet. Es schien uns wünschenswert, bevor das Studium der Lichtemission fortgesetzt wurde, einerseits das neu Gefundene nachzukontrollieren und anderseits die Widersprüche aufzuklären.

I. Ergänzung früherer Versuche und Erklärung von Widersprüchen.

1. Bei unsern Versuchen hatte sich gezeigt, daß die Dissoziation des neutralen Kanalstrahls bei sehr hohem Vakuum im Beobachtungsraum, Druck kleiner als 0,0002 mm, auf eine Länge von 30 cm hinter der Kathode überhaupt nicht nachweisbar ist. Aus der wahrnehmbaren Fluoreszenz auf dem Willemitschirm läßt sich schließen, daß dieselbe kleiner als 1% ist, während sie bei höheren Drucken unter bestimmten im folgenden (Abschnitt 4) festgestellten Bedingungen etwa 10—30% der gesamten Lichtintensität des neutralen Strahlens betragen kann. Die Dissoziation, ebenso wie das Leuchten ist also nicht spontan und daher eher als Jonisation zu bezeichnen. Sie erfolgt durch Zusammenstöße des neutralen Kanalstrahls mit ruhenden Gasmolekülen, und ist, wie wir neuerdings wieder feststellen, ganz unabhängig davon, ob der positive Kanalstrahl in

[1]) *Sitzber. Heidelberger Akademie*, März 1910, Abh. 4 u. *Phys. Zt.*, 11, p. 379. 1910.

den Beobachtungsraum gelangt oder nicht. Wir haben jetzt an reinem Sauerstoff diese Versuche wiederholt und das frühere bestätigt gefunden.

2. W. Wien fand zuerst, daß die Lichtemission des neutralen Kanalstrahls mit sinkendem Druck im Beobachtungsraum abnimmt. Wir hatten dasselbe gesehen und bei etwa 0,00005 mm überhaupt keine für unsere Augen merkliche Lichtemission wahrgenommen. Die Wiederholung mit Messingkathode und in Sauerstoff bestätigte diese Angaben.[2])

3. Bei unseren früheren Versuchen war in Quecksilber, Luft, Kohlensäure der positive Wasserstoffanteil durch geeignete Behandlung der Kathode und Glaswände auch bei ganz niedrigen Drucken zum Verschwinden gebracht worden. Das stand im Widerspruch zu den Beobachtungen von J. J. Thomson, wonach bei geringen Drucken stets Wasserstoff im Kanalstrahl, vielleicht als primäre positive Einheit, auftritt. Wir haben unsere diesbezüglichen früheren Versuche wiederholt und bestätigt gefunden und glauben die Differenzen gegenüber J. J. Thomson dadurch erklären zu können, daß wir annehmen, daß der Wasserstoff im wesentlichen vom Kathodenmaterial geliefert wird. Folgender Versuch scheint uns das direkt zu beweisen. Wir haben mit neuem Messingkonus und Aluminiumschutzplatte, die etwas, aber nicht stark ausgeglüht werden konnten, an Stelle des früher benutzten wasserstoffreien Eisenkonus, als Kathode in reinem Sauerstoff gearbeitet.

Man erhält dann wegen der langen Kapillare (10 cm) und des ziemlich großen Abstandes Kathode von Schirm (25 cm) bei 0,002 mm nicht mehr den von W. Wien, E. Gehrcke und O. Reichenheim gefundenen positiven Sauerstoffanteil. Derselbe wird vielmehr vorher neutralisiert; den Grund hierfür hat schon früher J. J. Thomson[3]) angegeben. Wenn wir mit dieser Sauerstofffüllung bei dauerndem Gang der Luftpumpe stets bei 0,002 mm Druck im Entladungs- und Beobachtungsraum arbeiteten, so erhielten wir zuerst nur den neutralen Anteil; dieser zeigte mit der Anordnung der gekreuzten Magnete nach J. J. Thomson nur eine äußerst schwache Dissoziation; ein primärer oder sekundärer dissoziierter positiver Anteil war kaum merklich vorhanden. Nach etwa 3 Min. beginnen beide deutlich zu werden; nach 10 Min. hatten wir bei

[2]) *Abh. Heid. Ak.*, loc. cit., p. 9.
[3]) J. J. Thomson, *Phil. Mag.*, 16, p. 689. 1908.

demselben Druck von 0,002 mm starken positiven Wasserstoffanteil und erhebliche Dissoziation. Das steht unserer Ansicht in Übereinstimmung mit unseren früheren Ergebnissen und kann wohl nur so gedeutet werden, daß infolge der Wasserstoffabgabe durch die Kathode oder Glaswände bei dauerndem Evakuieren der Prozentgehalt an Wasserstoff im Vergleiche zu dem an Sauerstoff immer größer wird. Wäre der Vorgang eine primäre Zerlegung von Sauerstoff in primäre positive Wasserstoffeinheiten, so müßte der Wasserstoffanteil bei gleichbleibendem Druck sofort auftreten.

4. Hingegen haben wir in folgender Hinsicht zunächst mit der neuen Versuchsanordnung einen Widerspruch zu unsern frühern Ergebnissen gefunden. Damals war mit ausgeglühter Eisenkathode auch bei höheren Drucken über 0,0001 mm und einem Abstand Kathode von Schirm von über 30 cm in ganz trockner Luft und Kohlensäure die Dissoziation nur äußerst schwach, bei Quecksilber überhaupt nicht nachweisbar gewesen (loc. cit. p. 9 und 10), während W. Wien in Wasserstoff und J. J. Thomson in allen Gasen eine sehr erhebliche Spaltung des neutralen Strahls in einen positiven Anteil aufgefunden hatten. Wir fanden neuerdings mit Messing-Aluminiumkathode eine auffallend starke Dissoziation, die wir uns nicht erklären konnten. Nach etwa einer Woche ging dieselbe jedoch bei Verwendung von trockner Luft und Sauerstoff erheblich zurück und gleichzeitig auch das Auftreten des positiven Wasserstoffanteils. Damit war wahrscheinlich gemacht, daß beide in ursächlichem Zusammenhang stehen. Wir konnten das direkt beweisen, indem wir bei gleichem Druck einmal mit einem möglichst reinen schweren Gas (Sauerstoff, Stickstoff etc.) beobachteten, dann durch starke Induktoriumsentladung aus der Kathode Wasserstoff austrieben, auf den gleichen Druck evakuierten und wieder die Fluoreszenzbilder betrachteten. Es sei auf Fig. 3 (ohne Wasserstoff) und 4 (mit Wasserstoff) verwiesen. Die Erklärung ist also wohl einfach die, daß bei Gegenwart von Wasserstoff ein erheblicher Teil des Kanalstrahls aus neutralisierten Wasserstoffatomen und -molekülen besteht; diese werden durch Zusammenstöße ebenso ionisiert wie der aus schweren Atomen bestehende Teil des neutralen Kanalstrahls; aber dieser ionisierte Wasserstoffanteil behält einen großen Teil seiner Geschwindigkeit und auch ein Stück Wegs seine Ladung bei, während dies für den ionisierten

Anteil aus schweren Atomen nur in sehr viel geringerem Maß (weniger als der zehnte Teil verglichen mit Wasserstoff), vielleicht auch gar nicht, zutrifft.

Demnach ist der Unterschied der Beobachtungen von W. Wien und J. J. Thomson u. a. von unsern Ergebnissen auf die Gegenwart von Wasserstoff zurückzuführen: W. Wien hatte direkt in reinem Wasserstoff gearbeitet, wir hatten bei unsern früheren Versuchen mit Luft, Kohlensäure, Quecksilber bei Abwesenheit von Wasserstoff untersucht, und daher keine erhebliche Dissoziation gesehen.

5. Wir wollen noch kurz die Fluoreszenzfiguren auf dem Willemitschirm bei gekreuzten gegeneinander geschirmten Magnetfeldern bei variablem Druck in Luft bei noch schwach wasserstoffhaltiger Kathode (wie man sie fast stets hat), die Helligkeitsverteilung dabei einem photographischen Negativ entsprechend angeben.[4]) Der erste Magnet bewirkte eine Ablenkung nach oben, der zweite nach rechts. Der Druck im Entladungsraum ist mit p_E, im Beobachtungsraum mit p_B bezeichnet. n = neutraler Anteil des Kanalstrahls, d = dissoziierter, + = dauernd positiver, ± = zuerst positiv, dann neutralisierter Anteil. Man sieht, daß bei steigen-

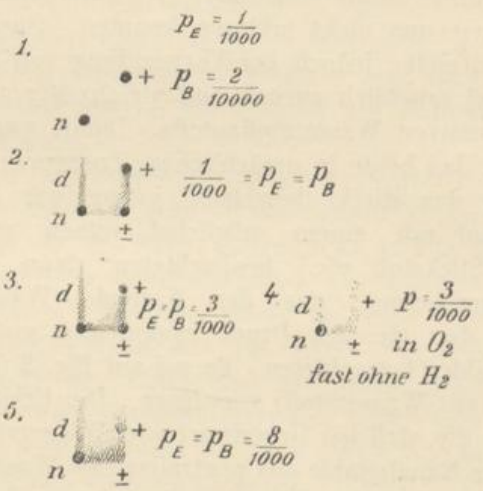

Fig. 1—5.

[4]) Die quantitativen Ergebnisse wird der eine von uns später mitteilen. Ganz ähnliche Bilder wie die hier mit Phosphoreszenzschirm erhaltenen kann man direkt ohne Schirm auf geeignetem Präparat photographieren; nur wirken da die negativen Jonen stärker. Das soll a. a. O. diskutiert werden.

dem Druck im Beobachtungsraum zunehmende Neutralisierung der positiven Strahlen und zunehmende Jonisation oder Dissoziation des neutralen Strahls eintritt. Fig. 4 zeigt das Verhalten bei fast wasserstoffreier Kathode in Sauerstoff, der Vergleich mit Fig. 3 spricht wohl für unsere Annahme, daß Dissoziation mit Erhaltung der Geschwindigkeit wesentlich dem Wasserstoff zuzuschreiben ist und jedenfalls in schwereren Gasen wie Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Quecksilber, wenn sie wasserstoffrei sind, fehlt.

II. Verhalten des neutralen Kanalstrahls und Lichtemission.

Wir haben in besonders hohem Vakuum von 0,00003 mm ein starkes elektrisches Feld von 15000 Volt angelegt. Hierbei war keine Aufspaltung des neutralen Strahls in einen positiven oder negativen zu bemerken. Wenn die neutralen Teile Doublets wären, in denen negative Elektronen ein positives Atom nach Analogie des Planetensystems umkreisen, so berechnet sich hieraus und aus bekannten Daten, daß der Abstand Elektron-Atom jedenfalls kleiner als $4 \cdot 10^6$ mm ist. — Wir haben dann die von den Kanalstrahlen durch Zusammenstöße bewirkte Jonisation[5]), die von W. Wien und J. J. Thomson auch als Dissoziation bezeichnet wird, in einem Raum untersucht, aus dem die positiven Strahlen durch Ablenkung mit Magneten vor der Kathode in der früher beschriebenen Weise vollkommen entfernt wurden. Die Jonisation durch die neutralen Kanalstrahlen ist stark; sie läßt sich am besten getrennt von anderweitiger Jonisation dadurch demonstrieren, daß man den Magneten vor der Kathode nach der Anode hin verschiebt, während ständig die Entladung durchgeht, wie wir das früher beschrieben haben.

Als Kathode diente hierbei ein 10 cm langer Messingzylinder mit Kapillare von 1 mm Radius. Man verschiebt erst den Magneten, so daß überhaupt keine Kanalstrahlen durchgehen, aber die Entladung stattfindet. Dann ist eine Jonisation bei Anlegen einer Spannung von 3000 Volt an zwei Kondensatorplatten im Beobachtungsraum bei einem Vakuum von 0,001 mm nicht merklich. Das zeigt, daß eine erhebliche Diffusion von Jonen aus dem Entladungsraum nicht in Betracht

[5]) Diese Jonisation durch Kanalstrahlen ist zuerst von G. C. Schmidt (*Ann. Phys.*, 12, p. 622. 1903) gefunden worden. Wir wollten speziell studieren, ob sie durch die neutralen Teile allein hervorgerufen werden kann.

kommt. Wird der Magnet jetzt gegen die Kathode verschoben, so daß die neutralen Strahlen zwischen, aber nicht auf die Kondensatorplatten fallen, so ist sofort Jonisation vorhanden, die gegenüberliegende Platte wird aufgeladen. Das zeigt, daß eine Stoßionisation durch neutrale Teile von großer Geschwindigkeit allein wohl möglich ist, und an sich ein prinzipieller Einwand gegen ein Vorhandensein einer solchen Jonisation in Gasen von hoher Temperatur nicht besteht, wenn auch der experimentelle direkte Nachweis stets Einwänden unterliegen mag. Bei dieser Jonisation entstehen in Luft nach unsern Beobachtungen 3 Arten von Jonen: erstens sehr langsame positive und negative Gasionen von gewöhnlicher Beschaffenheit, zweitens je nach der Menge des beigemengten Wasserstoffs (vgl. I. 4) in geringem Maße positive Jonen, die sich mehr oder minder rasch neutralisieren, drittens magnetisch und elektrisch leicht ablenkbare Jonen, deren Masse annähernd gleich der des Wasserstoffatoms und deren Geschwindigkeit von der Größenordnung 10^7 ist. Diese letztere Jonen werden auch erheblich reflektiert, wenn sie auf Glas- oder Metallwände auftreffen, während das für Kanalstrahlen mit größerer Geschwindigkeit nicht zutrifft. Diese letzteren Jonen sind, wie wir glauben, die von W. Wien und J. J. Thomson zuerst aufgefundenen, aus den neutralen Kanalstrahlen bei Gegenwart von Wasserstoff durch Dissoziation gebildeten positiven Strahlen. Ihre Richtung ist im wesentlichen die der primären neutralen Kanalstrahlen. Das Fernhalten von negativen Kanalstrahlionen haben wir nach dem Vorgang von W. Wien[6]) durch Fernhalten des Quecksilberdampfes erreicht.

Alle diese sekundären aus dem neutralen Strahl gebildeten Jonen sind aber, wie schon erwähnt, nur nachweisbar, wenn der neutrale Strahl mit Gasmolekülen zusammenstößt. Auch diese sekundären positiven Strahlen rufen kein Leuchten hervor, wie sich bei der magnetischen Ablenkung beobachten läßt. Daher haben wir jetzt, um die Energie der Lichtemission im Verhältnis zur translatorischen Energie zu schätzen, Versuche nur an den neutralen Kanalstrahlen unternommen, um die gesamte kinetische Energie nach der Methode von W. Wien mittelst Thermoelement zu messen, die Zahl der neutralen Kanalstrahlteile photographisch und nach der Scintillationsmethode von Regener für

[6]) W. Wien, *Phys. Zt.*, 11, p. 377. 1910.

α-Strahlen[7]) mit Sidotblende zu bestimmen und die ursprüngliche Geschwindigkeit durch magnetische Ablenkung vor der Kathode zu messen. Außerdem vergleichen wir die Abnahme der Helligkeit des Strahles auf seinem Weg photometrisch.

Wir haben dann die Entstehung des neutralen Kanalstrahls vor der Kathode näher untersucht. Bei unsern Versuchsbedingungen ist stets in der Mitte des Rohres vor der Kathode ein leuchtendes zylindrisches Bündel, dessen Durchmesser, wie schon E. Goldstein beobachtet hat, von der Höhe des Vakuums abhängt, vorhanden, das sich auf die Kathode hinbewegt, auf Aluminium und Messing gelbe Fluoreszenz erzeugt und magnetisch im Sinn von positiven Strahlen ablenkbar ist. K_1-Strahlen traten bei unsern Versuchen (Vakuum unter 0,01 mm) nicht sichtbar auf. Daß die Kanalstrahlen vor der Kathode vorhanden sind und leuchten, haben schon A. Wehnelt[8]), F. Paschen[9]) und B. Strasser[10]) beobachtet.

Die Neutralisation dieser magnetisch ablenkbaren Strahlen ist nur partiell; auch sie leuchten nur, wenn das Vakuum nicht zu hoch ist; die Lichtemission beruht auch hier auf Zusammenstößen. Dagegen könnte man, da der ganze leuchtende Strahl magnetisch aufbiegbar ist, annehmen, daß hier positive Teile leuchten. Wir glauben das nicht, sondern nehmen an, daß auch hier bei den leuchtenden Teilen Neutralisation stattfindet, daß aber die Reichweite dieser neutralen Strahlen eine viel geringere ist als derjenigen, welche erst unmittelbar an der Kathode neutral werden. Vielleicht findet die Neutralisation durch Elektronen erst dann statt, wenn ein positiver Teil durch Zusammenstoß mit Gasmolekülen geringere Geschwindigkeit bekommen hat, und die Lichtemission erst bei dem Zusammenstoß der so gebildeten neutralen Teile mit Gasmolekülen. Darauf deutet, daß in hohem Vakuum, wenn die Kathode nicht merklich Gase abgibt, in Wasserstoff der positive Anteil auch im Beobachtungsraum weit den neutralen überwiegt. Aus der etwa einer Parabel entsprechenden Gestalt des Strahles im Magnetfeld folgt, daß seine Geschwindigkeit angenähert umgekehrt proportional dem Ab-

[7]) Nach gütiger persönlicher Mitteilung von Herrn Geheimrat Prof. F. Himstedt ist es den Herren H. von Dechend und W. Hammer in seinem Institut bereits gelungen, die Anwendbarkeit der Scintillationsmethode für Kanalstrahlen nachzuweisen.

[8]) A. Wehnelt, *Ann. Phys.*, 67, p. 421. 1899.

[9]) F. Paschen, *Ann. Phys.*, 23, p. 247. 1907.

[10]) B. Strasser, *Ann. Phys.*, 31, p. 890. 1910.

stand von der Kathode ist. Ist da, wo der vordere Kanalstrahl auf die Kathode trifft, eine Öffnung, so geht er als Kanalstrahl in den Beobachtungsraum; aber seine Entstehung hat mit der Öffnung oder dem Kanal nichts zu tun. Diese Ansicht hat zuerst wohl A. WEHNELT[11]) auf Grund von Versuchen bei allerdings wesentlich höheren Drucken geäußert. Wir haben in einer dünnen Aluminiumscheibe die Öffnung exzentrisch angebracht; dann trifft der vordere Kanalstrahl auf Metall, in den Beobachtungsraum dringt keine Strahlung ein. Durch geeignete magnetische Ablenkung vor der Kathode kann man den vorderen positiven Strahl auf die exzentrische Öffnung bringen, dann tritt auch sofort in den Beobachtungsraum neutraler und positiver Kanalstrahl ein. Beachtenswert ist die Zusammendrängung der vorderen Kanalstrahlen auf ein enges Bündel schon bei einem Vakuum unter 0,005 mm.

Näheres über den Mechanismus der Entstehung der Kanalstrahlen kann man dadurch erfahren, daß man den ganzen Raum vor und an der Kathode in ein ziemlich gleichförmiges Magnetfeld von etwa 500 Gauß setzt. Man beobachtet die in Fig. 8

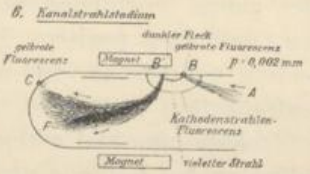

Fig. 6.

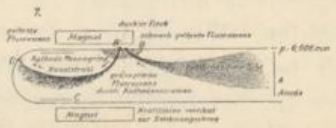

Fig. 7.

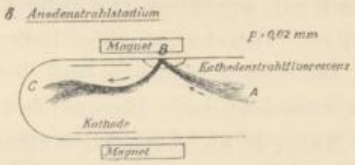

Fig. 8.

schematisch dargestellte Erscheinung, die in folgender Weise zu erklären ist. Das Magnetfeld lenkt die Kathodenstrahlen nach oben an die Glaswand, wo sie in A grüne Fluoreszenz und starke negative Ladung (sekundäre Kathode) hervorrufen. Die in Sauerstoff bläulich leuchtenden positiven Jonen aus der positiven Glimmschicht werden elektrostatisch nach B gezogen, erhalten

[11]) A. WEHNELT, *Ann. Phys.*, 67, p. 421. 1899.

dadurch eine mäßige Geschwindigkeit und damit gleichzeitig Zunahme des Leuchtens. Sie rufen auf der Glaswand beim Auftreffen schwachgelbe Fluoreszenz hervor und werden teilweise unter Beeinflussung ihres Weges durch das Magnetfeld reflektiert (besser bei $p = 0{,}002$ mm, vgl. Fig. 7, zu sehen). Daß der Weg A B für die positiven Jonen nicht wesentlich durch das Magnetfeld, wohl aber durch die elektrostatischen Kräfte bewirkt ist, läßt sich durch elektrisches Ableiten der Glaswand etc. nachweisen.

Beim zweiten Auftreffen auf das Glas in B^1 ist die Geschwindigkeit geringer, daher bewirkt das Magnetfeld fast senkrechte Abstoßung. Dort findet wohl teilweise eine starke Vereinigung von Kathodenstrahlelektronen und Glimmlichtionen statt; denn auf der Glaswand ist da an Stelle der hellgrünen Fluoreszenz ein tiefdunkler Fleck. Von B^1 erlangen dann durch das elektrostatische Feld an der Kathode die Jonen ihre volle Geschwindigkeit, gehen als Kanalstrahlen durch die ringförmige Kathode, sind magnetisch und elektrisch positiv ablenkbar, und erzeugen auf der Glaswand gelbrote Fluoreszenz. Die Entstehung der Kanalstrahlen scheint uns dadurch ziemlich klargestellt und in Übereinstimmung mit den früheren Anschauungen. Die Entstehung der positiven Glimmlichtionen, aus denen die Kanalstrahlen hervorgehen, kann wohl durch sekundäre Kathodenstrahlen erfolgen; die Ursache ihres Leuchtens muß später studiert werden.

Das Anodenstrahlstadium der Kanalstrahlen vor der Kathode.

Im Widerspruch zu den Ansichten von E. Goldstein und W. Wien und unseren früheren Versuchen, daß nur der neutrale Kanalstrahl leuchtet, schien zu stehen, daß der oben beschriebene vor der Kathode leuchtende Kanalstrahl magnetisch ablenkbar war; denn demnach würden hier positive Strahlen leuchten, genau wie bei den Anodenstrahlen. Da dieser Kanalstrahl aber am besten etwa zwischen 0,03 und 0,008 mm Druck leuchtet (vgl. Fig. 8), so konnte man annehmen, daß die Reichweite des neutralen Kanalstrahls bei den anfänglich, wie aus der magnetischen Aufbiegbarkeit folgt, sehr kleinen Geschwindigkeiten auch sehr klein ist.[12]) Die leuchtenden Strahlen würden in Wirklichkeit sehr kurze Tangentstücke an die Bahn des positiven Kanalstrahls sein. Wäre diese Auffassung richtig, so mußte mit sinkendem Druck, bei dem die Reichweite und allerdings auch

[12]) Vgl. *Sitzber. Heidelb. Akad.*, loc. cit., p. 13.

das Leuchten etwas abnimmt, eine derartige Erscheinung zu sehen sein. Das trifft zu; Fig. 6 und 7 zeigen dies; der Versuch kann jederzeit leicht wiederholt werden. Der starke etwa diagonal verlaufende leuchtende Strahl in F, der sich aus der diffusen Tangentialhelligkeit heraushebt, ist die neutrale Tangente an die Stelle größter Geschwindigkeit und Intensität. Weiter auf dem Weg des positiven abgelenkten Kanalstrahls nach C, wo der positive Anteil gelbrote Fluoreszenz auf dem Glas erzeugt, bleibt zwar die Geschwindigkeit ziemlich konstant, aber die weitern Zusammenstöße schwächen die Intensität, sie setzen die Zahl der Kanalstrahlteile herab.

Inwieweit die Anodenstrahlen ein ähnliches Verhalten zeigen, können wir nicht beurteilen; doch dürfte die geringe Geschwindigkeit derselben eine analoge Annahme nicht als unmöglich erscheinen lassen.

Bezüglich der Lichtemission von Kanalstrahlen kommen wir also zu folgenden Ergebnissen und Möglichkeiten: Die Lichtemission ist durch Zusammenstöße rasch bewegter neutraler Atome und Moleküle mit andern neutralen Teilen (hier ruhenden Molekülen) bedingt. Da gleichzeitig eine Jonisation auftritt, sind folgende drei Fälle möglich:

1. Die Jonisation ist eine zufällige Begleiterscheinung. Die Lichtemission geht von dem erschütterten neutralen Atom oder Molekül, das eine große innere kinetische Energie gewonnen hat, aus. Hierbei findet vielleicht eine chemische Dissoziation des Moleküls statt.

2. Die Lichtemission findet statt, wenn sich die durch Zusammenstoß gebildeten Jonen molisieren.

3. Die Lichtemission findet nur im Moment der Aufspaltung in Jonen statt.

Wir möchten vorläufig hypothetisch für die Bandenspektra auf Grund der Versuche von Herrn Küpferer[13]) Fall 1, für die Serienspektra Fall 3 als zutreffend annehmen, Fall 2 scheint uns wegen des Nichtleuchtens der positiven Kanalstrahlen, die sich neutralisieren (vgl. Fig. 2 und 3), also molisieren, weniger wahrscheinlich.

Freiburg i. B., Mathem.-physik. Institut.

[13]) *Phys. Zt.*, 11, p. 568. 1910.

C. F. Wintersche Buchdruckerei.