

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXVI. Jahrgang 1896.

München.

Verlag der K. Akademie.

1897.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Die Wellenlänge der Röntgen-Strahlen.

Von Dr. L. Fömm.

(Eingelaufen 6. Juni.)

Professor Dr. Röntgen spricht am Schlusse seiner ersten Veröffentlichung: „Ueber eine neue Art von Strahlen“, die Vermutung aus, dass zwischen den von ihm entdeckten Strahlen und den Lichtstrahlen eine Art von Verwandtschaft zu bestehen scheine und stellt die Frage, ob man es etwa wegen des aussergewöhnlichen Verhaltens dieser Strahlen mit longitudinalen Aetherschwingungen zu thun habe. Von anderer Seite wurde die Puluj'sche Hypothese über das Wesen der Kathodenstrahlen auch auf die Röntgen-Strahlen angewandt.

Um die Frage nach der Natur dieser Strahlen im Sinne der Wellentheorie zu entscheiden, war es notwendig, nachzuweisen, dass diese Strahlen interferenzfähig sind. Da sie keine nennenswerte Zurückwerfung und Brechung aufweisen, blieb nur noch der Weg der Beugung über.

Zu den Versuchen in dieser Richtung diente eine von Geissler in Bonn bezogene Hittorf'sche Röhre, welche von einem Funkeninduktor von 15 cm Maximalschlagweite bedient wurde. Die birnförmige, 30 cm lange Röhre zeigte bei einer Entladungsspannung von ungefähr 30 mm an der der Kathode gegenüberliegenden Glaswand einen thalergrossen, intensiv grün leuchtenden Fluoreszenzleck. Die hier austretenden Röntgen-Strahlen vermochten noch in einer Entfernung von 3 m Bariumplatin-cyanür zu deutlicher Fluoreszenz zu erregen. Aus den Stellen lebhaftester Fluoreszenz wurde nun mit Hülfe eines Messingpaltes eine Lichtlinie von 0,5 mm Breite abgegrenzt. Die

divergenten Strahlen trafen auf eine hochempfindliche photographische Platte, nachdem sie einen zweiten Spalt, den Beugungsspalt, durchsetzt hatten.

Spaltbreite und Schirmabstand wurden in der manigfachsten Weise geändert und bei jeder Versuchsanordnung zur Controlle ein Beugungsbild mit blauem Lichte erzeugt. Die Breite der beugenden Oeffnung schwankte zwischen 2 bis 0,1 mm, der Schirmabstand zwischen 10 und 50 cm. Bei 0,1 mm Spaltbreite war bereits eine Expositionszeit von 50 Minuten nötig.

Die erhaltenen Aufnahmen zeigen alle einen gemeinsamen Typus. Das Spaltbild ist seiner Grösse nach das geometrisch bedingte Abbild der Strahlenquelle, d. h. es lässt keine Verbreiterung nachweisen. Zu Seiten dieses Bildes sind keine Interferenzstreifen, d. h. Maxima und Minima, wahrzunehmen; dagegen zeigt sich das Innere des Spaltbildes von hellen und dunklen Streifen durchzogen, eine Erscheinung, wie sie bei gewöhnlichem Lichte auftritt, wenn man den Beugungsspalt gross wählt. Diese Aufnahmen, welche ich bereits im Monate März erhielt, stellten zwar die Wellennatur der Röntgen-Strahlen fest, gestatteten aber leider keine Berechnung der Wellenlänge, da ihnen die genügende Schärfe fehlte, um Abstand und Zahl der Streifen einer genauen Messung zu unterwerfen. Immerhin zeigte der Charakter der Beugungsbilder, verglichen mit ähnlichen Erscheinungen bei gewöhnlichem Lichte, dass man es mit sehr kleinen Wellen zu thun habe.

Gelegentlich weiterer Versuche hatte ich glücklich die Abstände der Lichtquelle von Beugungsspalt und photographischer Platte und die Breite der beugenden Oeffnung so gewählt, dass in der Mitte des Spaltbildes ein erstes Minimum auftrat. Hiermit war nun die Möglichkeit geboten, in einfacher Weise die Wellenlänge zu berechnen.

Lässt man die Strahlen einer schmalen, homogenen Lichtlinie durch einen genügend engen Spalt auf einen Schirm fallen, so entstehen bekanntlich zu beiden Seiten des direkten Spaltbildes helle und dunkle Streifen (Maxima und Minima). Erweitert man nun bei sonst constanter Aufstellung die beugende

Oeffnung immer mehr und mehr, so ziehen sich diese Interferenzstreifen enger und enger gegen das Mittelbild hin zusammen und plötzlich erscheint in letzterem in der Mitte ein dunkler Streifen, das erste Minimum.

Fährt man mit der Vergrößerung der beugenden Oeffnung fort, so macht dieses Minimum einem Maximum Platz, wodurch zwei Minima entstehen und so fort. Mit Hilfe der Formeln und Tabellen, welche Professor Dr. v. Lommel in seiner Abhandlung „Die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme“¹⁾ berechnet hat, lässt sich nun aus dem Auftreten dieser Maxima und Minima, beziehungsweise ihrer Abstände und den Konstanten der Versuchsanordnung, leicht die Wellenlänge des angewandten Lichtes berechnen. Diese experimentell einfache Methode ist namentlich da sehr empfehlenswert, wo man wegen geringer Helligkeit der Lichtquelle gezwungen ist, verhältnissmässig weite Beugungsspalte anzuwenden.

Prof. Dr. v. Lommel gibt auf Seite 78 (606) seiner Abhandlung folgende Beziehung:

$$y = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{a+b}{a \cdot b} r^2.$$

Hier bedeutet λ die gesuchte Wellenlänge, a den Abstand von Licht und beugender Oeffnung, b den Abstand der letzteren vom Auffangschirm und r die halbe Spaltbreite. y ist eine aus Fig. 1 (am Schlusse obiger Abhandlung) zu entnehmende, absolute Zahl und ist in unserem Falle, d. h. beim Auftreten des ersten Minimums, gleich 11.

Die Konstanten des Versuches waren

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ „}$$

$$r = 0,05 \text{ „}$$

$$y = 11.$$

¹⁾ v. Lommel, Abhandlungen der k. bayer. Akademie der Wiss., II. Cl., XV. Bd., III. Abth., 1886.

Demnach

$$\lambda = \frac{2\pi}{11} \frac{400}{40000} \cdot 0,05^2 = 0,000014 \text{ mm.}$$

Die Wellenlänge ist demnach ungefähr 15 mal kleiner als die bisher untersuchte kleinste Wellenlänge im Ultraviolett. Da der Abstand der ersten Minima bei so kleiner Wellenlänge sehr gering ist, so lässt sich aus den erhaltenen Aufnahmen nicht mit Sicherheit constatieren, ob man es noch mit dem ersten Minimum zu thun hat. Ich möchte desshalb obige Zahl nur als obere Grenze der von der bei den Versuchen verwendeten Hittorf'schen Röhre ausgehenden Röntgen-Strahlen bezeichnen.

Inzwischen haben die Herren G. Sagnac¹⁾, L. Calmette und G. T. Lhuillier²⁾ Versuche in derselben Richtung veröffentlicht. G. Sagnac wendet ein Drahtgitter an und berechnet aus einer kaum messbaren Verbreiterung des Spaltbildes eine obere Grenze von 0,00004 mm als Wellenlänge. Calmette und Lhuillier haben Beugungsversuche mit zwei Spalten angestellt, erhalten ebenfalls helle und dunkle Streifen, ohne sich jedoch über die Grösse der Wellenlänge zu äussern.

¹⁾ G. Sagnac, Comptes Rendus, Tome CXXII, No. 13.

²⁾ L. Calmette und G. T. Lhuillier, Comptes Rendus, Tome CXXII, No. 16.