

**4. Ueber eine noch nicht untersuchte
Strahlungsform an der Kathode inducirter
Entladungen; von E. Goldstein.**

(Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin vom 29. Juli 1886.)

Das Kathodenlicht der Entladung des Inductoriums durch verdünnte Gase besteht aus mehreren verschieden gefärbten Schichten. In verdünnter Luft ist die der Kathode unmittelbar anliegende Schicht chamoisgelb gefärbt, die zweite erscheint blau und lichtschwach, die dritte violettblau und hellleuchtend. Die erste Schicht ist ungeachtet ihrer Helligkeit von der weitaus grössten Zahl von Autoren ganz ignorirt worden; die wenigen, die ihrer gedenken, gehen meist über die Constatirung ihrer Existenz nicht hinaus. Untersuchungen über ihre Eigenschaften liegen, von einem thermometrischen Experiment Hittorf's¹⁾ abgesehen, noch nicht vor. Die erste Schicht des Kathodenlichts erscheint bei Electroden und Gefässen der üblichen Formen nur in geringer Dicke, die bei schwachen Drähten bloss einige Millimeter erreicht; bei grossflächigen Kathoden ist sie viel weiter zu verfolgen, worauf hier aber nicht näher eingegangen werden soll; es wird genügen, zu erwähnen, dass an plattenförmigen Kathoden von etwa 2 bis $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, wie sie im Folgenden vorausgesetzt werden, die erste Schicht bei steigender Evacuation bis auf etwa 2 cm von der Kathode zu verfolgen ist. Füllt die Kathode den Röhrenquerschnitt ganz oder nahezu aus, so hört die erste Schicht bei zunehmender Gasverdünnung auf, die ganze Fläche in gleichmässiger Helligkeit zu bedecken; sie wird an den Rändern erst lichtschwach, erlischt dann dort ganz und zieht sich immer mehr nach der Mitte der Fläche zurück.

In den Monatsberichten der Berliner Akademie für 1880 habe ich (p. 88) Entladungsgefässe beschrieben, in welchen (zum Studium des secundären negativen Lichts) zwischen den

1) Hittorf, Wied. Ann. **21**. p. 128. 1884.

beiden Electrodenröhren noch ein mit engen Poren versehenes Rohr eingeschaltet ist. In einem dieser Gefässe (Fig. 1) war das eingeschaltete Rohr R ein aus engmaschigem Drahtnetz gerollter Cylinder. Das Rohr ist am einen Ende auf ein beiderseits offenes Glasrohr r geschoben, am anderen Ende durch ein zugeschmolzenes Stückchen Glasrohr r' verschlossen. Die Enden der beiden Röhren r und r' sind einige Centimeter voneinander entfernt, lassen also die Poren eines entsprechend langen Stückes des Netzrohres frei und durchgängig.

Verbindet man in einem derartigen Apparate den Draht a mit dem positiven, die Netzhöhre R selbst aber (mittels des Zuleitungsdrahtes d) mit dem negativen Pol des Inductoriums, so kann man nach den bisherigen Erfahrungen im Zweifel sein, ob auch an der Aussenseite der Netzkathode eine Lichterscheinung auftreten werde oder nicht. Eine Lichterscheinung in dem Aussenraum würde dem Hittorf'schen Satze entsprechen, dass das (in Luft) blaue Kathodenlicht sich ohne Rücksicht auf die Lage der Anode gleichmässig nach allen Richtungen ausbreitet. Andererseits aber ergibt die Erfahrung, dass bei geringen Dichten solche Kathodentheile lichtlos bleiben, von denen aus der Weg zur Anode durch lange Strecken der zweiten Schicht des Kathodenlichts in verhältnissmässig engen Räumen geht. Im vorliegenden Falle könnte dies für die Aussenseite des Netzrohres gelten, von deren Elementen der Weg zur Anode durch die an der Innenfläche entwickelte zweite Schicht geht.



Fig. 1.

Jedenfalls aber kann man nach dem bisher Bekannten nur vor der Alternative stehen, ob der Raum um das Netzrohr von blauem Lichte erfüllt sein oder gänzlich lichtlos bleiben werde.

Ich war daher, als ich bei starker Gasverdünnung die gedachte Anordnung (a Anode, R Kathode) herstellte, sehr überrascht, die Netzkathode mit hellem goldgelbem Licht umgeben zu sehen, welches entlang der durchgängigen Strecke des Netzrohres den ganzen Raum von der Kathode bis zur Wand des 5 cm weiten Gefäßes vollständig erfüllte. Blaues

Kathodenlicht war nur im *Innern* des Netzrohres sichtbar. Der Draht *d* war völlig lichtlos. Wegen der hohen Aehnlichkeit, welche die Farbe der gelben Lichtmasse mit der einer natriumgeschwängerten Bunsenflamme zeigt, kann man geneigt sein, die Erscheinung zunächst auf eine Verunreinigung zurückzuführen, indem man annimmt, dass von der Oberfläche der Kathode verdampfendes Chlornatrium die sonst blauen Kathodenstrahlen gelb gefärbt habe; aber das Spectrum des gelben Lichts zeigt keine Spur der Natriumlinien und ist offenbar ein Bandenspectrum des Stickstoffes. Auch mit dem Nachleuchten Geissler'scher Röhren, das für Luft, Sauerstoff und Stickstoff mit gelber Farbe stattfindet, hat die Erscheinung nichts zu thun. Das blosse Auge kann keine Nachdauer des gelben Lichts erkennen, und bei einer etwas geänderten Anordnung der Röhre, welche die Anwendung des Drehspiegels gestattet, liefert das gelbe Licht von einem dadurch erleuchteten schmalen Schlitz nur ein ebenso langes Band im Spiegel als das blaue Kathodenlicht.

Hingegen ergibt die nähere Untersuchung eine Reihe von Aehnlichkeiten mit der vorerwähnten ersten Schicht des Kathodenlichts, dergestalt, dass eine Wesensgleichheit beider wahrscheinlich wird.

Da bald mehrfache Regelmässigkeiten ins Auge fielen, habe ich die Erscheinung des die Netzhöhre umhüllenden gelben Lichts in einer ziemlich ausgedehnten Versuchsreihe verfolgt und erlaube mir in der vorliegenden Notiz einige Eigenschaften des Phänomens kurz zu skizziren. Auf Aehnlichkeiten mit der ersten Schicht des Kathodenlichts werde ich an den betreffenden Stellen aufmerksam machen.

Um das Phänomen womöglich unter einfacheren Verhältnissen als bei seinem ersten Entgegentreten zu verfolgen, wurde zunächst die allgemeine Bedingung für sein Auftreten gesucht. Es ergab sich, dass die Erscheinung des gelben Lichts ohne erkennbare Beimischung von blauem Kathodenlicht sich jedesmal darstellen lässt, wenn die Kathode den Raum des Entladungsgefässes derart in zwei Theile trennt, dass der eine Theil die Anode enthält, und beide Theile nur durch enge Oeffnungen communiciren, welche die Substanz der Kathode selbst durchsetzen. Für die weitere Untersuchung konnten daher meist durch-

bohrte, ebene Platten an Stelle der cylindrischen Netzkathode angewendet werden. Von den benutzten Anordnungen skizzire ich hier schematisch die zwei am häufigsten verwendeten. Fig. 2 zeigt eine Röhre, welche bei x tellerartig flachgedrückt ist und dort die aufgelegte, durchbohrte, planparallele Kathodenplatte K trägt. Die electricische Communication der letzteren mit dem Inductorium wird durch den dünnen Draht d bewirkt, der einerseits an einer Oese der Platte, andererseits an dem eingeschmolzenen Ringe b befestigt ist. Die Anode wird durch den Draht a gebildet.

In der Röhre (Fig. 3) ist die Kathodenplatte nicht lose aufgelegt, sondern sie bildet den Boden einer auf ein Glasrohr r fest aufgeschobenen Kapsel, während wieder ein Draht d die negative Electricität zuführt und a die Anode bildet.

Diejenige Fläche der Kathode, welche in solchen Gefässen der Anode zugekehrt ist, mag weiterhin ihre Vorderfläche oder Vorderseite, die von der Anode abgewendete Seite ihre Rückseite heissen. Die Durchbohrungen können, wo nichts anderes bemerkt, als cylindrische, zur Ebene der Platte senkrechte Bohrungen von etwa $\frac{2}{3}$ mm Durchmesser gedacht werden.

Die Vorderseite solcher Kathoden zeigt das gewohnte Kathodenlicht, dessen Hauptmasse die blauen Strahlen bilden. Die gelbe erste Schicht ist wieder nur schmal. An der Rückseite dagegen entwickelt sich das gelbe Licht in hohen Feuersäulen. Blaues Licht zeigt sich bei hinreichender Gasverdünnung an dieser Seite der Kathode gar nicht, der Zuleitungsdraht d ist völlig lichtlos, sodass also in dem an der Rückseite der Kathode gelegenen Röhrentheil das von der Kathodenplatte ausgesandte gelbe Licht die einzige Lichterscheinung bildet.

Mittels derartiger Anordnungen liessen sich nun folgende Eigenschaften des gelben Lichts feststellen.

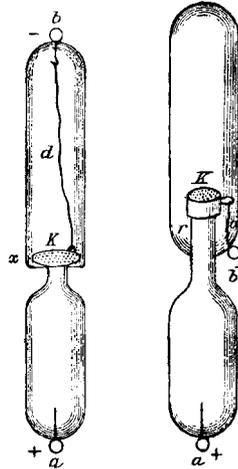


Fig. 2.

Fig. 3.

Das gelbe Licht besteht aus regelmässigen Strahlen, welche geradlinige Ausbreitung haben. Von einer jeden Oeffnung der Kathode steigt ein gerades, helles, schwach divergentes gelbes Strahlenbündel auf. Die einzelnen hellen Bündel sind umhüllt von einem weit ausgebreiteten, sehr lichtschwachen, im allgemeinen mit den Bündeln gleich gefärbten Nebel. Für die vorliegende gedrängte Mittheilung lassen wir dieses Nebellicht weiterhin ausser Acht. In ihrer Richtung gegen die Kathode zeigen die gelben Strahlenbündel einen sehr auffallenden Unterschied von den blauen Kathodenstrahlen. Die von einer ebenen Kathode ausgehenden blauen Strahlen sind bei starker Gasverdünnung gegen die Axe der Kathodenplatte und gegeneinander stets divergent, und ihre Divergenz nimmt zu, indem die Evacuirung fortschreitet. Die Bündel des gelben Lichts, die aus den Oeffnungen einer ebenen Kathode hervorbrechen, dagegen sind convergent gegen die Axe der Kathodenplatte, und ihre Convergenz nimmt bei fortschreitender Evacuirung zu. Sie schneiden einander (bei Platten von etwa 2 cm Durchmesser) in weniger als 1 dcm Entfernung von der Kathode, und ihre Schnittpunkte rücken bei starker Gasverdünnung bis auf weniger als 3 cm nach der Kathode hin. Die Bündel convergiren um so stärker nach der Axe, je weiter ihre Ursprungsöffnungen von letzterer entfernt sind. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Axe der Kathodenplatte zusammenfällt mit der Axe des Rohres, auf dem sie ruht. Die nahe der Axe entspringenden Bündel verlaufen nahezu senkrecht zur Platte.

Mindestens für kreiscylindrische Bohrungen und soweit sich ohne besondere Messungen beurtheilen lässt, gilt hinsichtlich der Richtung der gelben Strahlen folgendes: Die Axen der gelben Bündel sind stets so gerichtet, als wenn jede die nach rückwärts gezogene Verlängerung desjenigen blauen Strahles wäre, der an der Vorderseite der undurchbrochen gedachten Kathode da entspringen würde, wo sich der Mittelpunkt der Oeffnung befindet.

Das oben über die Richtung der gelben Bündel Gesagte ist hierin eingeschlossen. Da ferner die Richtung der an einer Kathodenfläche entspringenden blauen Strahlen ausserordentlich abhängt von der Krümmung dieser Fläche, so folgt, dass die aus den Oeffnungen der Rückseite aufsteigenden gelben

Strahlen in ihrer Richtung abhängig sein müssen von der Gestalt der *Vorderfläche*. Dies findet sich in der That bestätigt: bei constantem Verlauf der Rückseite variirt die Richtung der gelben Strahlen in einer nach der obigen Regel jedesmal vorauszusehenden Weise, wenn man der Vorderfläche verschiedene Krümmung giebt. Als die Kathode aus einer dicken Platte hergestellt wurde, welche an der Vorderseite sphärisch concav ausgeschliffen war, waren die Strahlen an der Vorderfläche convergent, die gelben Bündel der Rückseite aber *divergent*.

Bohrt man die Canäle nicht senkrecht zur Kathodenplatte, sondern schräg, so *ändert die Richtung der gelben Strahlen sich nicht*; dagegen wird ihre *Lichtintensität* mit wachsender Neigung der Canalaxen immer geringer, und sie werden unsichtbar, wenn die Projection der vorderen Canalöffnung auf die Rückseite keinen Theil der Oeffnung an letzterer mehr trifft.

Mit wachsender Gasverdünnung verlängern die gelben Strahlen sich stetig und bilden hohe Lichtgarben, deren Ausdehnung schliesslich anscheinend nur durch die Wände des Gefässes eine Grenze findet. Röhren von 45 cm Länge wurden von ihnen vollständig erfüllt.

Bei hohen Verdünnungen gehen nicht mehr von allen Oeffnungen der Rückseite Strahlenbündel aus, sondern die Strahlung beschränkt sich mehr und mehr auf die der Mitte der Platte nächsten Oeffnungen. Beobachtet man nun gleichzeitig die Vorderseite der Kathode, so sieht man, dass hier (wie Eingangs erwähnt) die erste Schicht des Kathodenlichts nicht mehr die ganze Fläche bedeckt; nur diejenigen Canäle aber senden an der Rückseite noch gelbe Strahlen aus, *deren vordere Oeffnungen noch von der ersten Schicht bedeckt sind*. — Bei einer Röhre wie Fig. 2 sendet der auf dem Glasteller unmittelbar aufliegende Rand der Kathodenplatte natürlich auch nach vorn keinerlei Licht aus; das Licht der vorderen Entladung geht nur aus von derjenigen Kreisfläche, oder (bei den eben erwähnten Verdünnungen) von einem Theile derjenigen Kreisfläche, die durch den Mantel des Glasrohrs begrenzt wird, auf welchem die Platte ruht. Hat die Platte auf dem unterstützenden Teller einigen Spielraum zu horizontaler Verschiebung, so kann man also verschiedene Theile der Platte zur vorderen Entladungsfläche machen; dann wechseln auch die

Canäle, von denen an der Rückseite die gelben Bündel ausgehen; aber stets sind es diejenigen Canäle, deren Oeffnungen vorn von der ersten Schicht bedeckt werden.

Die Farbe der Strahlen, die wir bis jetzt als „gelbe“ bezeichnet haben, variirt mit der Natur des Gases, in welchem die Kathode sich befindet. Die Strahlen sind goldgelb auch in reinem Stickstoff, der aber bekanntlich die Lichterscheinungen in verdünnter Luft hauptsächlich bedingt; in Wasserstoff ist ihre Farbe rosa, gelblich-rosa in Sauerstoff, grünlich-grauweiss in Kohlensäure. Diese Farben sind sehr verschieden von denen, welche die Hauptmasse des Kathodenlichts, die dritte Schicht, bei diesen Gasen hat, nämlich beziehungsweise: violettblau (N), weisslich (H), grauweiss bis gelbweiss (O), himmelblau (CO_2). Dagegen sind die an der Rückseite der Kathode beobachteten Farben nur um leichte Nuancen verschieden von der Farbe, welche die *erste Schicht* des jeweilig untersuchten Gases der Beobachtung zeigt. Eine völlige Gleichheit der beobachteten Farbe ist auch bei völliger Identität der emittirten Farben nicht zu erwarten, da wir die erste Schicht ja stets durch das anders gefärbte Medium der zweiten Schicht betrachten.

Das Spectrum zeigte in allen untersuchten Fällen, dass die Strahlen von demselben Gase gebildet werden, welches auch das übrige Kathodenlicht erzeugt; aber zugleich hat das Spectrum der Strahlen stets gewisse charakteristische Differenzen, mindestens in der Helligkeitsvertheilung gegenüber dem Spectrum der übrigen Theile des Entladungslichts. Am weitesten geht die Differenz bei Sauerstoff. Der letztere besitzt, wie Schuster feststellte, ein Bandenspectrum und zwei Linienspectra, von denen das eine aus vier Linien, das andere aus einer grossen Anzahl von Linien besteht.¹⁾ Während nun die dritte Schicht des Kathodenlichts, also an der Vorderfläche dessen Hauptmasse, das Bandenspectrum darbietet, zeigen die Strahlen an der Rückseite der Kathode das *reine Vier-Linienspectrum*.

Das Vier-Linienspectrum wird aber auch von der ersten

1) Die Berechtigung, die beiden Linienspectra voneinander zu scheiden, beruht darauf, dass unter den Bedingungen, unter denen die Linien des einen heller werden, die des anderen bis zum Verschwinden erblassen und umgekehrt.

Schicht des Kathodenlichts geliefert. Auch in den übrigen erwähnten Gasen finden die spectralen Charaktere der an der Rückseite beobachteten Strahlen bei dem Lichte der ersten Schicht sich wieder.

Bis zur Ermittlung eines passenderen Namens mögen diese Strahlen, die wir nun nicht mehr nach ihrer, von Gas zu Gas wechselnden, Farbe benennen können, als „Canalstrahlen“ bezeichnet werden.

Die Natur des Kathodenmetalls zeigt keinen erkennbaren Einfluss auf Farbe und Spectrum der Canalstrahlen. Ihr Anblick war der gleiche für Kathoden aus Platin, Aluminium, Kupfer, Stahl und Messing.

Die bisher bekannten Kathodenstrahlen erregen bei geringer Gasdichte bekanntlich sehr helle (grüne) Phosphoreszenz der Glaswand. Den Canalstrahlen geht diese Fähigkeit fast vollständig ab. Es bedarf schon der Aufmerksamkeit, um das äusserst schwache grüne Leuchten der Glaswand, welches die hellsten Canalstrahlen hervorrufen, wahrzunehmen.

Die meisten Metalle unterliegen, wenn sie als Kathodenmaterial benutzt werden, einer Zerstückung, infolge deren die umgebenden Glaswände sich bekanntlich mit Metall- oder Oxydspiegeln bedecken. Auch dies gilt aber nur für diejenige Fläche der Kathode, von welcher die bisher bekannten Kathodenstrahlen ausgehen; an der Rückseite der Kathode erfolgt, wenn nur Canalstrahlen von ihr ausgehen, keine Spur von Zerstückung.

Haben die Canäle der Kathode (die aus einer ca. $\frac{1}{2}$ mm dicken Platte gebildet ist) einen Durchmesser von mehr als $\frac{2}{3}$ mm, so tritt bei mässiger Gasverdünnung auch an der Rückseite gewöhnliches Kathodenlicht auf. Je weiter die Verdünnung fortschreitet, desto lichtschwächer wird es indess, um zuletzt nur die Canalstrahlen übrig zu lassen. Je enger die Canäle sind, bei desto höherer Dichte treten die Canalstrahlen bereits rein auf. Ueberschreitet der Durchmesser der Canäle aber eine gewisse Grösse, so entwickeln sich auf der Rückseite der Kathode an den Oeffnungen ellipsoidische, grell leuchtende Lichtbüschel, bei deren Auftreten die Canalstrahlen theils objectiv in ihrer Entwicklung beeinträchtigt zu werden scheinen, theils für die Beobachtung überglänzt werden. Von diesen

ellipsoidischen Büscheln soll hier nicht näher gesprochen werden. Ihr Auftreten liess es indess anfangs unmöglich erscheinen, die Canalstrahlen in dicken Bündeln, wie sie für gewisse Versuche wünschenswerth waren, herzustellen.

Es zeigte sich aber, dass die Canäle desto grössere Durchmesser erhalten konnten, ohne die störenden Ellipsoidbüschel zu zeigen, je dicker die Kathodenplatte gewählt wurde. Anstatt dicke Platten zu nehmen, kann man auch auf die Oeffnungen dünner Platten an der Rückseite cylindrische Röhren aufsetzen.

Eine Kathode wie Fig. 4, bestehend aus einer dünnen Platte mit $3\frac{1}{2}$ mm weiter Durchbohrung, auf welche ein ebenso weites, 2 cm langes Metallröhren aufgelöthet ist, liefert ein Bündel Canalstrahlen, das schon beim Austritt $3\frac{1}{2}$ mm Dicke hat.

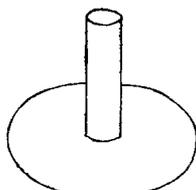


Fig. 4.

Solche einzelne dicke Bündel sind für die Untersuchung gewisser Eigenschaften vielfach geeigneter, als das Convolut zahlreicher dünner gegeneinander geneigter Strahlen, die aus den eng und dicht durchbohrten dünnen Platten entspringen. Ein fester Körper, ein Draht z. B. in die Bahn eines solchen dicken Bündels eingeschaltet, giebt einen ebenso deutlichen „Schatten“ wie in einem Bündel divergenter blauer Kathodenstrahlen, indem hinter ihm, an der von der Kathode abgewandten Seite, ein strahlenleerer, geradlinig begrenzter Raum bleibt.

Zwei Bündel Canalstrahlen können einander durchkreuzen, ohne sich abzulenken oder zu einem einzigen Bündel zu vereinigen. Letzteres zeigt, dass die Canalstrahlen nicht von abgeschleuderten ponderabeln Theilchen gebildet werden.

Die Strahlen des gewöhnlichen, in Luft blauen Kathodenlichts werden bekanntlich durch den Magneten abgelenkt und deformirt; es bedarf nur eines so kleinen permanenten Magneten, dass man ihn mit der Hand noch sehr bequem frei dirigiren kann, um sehr bedeutende Ablenkungen und Formänderungen der blauen Strahlen hervorzurufen. An den Canalstrahlen konnte ich indess selbst mittels des grössten (von sechs Bunsen gespeisten) Electromagneten des hiesigen physikalischen Insti-

tuts nicht die geringste wahrnehmbare Richtungsänderung oder Deformation hervorbringen. Hier tritt wieder eine Beziehung zur ersten Schicht des Kathodenlichts auf. Ich setzte eine undurchbrochene Platte *K* als Kathode in ein Gefäß wie Fig. 5, das einen 6—7 cm langen Seitentubulus trägt, dessen Axe mit der Axe der Kathodenplatte zusammenfällt. Die Strahlen des blauen Kathodenlichts erfüllen dann bei hinreichender Evacuation die ganze Länge des Tubulus. Stellt man jetzt die Röhre so zwischen die Pole des Electromagneten, dass die Ebene der Kathode axial liegt, so werden die gesammten blauen Strahlen in eine Schicht von wenigen Millimetern Dicke nach der Kathode hin zusammengerollt, sodass der Tubulus von ihnen frei wird. Dann sieht man den letzteren aber erfüllt von den gelben Strahlen der ersten Schicht, deren Strahlen *der Magnet nicht abzulenken vermag*. Bei Anwendung von Wasserstoff zeigt der Tubulus während der Einwirkung des Magneten sich entsprechend von rosa Licht erfüllt.

Auch der Deflexion sind die Canalstrahlen nicht unterworfen. Während die gewöhnlichen Kathodenstrahlen in der Nähe einer anderen Kathode eine starke Umknickung erleiden, gehen die Canalstrahlen *unabgelenkt* an einer zweiten Kathode (oder an Theilen der eigenen Kathode) vorüber.

Ich möchte an diese vorläufigen Mittheilungen ausführliche Erörterungen über das Wesen der Canalstrahlen noch nicht knüpfen, sondern mich auf einige kurze Bemerkungen beschränken.

Die Abhängigkeit der Canalstrahlen von der Gestalt der Vorderfläche und von der Lage der ersten Schicht an der Vorderfläche, endlich der Einfluss, den die Schiefbohrung der Canäle hat, machen es sehr wahrscheinlich, dass der Ursprung der Canalstrahlen an der *Vorderfläche* zu suchen ist. Die Aehnlichkeit in Farbe, Spectrum und im magnetischen Verhalten führt zu der Annahme einer Wesensgleichheit mit der ersten Schicht des Kathodenlichts.

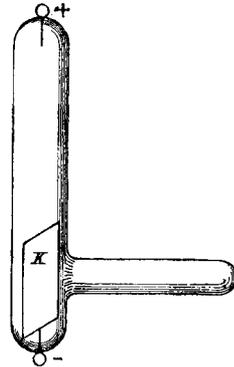


Fig. 5.

Sehr nahe läge nun der Gedanke, die Canalstrahlen mit der ersten Schicht des Kathodenlichts in der Art zu identificiren, dass man die Canalstrahlen für solche Theile lediglich der ersten Schicht hält, die bei undurchbrochener Kathode sich nach vorn ausbreiten müssen, bei vorhandenen Durchbohrungen aber (unter irgend welchen repulsiven Einflüssen) nach rückwärts ausweichen. Doch kann ich bis jetzt noch nicht sämtliche beobachtete Erscheinungen mit dieser letzten Annahme in Einklang bringen.

Für das Kathodenlicht im allgemeinen dürfen wir nach den beschriebenen Erscheinungen, namentlich mit Rücksicht auf den Versuch an der Röhre mit Seitentubulus, noch den Schluss formuliren, dass das gewöhnliche, sonst für ein einheitliches Strahlungssystem gehaltene Kathodenlicht aus (mindestens) zwei heterogenen Strahlungsformen besteht.

Berlin, 27. Juli 1886.

(Eingegangen 13. November 1897.)
