

Über positive Strahlen.

Von

H. von Dechend und W. Hammer.

(Vorläufige Mitteilung.)

Die bisherigen Untersuchungen über Entstehungsweise und Eigenschaften der Kanalstrahlen sind bei Drucken angestellt worden, bei denen die Stossionisation und alle sie begleitenden Umstände eine wesentliche Rolle spielen. Es ist nun zu vermuten, dass durch Vermeidung dieser Komplikation eine Reihe von Erscheinungen in Wegfall kommen, die bis jetzt eine einwandfreie Deutung des Versuchsmaterials erschwert haben.

Da ein Kanalstrahl nur in einem Raume von relativ hohem Druck entstehen kann, so ist die einzige Möglichkeit, dies Ziel zu erreichen, dadurch gegeben, dass man den Kanalstrahl aus dem Entladungsraum, in dem er entsteht, in einen zweiten, den Beobachtungsraum, leitet, der nur durch eine enge Kapillare mit dem Entladungsraum in Verbindung steht. Das durch die Kapillare dauernd zuströmende Gas muss dann möglichst schnell durch irgend ein Mittel entfernt werden.

Diese Methode ist bereits von W. WIEN¹ angewandt worden. Die äussersten von ihm erreichten Drucke betragen aber immer noch fast $\frac{1}{1000}$ mm Hg (genauer 0,0009). Bei diesem Druck können jedoch immer noch Entladungen durch das Rohr getrieben werden, ein Beweis, dass die Stossionisation bei diesen Drucken noch keineswegs vermieden ist.

Wir haben daher die WIENSche Anordnung in diesem Sinne noch weiter zu vervollkommen gesucht, und es ist uns gelungen,

¹ W. WIEN, Ann. d. Phys., 27 p. 1025, 1908.

im Beobachtungsrohr den Druck auf wenige Hunderttausendstel Millimeter Hg zu reduzieren, während im Entladungsrohr, das die Kanalstrahlen erzeugte, ein Druck bis zu mehreren Zehnteln Millimeter Hg herrschen konnte.

Die Messung dieser hohen Vakua wurde durch Anwendung einer Reihe von Vorsichtsmaßnahmen ermöglicht, deren Kenntnis wir Herrn Dr. GAEDE verdanken. Da von seiner Seite demnächst eine Veröffentlichung hierüber zu erwarten ist, sehen wir hier von näheren Angaben ab.

Durch zweckmässig angeordnete Röhren, die mit flüssiger Luft gekühlt wurden, waren die Dampfdrucke aller in Frage kommenden Substanzen auf dieselbe Grössenordnung wie die Gasdrucke erniedrigt. Unsere Zahlen geben daher die Grössenordnung des Gesamtdruckes.

Im Beobachtungsrohr konnten die Kanalstrahlen magnetisch und elektrostatisch abgelenkt werden, waren aber im übrigen gegen jede ungewünschte elektrische Beeinflussung sorgfältig geschützt. Am Ende des Rohrs in ca. 35 cm Entfernung vom Kanalende fielen die Strahlen auf eine mit Willemit überzogene Glasplatte, die durchsichtig genug gehalten war, um die bequeme Beobachtung von der Rückseite aus zu gestatten.

Sobald die Verdünnung im Entladungsrohr weit genug vorgeschritten war, um eine Entladungsspannung von ca. 10—20000 Volt zu ermöglichen (Influenzmaschine), zeigte sich in dem zunächst auf gleichem Druck wie das Entladungsrohr gehaltenen Beobachtungsrohr ein leuchtendes diffuses Kanalstrahlenbündel, das auf dem Willemitschirm einen verwaschenen Phosphoreszenzleck erregte. Eine Verminderung des Drucks im Beobachtungsrohr bei konstant erhaltenem Druck im Entladungsrohr vermehrte die Schärfe des Strahls und des Phosphoreszenzlecks, verminderte dagegen die Helligkeit des Strahlenbündels. Sobald der Druck unter einige Zehntausendstel Millimeter gesunken war, war von der Kanalstrahlenbahn nichts mehr wahrnehmbar, dagegen gewann die Schärfe des Phosphoreszenzlecks von diesem Druck ab immer mehr. Bei ca. 10^{-4} mm Hg ist der Fleckdurchmesser nicht wesentlich grösser, als den Kanaldimensionen entspricht, d. h. ca. 2—3 mm.

Das Aufhören der Lichtemission bei diesen tiefen Drucken zeigt, dass die Emissionszentra nur dann emittieren, wenn sie durch Zusammenstoss mit andern Gasteilchen dazu angeregt werden.

Unterwirft man die Strahlen, solange sie noch leuchten, in-

dessen schon scharf genug sind, um einen guten, nicht zu grossen Phosphoreszenzfleck zu erregen, der Einwirkung eines elektrischen Feldes, so zerlegen sie sich in zwei Teile, einen unabgelenkten und einen abgelenkten. Diese Ablenkung hat auf Form und Intensität des leuchtenden Kanalstrahlenkegels keinen wahrnehmbaren Einfluss, ebensowenig ist auf der Bahn der abgelenkten Teile irgendwelche Helligkeit zu entdecken, obwohl aus dem Intensitätsverhältnis der Phosphoreszenzflecken hervorgeht, dass die beiden Bündel vergleichbare Stärke besitzen. Unter denselben Bedingungen, was Zusammenstösse anbelangt, unter denen die neutralen Teile der Kanalstrahlen leuchten, leuchten demnach die positiven Atomionen des Kanalstrahls nicht.

WIEN hat ähnliche Versuche unter Verwendung der magnetischen Ablenkung angestellt¹ und findet dieselbe Erscheinung, wenn die Strahlen kurz hinter der Kathode abgelenkt werden. In grösserer Entfernung von der Kathode dagegen nimmt nach Wegnahme der positiven Ionen auch die Helligkeit der Kanalstrahlen ab.

Im Zusammenhange hiermit hat WIEN gefunden, dass sich in einem Kanalstrahlenbündel, dem man die positiven Ionen geraubt hat, von selbst eine Wiederbildung der positiven Ionen vollzieht. Diese Erscheinung liess sich bei uns auf demselben Wege nachweisen, den J. J. THOMSON eingeschlagen hat, indem wir den durch ein erstes magnetisches Feld in einen abgelenkten und einen unabgelenkten Teil zerlegten Strahl ein zweites Magnetfeld passieren liessen und die Bilder auf dem Phosphoreszenzschirm beobachteten. Es zeigte sich dann, dass bei Drucken, bei denen der Kanalstrahl noch leuchtet, einerseits der vorher unablenkbare Teil teilweise ablenkbar, andererseits der abgelenkte Teil teilweise unablenkbar geworden war, d. h. die neutralen Teile des Kanalstrahles waren auf dem Wege zwischen dem ersten und zweiten Magnetfeld teilweise zu positiven Ionen geworden, die positiven Ionen dagegen hatten sich teilweise neutralisiert.

Wir erniedrigten nunmehr den Druck so weit, dass das Leuchten der Kanalstrahlen nicht mehr erkennbar war, und fanden, dass dieser Prozess der Zerlegung und Wiederbildung von neutralen Kanalstrahlteilen zunächst immer noch zu beobachten war, bei weiterer Verminderung auf ca. $6 \cdot 10^{-5}$ mm Hg jedoch aufhörte. Bei diesem Druck war auch durch stärkere Felder eine weitere

Zerlegung der durch das erste Feld hervorgebrachten Flecken nicht mehr möglich.

Durch diese Versuche ist wahrscheinlich gemacht, dass sowohl das Leuchten der Kanalstrahlen als auch die Zerstörung und Neubildung ihrer Bestandteile Erscheinungen sind, die nur durch Zusammenstöße der Kanalstrahlenteilchen hervorgebracht werden.

Die grosse Schärfe¹ der Kanalstrahlen bei diesen Drucken und die Sicherheit, mit der sich dabei elektrostatische Ablenkungen erzielen und berechnen lassen, veranlasste uns weiterhin, die Versuche von THOMSON² teilweise zu wiederholen.

Die Beobachtung der Ablenkungen im magnetischen und elektrischen Feld ergaben nun erheblich kompliziertere Bilder, als sie von THOMSON z. B. in seiner Mitteilung Phil. mag. 19 p. 424, 1910, angegeben werden.

Genauere Untersuchungen sind im Gang und sollen später veröffentlicht werden. Wir können aber als sicheres Ergebnis das eine mitteilen, dass von einer Unabhängigkeit der Kanalstrahengeschwindigkeit vom erregenden Potential, wie sie THOMSON mitteilt, bei unserer Versuchsanordnung nichts zu beobachten war.

Wandten wir nur elektrostatische Ablenkung an, so zeigte der Willemitschirm einen unabgelenkten Fleck, auf diesen folgte ein längeres gerades Band, das von dem Fleck durch einen dunklen Zwischenraum getrennt war.

Das am wenigsten abgelenkte Ende ist hervorgebracht von den Teilen, die die grösste kinetische Energie besitzen. Wir haben nun gefunden, dass dessen Abstand mit der Elektrodenspannung des Entladungsrohrs variabel und zwar umgekehrt proportional dieser Spannung ist. Die Spannung wurde dabei variiert zwischen 9000 und 26000 Volt.

mv^2 ist also für diesen Teil der Ionen proportional zum Kathodengefälle Δv , wenn man, was hier zulässig ist, den Kathodenfall gleich der Elektrodenspannung setzt.

¹ Diese Schärfe ist nach unsern Beobachtungen nur dann erreichbar, wenn der Gesamtdruck in der Grössenordnung der Hunderttausendstel Millimeter liegt. Wegnahme der flüssigen Luft z. B. bewirkt sofort eine derartige Verwaschenheit der Flecken, dass an eine Beobachtung feinerer Details nicht zu denken ist.

² J. J. THOMSON, Phil. mag. 16 p. 561, 1907; 18 p. 821, 1909; 19 p. 424, 1910.

Qualitativ dasselbe fanden wir bei gleichzeitiger magnetischer und elektrischer Ablenkung. Die Phosphoreszenzstreifen wanderten bei Änderung des Druckes im Erregerrohr in weiten Grenzen hin und her, zeigten also jedenfalls nicht Unabhängigkeit vom Kathodenfall.

Wie der Gegensatz zwischen diesen Beobachtungen und den inzwischen von STARK bestätigten THOMSONSchen Versuchen zu erklären ist, vermögen wir vorderhand nicht zu übersehen.

Zur weiteren Klärung dieser Fragen ist von dem einen von uns¹ eine direkte Messung der Kanalstrahlengeschwindigkeit in Angriff genommen.

Freiburg i. Br., den 2. April 1910.

Physikalisches Institut.

¹ W. HAMMER.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Dechend H. von, Hammer Wilhelm

Artikel/Article: [Über positive Strahlen. 67-71](#)