

**2. Die Wellenfläche der Lichtemission
der Kanalstrahlen;
von J. Stark.**

Die vor einiger Zeit in diesen Annalen erschienene Abhandlung Lenards¹⁾, „Über die Lichtfortpflanzung im Himmelsraum“, gibt mir die Veranlassung, die nachstehende Untersuchung zu veröffentlichen.

Die Flächen gleicher Phase, also die Wellenflächen, sind für den Fall der Lichtemission eines im Bezugssystem des Beobachters ruhenden Punktes in einem isotropen Medium Kugelflächen; außerdem sind für diesen Fall die Wellenlängen in allen von dem leuchtenden Punkt ausgehenden Richtungen gleich groß. Wenn der leuchtende Punkt eine Geschwindigkeit im Bezugssystem besitzt, so sind die Wellenlängen der von ihm ausgehenden Lichtemission nicht mehr in allen Richtungen gleich groß; es gilt vielmehr $\lambda_a = \lambda_0 \left(1 - \frac{v}{c} \cos \alpha\right)$, wo λ_0 die Wellenlänge für $v = 0$, c die Lichtgeschwindigkeit, α der Winkel zwischen v und der betrachteten Emissionsrichtung ist. Dieser Einfluß der Bewegung eines leuchtenden Punktes auf die Wellenlänge der von ihm emittierten Strahlung ist im Dopplereffekt an Kanalstrahlen experimentell nachgewiesen.

Nun kann man die Frage stellen, ob die Bewegung eines leuchtenden Punktes außerdem auch auf die Wellenfläche der von ihm emittierten Strahlung einen Einfluß ausübt, also sie aus der Kugelfläche für die ruhende Emission zu einer Rotationsfläche um die Bewegungsachse etwa in der Weise deformiert, daß die Rotationsfläche in der Richtung von v vor der Kugelfläche vorausgeeilt, dagegen entgegengesetzt zu v hinter der Kugelfläche zurückgeblieben erscheint.

1) P. Lenard, Ann. d. Phys. 73. S. 89. 1923.

Um einen derartigen Einfluß der Bewegung eines leuchtenden Punktes auf die Flächen der von ihm emittierten Wellen zu prüfen, legte ich einer Versuchsanordnung folgenden leitenden Gedanken zugrunde. Ein bestimmter Punkt im Raum der Beobachtung sollte dadurch markiert und festgelegt werden, daß in ihm ruhende Atome zur Lichtemission angeregt wurden. Dies geschah, indem ich Quecksilberatome in dem Raum vor der nahezu ebenen Endfläche eines 4 mm dicken Aluminiumdrahtes durch den Stoß von Wasserstoffkanalstrahlen, welche senkrecht auf die Al-Fläche zuliefen und auf sie auffielen, zur Emission ihrer Spektrallinien anregte. Diese ruhende Hg-Emission fand nämlich ihr Ende an der Al-Fläche. An dieser brachte ich nun außerdem bewegte Atome zur Emission ihrer Spektrallinien, indem ich die Wasserstoffkanalstrahlen, welche die Hg-Emission anregten, senkrecht auf die Al-Fläche zu laufen ließ. Es kamen dann die H-Strahlen in der Al-Fläche zum Stillstand; in dieser erlosch ihre Lichtemission; unmittelbar vor ihr, also an dem durch die ruhende Hg-Emission markierten Orte brachten sie jedoch Lichtwellen zur Emission, während sie noch ihre Geschwindigkeit besaßen. Er rührte somit das eine Ende der im spektrographischen Beobachtungsbild auftretenden H-Linien her von der bewegten H-Emission unmittelbar vor der Al-Fläche. Diese feste Raummarke wurde demnach mit Hilfe der von ihr ausgehenden ruhenden Hg-Emission und gleichzeitig mit Hilfe der von ihr ausgehenden bewegten H-Emission im Beobachtungsspektrogramm abgebildet. Waren die von der festen Raummarke ausgehenden Wellenflächen der bewegten H-Emission ebenso Kugelflächen wie die Wellenflächen der ruhenden Hg-Emission, so mußten die auf der Al-Fläche aufsitzenden Enden der H-Linien im Spektrogramm in gleicher Höhe wie die Enden der Hg-Linien erscheinen. Wenn dagegen die Wellenflächen der Lichtemission der H-Kanalstrahlen durch die Bewegung aus der Kugelform deformiert und ihre Normalen (Strahlen), soweit sie nahezu oder genau senkrecht zur Bewegungsachse standen, um einen Winkel von der Ordnung v/c gegen die Kugelflächenradien der Hg-Emission in der einen oder entgegengesetzten Richtung verdreht wurden, so mußten die bezeichneten Enden der H-Linien um einen Abbildungswinkel von der Ordnung v/c über die

Enden der Hg-Linien hinausragen oder um den gleichen Winkel verkürzt erscheinen.

Zur experimentellen Prüfung der vorstehenden grundsätzlichen Überlegung wählte ich folgende Versuchsanordnung. Die zur Erzeugung der Kanalstrahlen verwendete Röhre hatte auf der Kathodenseite die aus der Fig. 1 ersichtliche Form. Die kreisförmige Öffnung in der Mitte der Kathode KK hatte einen Durchmesser von 2 mm; durch sie fielen die Kanalstrahlen auf die in 0,7 cm Entfernung hinter ihr aufgestellte, gut polierte, schwach gewölbte Endfläche AA eines 4 mm dicken Al-Drahtes, der in der Röhre koaxial mit ihr befestigt war. Die wagrecht an der Röhre sitzende Seitenröhre SS setzte sich in einer lotrechten Röhre fort. Diese enthielt einen Tropfen Queck-

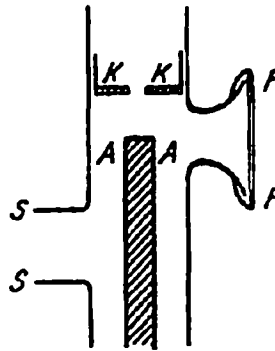


Fig. 1.

silber und konnte zur Abkühlung in eine Kältemischung getaucht werden, damit der Hg-Dampfdruck und die Intensität der Hg-Linien reguliert werden konnte. Auf der Rückseite der Kathode war eine in der Figur nicht wiedergegebene kleine eiserne Klappe angebracht, welche mit Hilfe eines Elektromagneten über die Öffnung in der Kathode geschoben oder zurückgezogen werden konnte. Durch sie wurde die Öffnung während der Reinigung der Röhre so lange geschlossen gehalten, bis die H-Kanalstrahlen in großer Reinheit zur Entwicklung kamen.

Durch das von einer planparallelen Glasplatte gebildete Fenster FF konnte das Kanalstrahlenbündel zwischen KK und AA auf dem Spalt eines Spektrographen abgebildet werden. Dies geschah mit Hilfe eines Objektivs von 80 cm Brennweite; Bild- und Gegenstandsweite betragen hierbei 60 cm; die Achse des Objektivs lag in der Achse des Spaltrohres des Spektro-

graphen und stand senkrecht zur Geschwindigkeitsachse der Kanalstrahlen. Das Bild der Al-Fläche erschien somit auf dem Spektrographenspalt als Linie und zwar wurde es gerade auf die Mitte des Spaltes gelegt. Das Spalt- und Kameraobjektiv des Spektrographen hatte eine Brennweite von 30 cm.

Die Beobachtungen wurden ausgeführt an der H-Linie 4341 und an den benachbarten Hg-Linien 4348 und 4339. Es wurde für einen Kathodenfall von 4000 Volt und einen Kathodenfall von 8000 Volt je eine Reihe von Aufnahmen bei verschiedenen Hg-Dampfdrucken, also bei verschiedenen Intensitäten der Hg-Linien gemacht. Für den Vergleich der H-Linie mit den Hg-Linien wurden dann diejenigen Aufnahmen ausgewählt, auf welchen die Schwärzungen der zu vergleichenden Linien nahezu gleich groß waren.

Der Vergleich ergab folgendes. Das auf der Al-Fläche aufsitzende Ende der H-Linie erschien auf gleicher Höhe und mit dem gleichen Intensitätsabfall wie die Enden der zwei benachbarten Hg-Linien; der Höhenunterschied war jedenfalls kleiner als $5 \cdot 10^{-2}$ mm.

Bei der Würdigung dieses experimentellen Ergebnisses hat man folgende Tatsachen als Voraussetzung in Betracht zu ziehen. Wie von mir und anderen Beobachtern festgestellt wurde, überwiegt bei den H-Serienlinien, welche von H-Kanalstrahlen in Wasserstoff mit etwas Hg-Dampf zur Emission gebracht werden, weitaus die bewegte Intensität gegenüber der ruhenden Intensität; umgekehrt ist es bei den Hg-Linien, welche unter den gleichen Umständen zur Emission kommen; bei ihnen überwiegt weitaus die ruhende Intensität, zudem ist bei ihnen die Geschwindigkeit der bewegten Intensität ungefähr 15mal kleiner als bei den H-Linien. Was die Geschwindigkeit der H-Kanalstrahlen betrifft, so sind sie bekanntlich auf einen ziemlich ausgedehnten Bereich zwischen mehreren Hundert Volt und dem sie erzeugenden Kathodenfall verteilt. Für einen Kathodenfall von 7000 Volt fand ich in früheren Versuchen als größte Geschwindigkeit, für welche noch eine merkliche bewegte Intensität emittiert wurde, den Wert $6 \cdot 10^7$ cm sec⁻¹. Wenn ich diesen Wert der nachstehenden Rechnung an meinen vorliegenden Beobachtungen für 8000 Volt Kathodenfall zugrunde lege, so ist er sicherlich nicht zu hoch.

Wenn in meinen Beobachtungen die Normalen der Wellenfläche der bewegten H-Serienlinien infolge der Bewegung ihrer Träger um einen Winkel von der Ordnung v/c gegenüber den Normalen der kugelförmigen Wellenfläche gedreht gewesen wären, hätte demnach dieser Winkel den Betrag von $2 \cdot 10^{-3}$ erreicht. Diesem Winkel entspricht für die gewählte Bildweite von 600 mm eine lineare Verschiebung des Linienendes von λ 4341 auf dem Spektrographenspalt und somit im Spektrogramm um 1,2 mm. In Wirklichkeit konnte ich noch nicht einmal eine Verschiebung von $5 \cdot 10^{-2}$ mm feststellen und zwar weder im Sinne einer Verlängerung noch einer Verkürzung der an der Al-Fläche emittierten H-Linie 4341. Wenn somit überhaupt infolge der Bewegung eines Licht emittierenden Punktes bis zu einer Geschwindigkeit von $6 \cdot 10^7$ cm sec⁻¹ die Wellenfläche des emittierten Lichtes aus der Form der Kugelfläche um einen Winkel herausgedreht wird, so ist dieser jedenfalls nicht von der Ordnung v/c , sondern mindestens 24mal kleiner, wenn nicht überhaupt Null.

Innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der vorliegenden Beobachtungen erscheint somit festgestellt, daß *die Wellenfläche der Lichtemission der Kanalstrahlen oder, allgemeiner, eines bewegten leuchtenden Punktes kugelförmig ist*. Durch diese Feststellung und durch die Feststellung des Dopplereffektes in der Lichtemission der Kanalstrahlen ist das geometrische Bild der Wellenbewegung festgelegt, welches ein bewegtes und gleichzeitig eine Serienlinie emittierendes Atom in dem umgebenden Äther in einem zur Wellenlänge großen Abstand von ihm erzeugt.

Ullersricht bei Weiden (Oberpfalz), Februar 1925.

(Eingegangen 20. März 1925.)
