© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Elektrische Untersuchungen am fluorescierenden Natriumdampfe.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

Hans Zickendraht.

Die interessanten Untersuchungen von Wood am nichtleuchtenden Natriumdampfe [1]) veranlassten mich zu einigen ergänzenden Beobachtungen und Messungen insbesondere über das elektrische Verhalten des Dampfes, die vielleicht für eine später zu entwickelnde Theorie der optischen und elektrischen Erscheinungen des untersuchten Mediums nicht unwesentlich sein dürften. Phänomene, wie der Zeemaneffekt, die photoelektrischen Wirkungen und die optischen Erscheinungen beim Stromdurchgang durch Gase haben die Theorien über die Entstehung der Linien- und Bandenspektra unzertrennlich mit der Vorstellung geladener Korpuskeln, der Lehre vom freien und gebundenen Elektron verknüpft. Über die Ursache der Entstehung der Spektrallinie sind wir jedoch noch keineswegs im Klaren; was momentan

[1]) R. W. Wood Physikal. Zeitschrift 3. (1902) p. 231,
4. (1903) p. 701,
5. (1904) p. 751,
6. (1905) p. 438, 903,
7. (1906) p. 105, 475, 873,
8. (1908) p. 124.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Aufgabe des einzelnen Beobachters sein kann, ist, unter möglichster Berücksichtigung aller begleitenden Erscheinungen bestimmte elektrische Eigenschaften des lichtaussendenden Mediums genau zu verfolgen und mit den entsprechenden optischen Eigenschaften zu vergleichen.

Die auffallenden lichtelektrischen Erscheinungen, die Elster und Geitel[1]) bei den Alkalimetallen wahrgenommen und gemessen haben, beweisen, dass Natrium in hohem Grade die Fähigkeit besitzt, bei Belichtung Elektronen abzuspalten. Es fragte sich nun, ob nicht der Dampf dieses Metalles, wie er bei den Wood'schen Arbeiten erzeugt wurde, freie Elektronen enthält. Es liesse sich ja denken, dass bei hoher Temperatur schon durch die Stösse der Natriummoleküle im Dampfe selbst Elektronen freigemacht werden könnten. In der Tat sah sich diese Anschauung bestätigt: In dem Woodschen Rohre (an welchem einige Abänderungen vorgenommen worden waren, die ich in einer ausführlichern Abhandlung beschreiben werde) brachte ich eine der „Retorte" coaxiale Elektrode aus Eisendraht von 5,7 mm Dicke an. Während das Rohr zur Erde abgeleitet war, wurde die Elektrode mit einem Exnerschen Elektrometer verbunden und dasselbe positiv oder negativ geladen. Bei kaltem Rohre, in welchem ein Vacuum von 0,2 bis 1 mm Hg erhalten wurde, ergab sich ein langsamer Abfall der Ladung (beispielsweise für eine + Ladung 0,0028 Skt. pro Sek., für eine – Ladung 0,0023 Skt. pro Sek.). Wurde nun das Rohr langsam erhitzt, so begann schon bei etwa 100 ° die Ladung bedeutend rascher abzuklingen (bei obigem Versuche 0,25 Skt. pro Sek).

---

[1]) Elster und Geitel Wied. Ann. 52. (1894) p. 433.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erreichte die Temperatur solche Werte bei welchen deutliche Fluoreszenz des Dampfes sichtbar war, also Temperaturen von 350—400 °, so war eine positive Ladung des Elektrometers überhaupt nicht mehr möglich, sie wurde sofort nach Entstehen neutralisiert. Dagegen konnte den Blättchen eine negative Ladung gegeben werden (die einen Abfall von etwa 0,1 Skt. pro Sek. zeigte).

Diese Beobachtungen waren so angestellt worden, dass die Elektrode und der Dampf sich im Dunkeln befanden. Eine Bestrahlung mit dem Lichte einer Bogenlampe hatte sofort das Auftreten eines starken photoelektrischen Effektes zur Folge. Es schien, wie wenn der Natriumdampf in hohem Grade leitend geworden wäre, denn es war nicht mehr möglich, durch + oder — Ladung eine Divergenz der Blättchen zu erzielen. Jedenfalls sind wir durch dieses Verhalten zu der Annahme berechtigt, dass im erhitzten Natriumdampfe eine beträchtliche Anzahl freier Elektronen sein müsse.

Diese Auffassung fand nun eine weitere Bestätigung bei der Messung des Stromes, der unter bestimmtem Potentiale durch den Dampf hindurchgeschickt werden konnte. Zu diesen Beobachtungen war die Messung folgender Grössen notwendig:

1. die Temperatur des Dampfes;
2. der Druck des Gases, in welchem der Dampf eingebettet war;
3. der Abstand der Elektroden im Entladungsrohre;
4. das Potential an den Elektroden während des Durchganges der Entladung;
5. die Stromstärke, welche bei diesem Potentiale im Gase erzielt wurde.

Die *Temperatur* des Dampfes wurde mit Hilfe eines Platin-Platinrhodiumelementes (von Heraeus) gemessen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Lötstelle des Elementes befand sich, durch eine dünnwandige Glasumhüllung vor der direkten Einwirkung der Dämpfe geschützt, im Dampfe in unmittelbarer Nähe der Elektroden. Der Strom des Elementes lenkte das System eines Deprez-d'Arsonvalgalvanometers ab, welches durch Vergleichstemperaturen so geaicht war, dass die Ablenkung in Skalenteilen auf einer Tabelle die entsprechenden Temperaturen gab. Mit Hilfe dieser Temperaturmessung konnte dann auch der Eintritt und das Verschwinden der Fluoreszenz im Rohre thermisch festgelegt werden. Die Temperaturen sind wenig oder gar nicht vom Drucke der Luft im Rohre abhängig und liegen zwischen 270° und 300°. Dieser Wert ist allerdings noch ungenau, da er nur aus dem Auftreten oder Verschwinden des grünen Fluoreszenzfleckes abgeleitet wurde, eine Erscheinung, die nicht genau definierbar ist. Möglicherweise kann aber der Beginn der Fluoreszenz genauer definiert werden aus der Änderung, die die elektrische Leitfähigkeit des Dampfes in dieser Gegend erleidet. Ich habe ein Minimum in der Anfangsspannung der Entladung in der Nähe der Temperatur 270° beobachtet, welches vielleicht einen Zusammenhang mit dem Auftreten des Bandenspectrums der Fluoreszenz besitzt.

Den *Gasdruck* ermittelte ich unter Beobachtung bestimmter Vorsichtsmassregeln an einem abgekürzten Barometer. Er scheint besonders von 1,5 mm an abwärts grossen Einfluss auf die Entladung zu haben. Wir kommen unten genauer darauf zurück.

Als *Elektroden* benutzte ich zwei Eisendrähte von 5,7 mm Durchmesser, die sich dem Rohre coaxial von beiden Enden her eingeführt auf messbare Entfernung gegenüberstanden. Die Enden der Elektroden waren kugelförmig abgedreht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Messung der *Spannung* an den Elektroden geschah während des Stromdurchganges an einem Präzisionsvoltmeter, während die *Stromstärke* in Milliampères an einem Siemens'schen Präzisionsinstrumente abgelesen wurde.

Ein Gefälldraht gestattete, die verfügbare Spannung des städtischen Netzes (440 Volt) im Intervalle 400 bis 1 Volt auszunutzen.

Mit Hilfe dieser Einrichtungen habe ich nun Ströme durch den erhitzten Natriumdampf senden können und aus der Spannung und zugehörigen Stromstärke die „Charakteristik" der Entladung unter gegebenen Bedingungen aufgenommen. Auffallend ist zunächst die Tatsache, dass schon die verhältnismässig geringen Potentialdifferenzen (bis unter 200 Volt) genügen, einen Strom von beträchtlicher Stärke (bis 200 Milliampères) durch das Gas hindurchzutreiben. Es muss eine grosse Zahl freier Elektronen in dem Dampfe vorhanden sein, um diese hohe Leitfähigkeit zu bedingen. Wenn wir auch annehmen müssen, dass neben der Abspaltung von Elektronen aus dem Atomverbande eine beständige Wiederanlagerung vor sich geht, so scheint doch bei den äussern Bedingungen, die eine hohe Leitfähigkeit zur Folge haben, der Vorgang der Abspaltung gegenüber demjenigen der Wiederanlagerung bedeutend zu überwiegen.

Ein anschauliches Bild vom Verlaufe der Leitfähigkeit des Dampfes (resp. des Gemisches von Dampf und dem Medium, in welchem sich der Dampf befindet) gibt die Beobachtung der Anfangsspannung, d. h. derjenigen Spannungsdifferenz der Elektroden, bei welchen die Entladung eben einsetzt.[1]) Zu deren Messung wurde

---

[1]) J. Stark. Die Elektrizität in Gasen. (1902) p. 220.

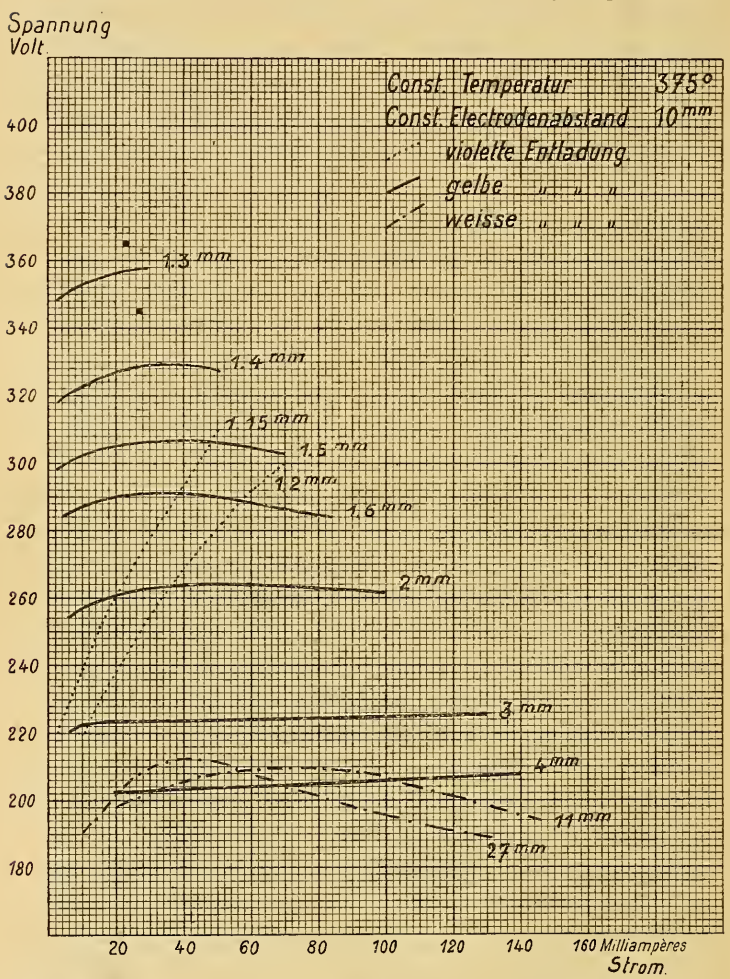
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei konstantem Drucke (beispielsweise 0,5 mm) und konstantem Elektrodenabstande (24 mm) für eine bestimmte Temperatur jeweils die Spannung gemessen, die zur Einleitung der Entladung nötig war. Die graphische Darstellung liess hiebei ein ausgesprochenes Minimum der Anfangsspannung in der Gegend von 270 ⁰ erkennen. Die zugehörigen Werte der Stromstärke ergeben ebenfalls eine sehr interessante Kurve. Da aber diese Untersuchungen noch eingehender unter verschiedenen Bedingungen bezüglich Elektrodenabstand, Druck usw. ausgeführt werden sollen, so muss ich mir weitere Folgerungen (ausser den schon bei der Temperaturmessung gezogenen) auf später vorbehalten.

Bei der Aufnahme und graphischen Darstellung der Charakteristiken wurden drei Kategorien von Entladungen im Wood'schen Rohre beobachtet. Sie unterscheiden sich sowohl durch ihr optisches als auch ihr elektrisches Verhalten. Bei konstanter Temperatur (375 ⁰) und konstantem Elektrodenabstande (10 mm) wurde für verschiedene Drucke (von Zehntel zu Zehntel Millimeter) die Entladung beobachtet und Spannung sowie Stromstärke gemessen. Unter 1,2 mm Druck zeigte sich eine violette Entladung mit steiler Charakteristik (von geringen Spannungen [220 Volt] ausgehend zu hohen [310 Volt] rasch ansteigend). Das Aussehen liess auf eine Entladung grösstenteils durch die Luft im Rohre schliessen. Mit dem Drucke von 1,3 mm setzte eine neue Entladung ein, welche die Retorte mit orangefarbigem Lichte (dem Lichte der Natriumflamme) erfüllte. Die zugehörige Charakteristik ist eine schwach gekrümmte wenig geneigte Kurve, die bei 350 Volt beginnt (Strom 2 Milliampères) und bei 360 Volt (mit einer Stromstärke von 30 Milliampères) endet. Diese gelbe Entladung bleibt nun bestehen bis zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Drucken von über 4 mm, wo die Charakteristik eine wenig geneigte Gerade darstellt. Hier genügen schon



Spannungen von 210 Volt um über 150 Milliampères Strom durch das Gas zu treiben. Bei höhern Drucken ändert sich das Aussehn der Entladung wieder: wir er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

halten bei 11 mm eine weissliche Entladung, deren Charakteristik ein deutliches Maximum aufweist. Beigefügte Figur erläutert graphisch den ganzen Verlauf. — Über die Spectra der Entladung sei vorläufig folgendes mitgeteilt: Mit einem Gitter wurde das Spectrum der weissen Entladung ausgemessen. Es zeigte sich ein scharfes Linienpaar im Roten, die Natriumlinien im Orange, im Gelbgrünen ein weiteres Linienpaar und eine eben noch messbare verwaschene Linie (wahrscheinlich ebenfalls ein Dublet) im Blauen. Im roten scharfen Dublet sehe ich die Linien der zweiten Nebenserie für die Ordnungszahl 4. Das gelbgrüne Paar ($\lambda = 5683$ und 5688) gehört der 1. Nebenserie an für $n = 4$, die Linie im Blauen ist dann wohl das Dublet 4979 und 4983 und stellt die Doppel-Linie für $n = 5$ der ersten Nebenserie dar.[1]) Ausser den angeführten waren noch mehrere Linien sichtbar, jedoch so schwach, dass eine Ermittlung ihrer Wellenlänge nicht ausgeführt werden konnte. Demnächst sollen mit einem neu konstruierten spectrographischen Ansatze zu dem grossen Spectrometer der Société genevoise Aufnahmen der drei Entladungsformen hergestellt werden.

Physikal. Institut der Universität Basel, Abteilung II.
März 1908.

---

[1]) Vgl. Kayser Handbuch d. Spectroscopie Bd. II (1902) p. 520.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 19_1908

Autor(en)/Author(s): Zickendraht Hans

Artikel/Article: Elektrische Untersuchungen am fluorescierenden Natriumdampfe 1224-1231