

Ueber die Zerlegung der Kathodenstrahlen.¹⁾

Von

Dr. J. von Geitler.

(Vorgetragen in der Monatsversammlung vom 23. April 1898.)

Die Ansichten über das Wesen der von Hittorf (1869) entdeckten Kathodenstrahlen sind heute noch sehr getheilt. Die einen glauben, dass das in der Entladungsröhre befindliche Gas bei sehr starker Verdünnung einen neuen, den vierten Aggregatzustand, den Zustand der „strahlenden Materie“ (Crookes) annehme, und erklären die Eigenthümlichkeiten der Kathodenstrahlen aus den Eigenschaften dieses Zustandes. Andere wiederum halten die Kathodenstrahlen für negativ elektrisch geladene, von der Kathode losgeschleuderte Theilchen (Puluj u. a.). In allerjüngster Zeit gesellt sich zu diesen beiden, die Emissionshypothese der Kathodenstrahlen vertretenden Annahmen noch eine dritte. P. Lenard (Wied. Ann. 64. pg. 279, 1898) zieht den Schluss: „dass hier (in dem elektrostatischen Verhalten der Kathodenstrahlen) eine Anzeige vorliege für die Existenz besonderer, bisher unbemerkt gebliebener Theile des Aethers, welche selbstständig beweglich sind, welche Masse (Trägheit) besitzen und welche zugleich als Träger elektrischer Ladungen auftreten. Als solche Massen, in Bewegung befindlich, erscheinen die Kathodenstrahlen“.

Ausser den Emissionshypothesen gibt es aber auch Undulationshypothesen dieser Erscheinung. E. Wiedemann hielt die Kathodenstrahlen für äusserst ultraviolettes Licht, also für transversale elektromagnetische Wellen. Er scheint seine

¹⁾ Die Versuche sind ausführlich in den Sitzungsberichten der kais. Akademie d. Wissenschaften zu Wien 1898 und in Wied. Ann. Bd. 65 beschrieben.

Ansicht dahin geändert zu haben, dass er jetzt die Kathodenstrahlen für Wirbel ansieht. Nernst dagegen stellt die Kathodenstrahlen ins äusserste Ultraroth, zwischen die längsten Wärmewellen und die kürzesten Hertz'schen Wellen. Helmholtz hielt sie für die nach seiner Theorie der Elektrizität möglichen elektromagnetischen Longitudinalstrahlen. Hertz scheint derselben Ansicht gewesen zu sein. Während jedoch den Helmholtz'schen Longitudinalstrahlen nach der Theorie ganz andere Eigenschaften, als den Kathodenstrahlen zukommen, gibt die Maxwell'sche Theorie in der von G. Jaumann erweiterten Form die Möglichkeit von elektrischen Longitudinalstrahlen, deren nach der Theorie zu erwartendes Verhalten mit den Versuchen mehrfach in guter Uebereinstimmung steht.

Eine endgiltige Entscheidung zwischen den einzelnen Ansichten ist bisher, mangels einwandfreier, beweisender Versuche nicht möglich gewesen. Nicht einmal die unumstössliche Entscheidung zwischen Emissionshypothese in Undulationshypothese überhaupt konnte bisher gefällt werden. Und diese Entscheidung wäre doch vor allem erwünscht. Die Absicht, dieselbe zu finden, hat zu den Versuchen des Vortragenden geführt; es sei jedoch gleich jetzt bemerkt, dass auch diese Versuche die erhoffte Entscheidung nicht erbringen.

Wären die Kathodenstrahlen Wellen, also die Undulationshypothese in einer ihrer Formen richtig, so müsste es möglich sein, Kathodenstrahlen zur Interferenz zu bringen. Kathodenstrahlen mit einer Phasenverschiebung von einer geraden Anzahl halber Wellenlängen müssten sich in ihren Wirkungen (z. B. der Phosphorescenz-erregung an der Glaswand des Recipienten) verstärken, solche mit einer Phasendifferenz von einer ungeraden Zahl halber Wellenlängen dagegen aufheben. Das Problem, Kathodenstrahlen verschiedener Phase zur Interferenz zu bringen, suchte der Vortragende in folgender Weise zu lösen:

Alle Körper sind, sobald ihre Dicke einige Tausendstel Millimeter übersteigt, für Kathodenstrahlen undurchlässig (Hertz, Lenard). Treffen daher Kathodenstrahlen auf ihrem Wege auf solche Körper, so werfen diese einen Schatten. Die Schattengrenze ist von dem gewöhnlich grünlichen Phosphorescenzlichte der Glaswand der Entladungsröhre umsäumt, welches von den Kathodenstrahlen erregt wird. (Vgl. die bekannte Crookes'sche Röhre mit

dem schattenwerfenden Kreuze.) Ist der schattenwerfende Körper z. B. ein Metalldraht, welchen man elektrisch negativ ladet, so werden die Kathodenstrahlen von dem Drahte abgestossen, der Schatten wird daher breiter (Goldstein), ladet man den Draht positiv, so werden die Strahlen in entgegengesetzter Richtung abgelenkt, der Schatten wird enger. Diese Erscheinungen sind von Majorana (1897) näher untersucht, und durch die von G. Jaumann entdeckte und auch in dieser Zeitschrift beschriebene elektrische Ablenkung der Kathodenstrahlen erklärt worden. Majorana gelang es, durch positive Ladung des Drahtes den Schatten auf der Glaswand ganz zum Verschwinden zu bringen. Würde es gelingen, die beiderseits am positiven Drahte vorbeigehenden Strahlenbündel hinter dem Drahte zur gegenseitigen Durchdringung zu bringen, so müsste, ähnlich wie im optischen Falle der Interferenz durch Beugung an einem schmalen Schirme, auch hier an der Glaswand ein System von hellen und dunkeln Streifen entstehen, wenn die gemachte Voraussetzung richtig wäre. Oder es wäre denkbar, dass die von der Kathode und dem schattenwerfenden Drahte ausgehenden Kathodenstrahlen an der Glaswand zur Interferenz kommen, wenn auch der Draht in entsprechender Weise negativ geladen, also zur Kathode gemacht würde. Versuche in der letztgenannten Richtung führten zu Erscheinungen, welche im ersten Augenblicke die Meinung begünstigten, dass es sich dabei thatsächlich um Interferenzerscheinungen handle.

In eine Entladungsröhre sind die plane Aluminiumkathode *K*, die Anode *A* und ein als Schattenwerfer dienender Draht *S* ein-

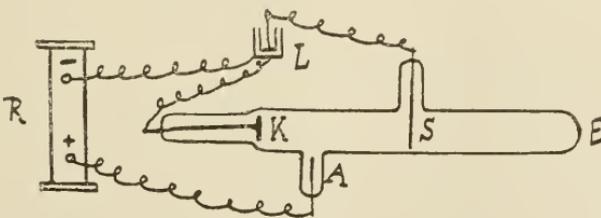


Fig. 1.

geschmolzen und die Röhre soweit ausgepumpt, dass kräftige Kathodenstrahlen in derselben erzeugt werden können.¹⁾

¹⁾ Die beim Vortrage demonstirten Röhren waren von Herrn S. Grünwald, Glaskünstler im chemischen Institut der k. k. deutschen Universität Prag, in vorzüglicher Weise ausgeführt.

Benützt man die Röhre in der gewöhnlichen Weise, so dass A mit dem positiven, K mit dem negativen Pole des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates (I) verbunden ist, während S isolirt bleibt, so sieht man am Ende E der Röhre den gewöhnlichen Schatten von S . Wird nun S durch einen Draht direct mit K verbunden, so dass jetzt S und K Kathoden sind, so weicht die Schattengrenze beiderseits von E gegen S an der Glaswand weit zurück und ist von einem, den geometrischen Verhältnissen entsprechend, parabolischen Streifen grünen Phosphorescenzlichtes umsäumt. Wird jedoch zwischen K und S statt des Drahtes in der aus Fig. 1 ersichtlichen Weise eine Leydenerflasche L geschaltet, so erscheinen statt des einen Streifens zwischen S und E an der Glaswand mehrere, von dunkeln Zwischenräumen unterbrochene Streifen (bis zu 6 und mehr). Die Zahl und die gegenseitige Distanz der Streifen hängt von der Capacität der Leydenerflasche und dem verwendeten Inductorium ab, es ist auch mit dem Drucke in der Röhre veränderlich. Aehnliche Streifen erhält man, wenn man K und S ohne Benützung der Leydenerflasche statt durch einen Draht durch einen schlechten Leiter, z. B. einen nassen Faden verbindet.¹⁾ Man könnte hier sehr wohl an eine Interferenz der von K und S ausgehenden Kathodenstrahlen als Ursache der hellen und dunklen Stellen der Glaswand denken. Folgender Versuch jedoch spricht gegen diese Auffassung. Bringt man zwischen S und E einen Glimmerschirm α an, so dass zwar Strahlen von K nicht aber von S in den schraffirten Theil der Röhre (Fig. 2) treten können, so dürften in diesem Theile an der Glaswand

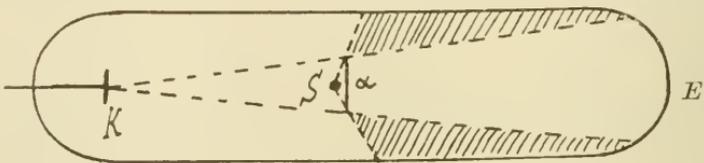


Fig. 2.

keine „Interferenzstreifen“ auftreten, da ja in diesen Theil nur Strahlen von K , nicht aber solche von S gelangen können. Da aber der Versuch auch in diesem Falle das Auftreten der

¹⁾ Auch bei Ablenkung der Strahlen durch magnetische, statt der elektrischen Kräfte, treten ähnliche Streifen auf. (Vgl. auch die Versuche von A. Birkeland.)

oben erwähnten Streifen ergibt, so können dieselben nicht als Interferenzphänomen zwischen den von K und S ausgehenden Strahlen gedeutet werden. Dagegen führt folgende Erklärung zu keinem Widerspruch mit den Thatsachen:

Der Ruhmkorff'sche Inductionsapparat ist eine gedämpft schwingende Elektrizitätsquelle. Die Schwingungsdauer hängt in der bekannten Weise von der Selbstinduction des Apparates und den Capacitäten der Pole ab, die Dämpfung vom Widerstande.

Die Schwingung des Inductoriums hat zur Folge, dass K im Tempo der Ruhmkorffschwingung (geschätzt auf $\frac{1}{40000}$ Sec.) abwechselnd positiv und negativ geladen wird. Nur wenn K negativ ist, sendet es Kathodenstrahlen aus. Die Dämpfung bewirkt, dass die Potentialdifferenz (Spannung) zwischen K und A fortgesetzt abnimmt, so dass auch die Intensität der in Zeitintervallen von etwa $\frac{1}{40000}$ Sec. von K ausgehenden Kathodenstrahlzüge, welche von der Potentialdifferenz abhängt, von Zug zu Zug geringer wird. Die Ablenkbarkeit der Strahlen durch elektrische und magnetische Kräfte hängt von der Stärke dieser Kräfte und von der Intensität der Kathodenstrahlen, also von der Potentialdifferenz an den Elektroden der Röhren ab. (Kaufmann und Aschkinass.) Bei jeder Unterbrechung am Neef'schen Hammer des Inductoriums gehen also nach dem Gesagten im Tempo der elektrischen Schwingungsperiode des Apparates eine Anzahl aufeinanderfolgender, an Intensität abnehmender Züge von Kathodenstrahlen aus. Werden diese durch eine constante elektrische oder magnetische Kraft abgelenkt, so müssen die einzelnen Züge je nach ihrer Intensität verschieden stark abgelenkt werden, somit die Glaswand an verschiedenen Stellen treffen und dort zur Entstehung von einander getrennter (grüner) Phosphoreszenzstreifen Anlass geben. Die Zahl der Streifen entspricht der Zahl von Kathodenstrahlzügen, welche von K ausgehen; diese Zahl hängt offenbar von der Grösse der Anfangspotentialdifferenz und der Dämpfung der Ruhmkorffschwingungen ab, da unterhalb einer bestimmten Spannung überhaupt keine Kathodenstrahlen mehr entstehen. Der Versuch zeigt nun thatsächlich, dass bei Verminderung der Stärke des das Inductorium treibenden Primärstromes, von welcher die Anfangsspannung an den Ruhmkorffpolen abhängt, die Zahl der auftretenden Streifen verringert wird. Dasselbe tritt bei Erhöhung der Dämpfung durch passende Einschaltung grosser Widerstände vor die Kathode ein.

Diese und eine Reihe anderer Versuche lassen die zuletzt ange-deutete Erklärung der Erscheinung als zutreffend erscheinen. Dieselbe lässt sich auch auf die Entstehung der Streifen bei magnetischer Ablenkung der Kathodenstrahlen (Versuche von Birkeland und dem Vortragenden a. A.), sowie auf die Experimente von Deslandres und J. J. Thomson anwenden. Eine Entscheidung für oder wider eine der eingangs erwähnten Hypothesen über die Natur der Kathodenstrahlen lässt sich auf Grund der angeführten Versuche nicht fällen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): von Geitler J.

Artikel/Article: [Ueber die Zerlegung der Kathodenstrahlen 97-102](#)