

## Analyse oscillirender Flaschenentladungen vermittels der Braun'schen Röhre.

Von

Prof. F. Richarz und Dr. W. Ziegler.

Demonstrirt in der Sitzung des naturw. Vereins vom 6. December 1899.

---

Bei der Wichtigkeit der oscillirenden Entladungen überhaupt, und der Entladungen von Leidener Flaschen insbesondere für die Teslaströme, ist es dringend wünschenswert, die Oscillationen möglichst anschaulich und vollständig demonstrieren zu können. Die in den Entladungskreis eingeschaltete Funkenstrecke, welche O. Lodge direkt im rotirenden Spiegel betrachtet, nachdem er die Schwingungsdauer durch eingeschaltete Spulen mit Eisenkernen hinreichend vergrössert hat, zeigt zwar Auflösung des Gesamtbildes in einzelne Entladungen; es bedarf aber einer besonderen Ueberlegung zur Erkenntnis, welcher Teil des Bildes zusammengenommen jedesmal einer Partialentladung entspricht, und welches andererseits die einzelnen Oscillationen innerhalb einer Partialentladung sind; denn die abwechselnde Richtung der Oscillationen ist dabei nicht ohne Weiteres erkennbar. Der Methode von Lodge ist besonders auch in dieser Hinsicht die sehr hübsche Demonstrationsweise von Walter König<sup>1)</sup> überlegen, welche sogar eine sehr einfache absolute Bestimmung der Oscillationsdauer ergibt, bei welchen aber doch noch nicht der ganze Verlauf der Schwingungen, einschliesslich der Intensitätsverhältnisse, direkt zur Anschauung gelangt. Die Braun'sche Röhre<sup>2)</sup>, welche auch sonst für das Studium von Wechsel-

---

1) W. König. Wied. Ann. Bd. 67, pag. 535. 1899

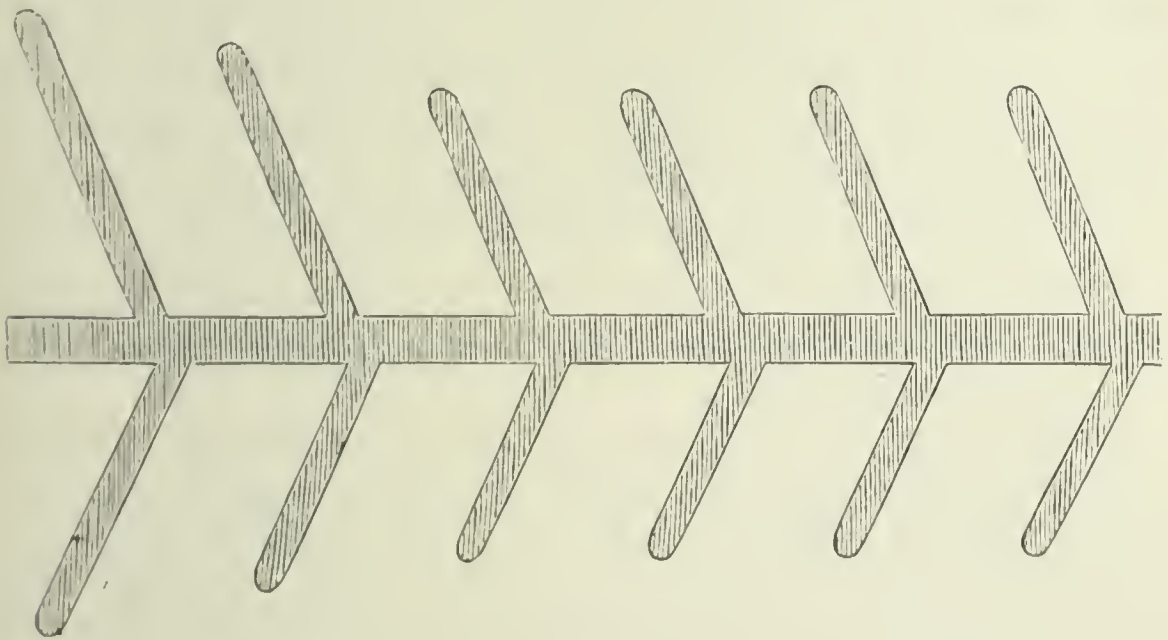
2) Braun, Wied. Ann. Bd. 60, pag. 552. 1897.

strömen so ausgezeichnete Dienste leistet, führt auch hier zum Ziel.

Wir beschreiben die Erscheinungen in der Folge, wie wir sie beobachteten. Eine Batterie Leidener Flaschen von der Capacität gleich 1400 elektrostatischen C-G-S-Einheiten wurde geladen durch die Schläge eines grossen Induktoriums, welches Funken bis zu 35 cm Länge liefern konnte aber stets weit schwächer beansprucht wurde. Die Flaschen entluden sich durch ein Funkenmikrometer und durch die Spule, welche unter der Braun'schen Röhre befindlich die Ablenkung des Fluoreszenzfleckes hervorrief, dessen Bild im rotirenden Spiegel betrachtet wurde. Ausserdem war dann in den Entladungskreis immer noch eine andere Spule von grösserer Selbstinduktion eingeschaltet. Die fluorescenzenerregenden Kathodenstrahlen in der Braun'schen Röhre wurden erzeugt durch eine kräftige Influenzmaschine.

Schon bei direkter Betrachtung, ohne Spiegel, zeigt sich der oscillatorische Charakter der Flaschentladungen dadurch an, dass der Fluoreszenzfleck nach oben und unten zu einem vertikalen Streif auseinandergezogen wird.

Bei den ersten Versuchen wurde das Induktorium mit dem Neef'schen Hammer betrieben und die Kugeln des Funkenmikrometers bis auf einige Zehntel Millimeter zusammengeschraubt. Jeder Schlag des Induktoriums gab im rotirenden Spiegel dieses Bild:



Figur 1.

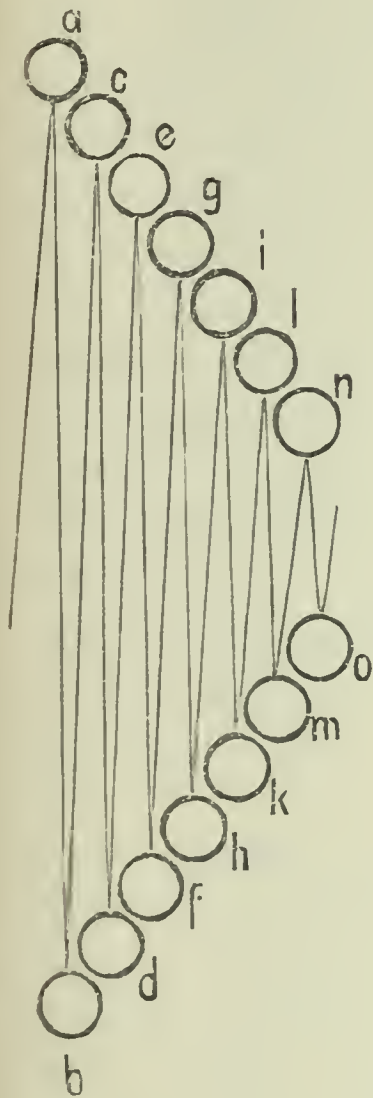
Die Zeit als Abscisse wächst in dieser und in allen folgenden Figuren von links nach rechts. Der helle horizontale Streif in der Mitte entspricht der unabgelenkten Lage des Fluoreszenzfleckes während der stromlosen Zeiten; in Folge Nachleuchtens zieht sich der Streif aber störend durch das ganze Bild hin; vielleicht lässt sich dieser Uebelstand vermeiden durch Verwendung einer weniger stark nachleuchtenden Substanz. (Bei der vorliegenden Röhre, von Dr. Geissler Nachf. F. Müller in Bonn hergestellt, ist eine von ihm vor Jahren aus Paris bezogene Leuchtsubstanz von unbekannter chemischer Zusammensetzung zur Verwendung gekommen.)<sup>1)</sup> Welches war nun aber die Erklärung der schräg gestellten Querrippen? Wenn bei einer Reihe von aufeinanderfolgenden Oscillationen jedesmal die Entfernung aus der Ruhelage ausserordentlich viel schneller geschieht, als die Rückkehr, so würde erstere keine merkliche Fluorescenz erregen im Vergleich mit letzterer, und die Wiederholung dieser würde eine ähnliche Reihe von schrägen Rippen ergeben, wie Fig. 1 sie zeigt. Aber die Länge der Rippen müsste doch in Folge der Dämpfung fortschreitend abnehmen, und die oberen Rippen müssten mit den unteren alterniren; beides ist nicht der Fall: vielmehr sind von etwa der dritten Rippe ab alle folgenden gleich gross, und jeder oberen Rippe entspricht nahe zu derselben Zeit eine untere. Dagegen würde folgende Erklärung allen Einzelheiten des Bildes entsprechen.

Jeder Schlag des Induktoriums liefert eine Elektrizitätsmenge, welche die Flaschen mehrere Mal auf die am Funkenmikrometer eingestellte Schlagweite zu laden im Stande ist, so dass bei jedem Induktionsschlag mehrere Partialentladungen stattfinden. Jedes Paar von Rippen, eine obere und eine untere, sind das Bild einer solchen Partialentladung. Bei den ersten dieser Partialentladungen liefert das Induktorium so schnell neue Ladung an die Flaschen nach, dass noch Ladung nachschiebt

1) Auch liesse sich der leuchtende Fleck in der Ruhelage ganz beseitigen dadurch, dass an seine Stelle auf dem Fluoreszenzschirm ein kleiner Stanniolkreis aufgeklebt würde; durch einen neben die Röhre gelegten Magneten lassen sich dann die Kathodenstrahlen so dirigiren, dass sie auf den Stanniolkreis fallen, wenn die Spule stromlos ist. Müller-Geissler ist bereits mit der Herstellung einer derartigen Röhre beschäftigt.

während der Dauer eines Funkens nach der im Moment des Funkenbeginns bereits vorhandenen; in Folge dessen sind die

ersten der Partialentladungen etwas stärker als die folgenden, für welche jedesmal die Flaschen gerade bis zur betreffenden Schlagweite geladen werden. — Eine jede Partialentladung, dargestellt durch ein Rippenpaar, besteht nun aus einer Reihe von Oscillationen. Bei diesen ist die Geschwindigkeit des Fluoreszenzflecks in der Nähe der Umkehrpunkte verschwindend klein, in den Umkehrpunkten gleich Null. In Folge dessen wird die Lichtstärke in den Umkehrpunkten und in deren Nähe weit grösser sein, als während des übrigen Teiles der Hin- und Hergänge. Der Unterschied kann so gross werden, dass man nur die Umkehrpunkte sieht; da die Schwingungen stark gedämpft sind, und da der Fluoreszenzfleck eine gewisse Ausdehnung hat, verschmelzen dann die Bilder der Umkehrpunkte *a, b, c . . .* in der schematischen Fig. 2 zu den beiden beobachteten schrägen Rippen. Die letzten

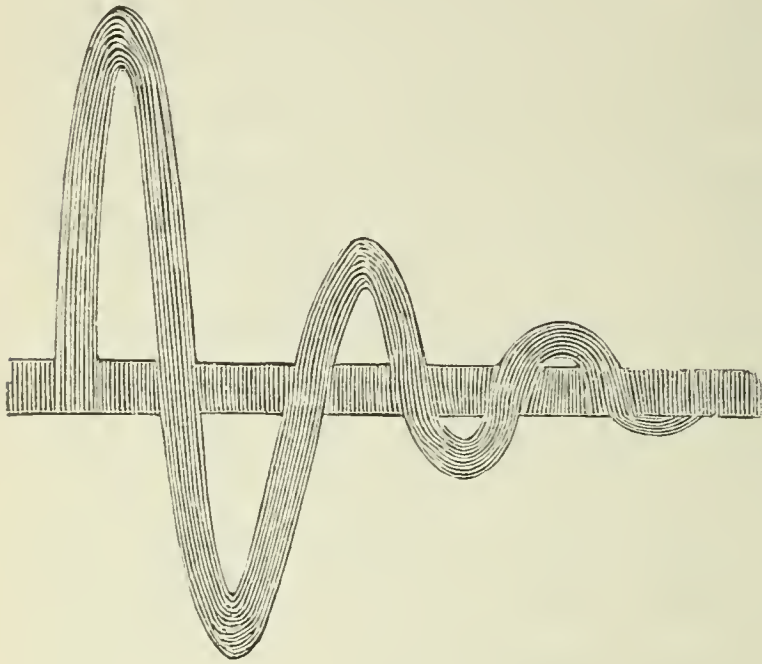


Figur 2.

Oscillationen einer jeden Partialentladung, bei welcher die Rippen sich asymptotisch der Ruhelage nähern sollten, gehen unkenntlich in den nachleuchtenden Horizontal-Streif über, welcher von dem unabgelenkten Fluoreszenzfleck herrührt. — Diese Erklärung hat sich durch die folgenden Versuche als richtig bestätigt.

Um den schweren Neefsehen Hammer in Bewegung zu setzen, war eine ziemlich grosse primäre Stromstärke erforderlich; es wurde daher statt seiner ein durch besondere Trockenelemente betriebener Quecksilberunterbrecher genommen; dann konnte die primäre Stromstärke soweit herabgesetzt werden, dass bei gleichzeitiger Vergrößerung der Funkenstrecke zwischen den Mikrometerkugeln (auf etwa 1 mm)

ein Schlag des Induktoriums auch nur eine Ladung und Entladung der Flaschen bewirkte; der Erfolg war, dass ihr auch nur



Figur 3.

ein Rippenpaar entsprach. Dann wurde in den Entladungskreis der Flaschen die secundäre Spule eines kleinen Induktoriums (von 15 cm. maximaler Funkenlänge) eingeschaltet. Die grosse Vermehrung der Selbstinduktion verlangsamte dann die Schwingungen derart, dass an

Stelle des isolirten Rippenpaars eine sehr stark gedämpfte vollständige Sinuscurve sichtbar wurde.

Unter Beibehaltung der sehr grossen Selbstinduktion wurden nun weiter die Kugeln des Funkenmikrometers wieder

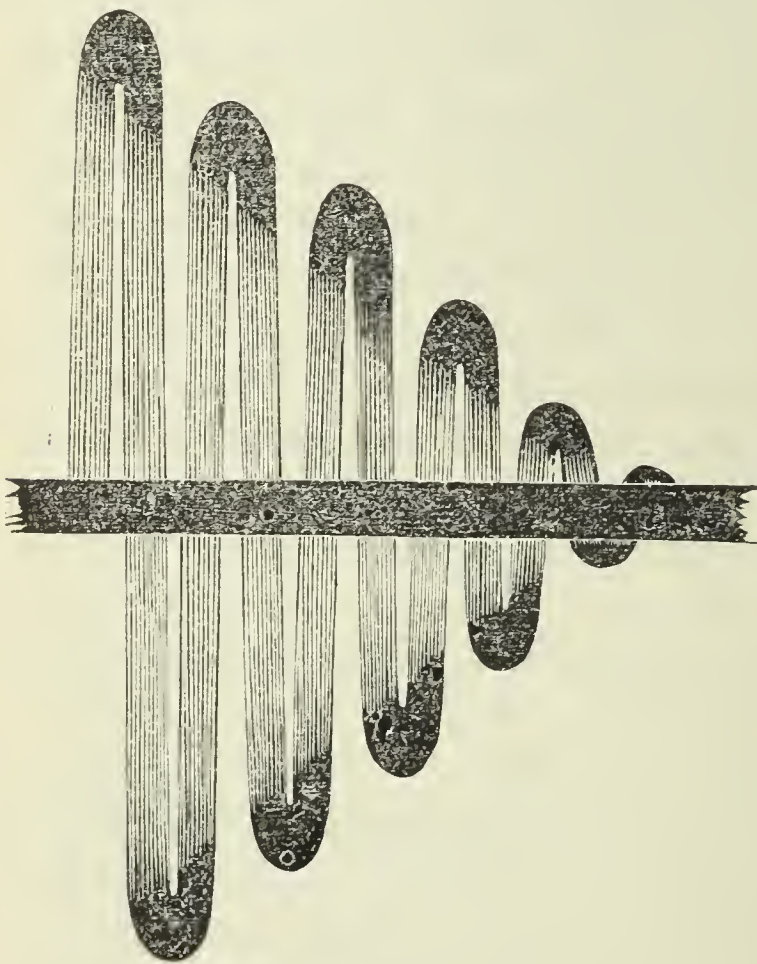


Fig. 4.

soweit zusammen geschoben (bis etwa  $\frac{1}{10}$  mm), dass jeder Schlag des Induktoriums wieder eine Reihe von Partialentladungen hervorrief. Bei ganz oberflächlichen Hinblicken konnte man dann glauben, auch wieder die Erscheinung vor sich zu haben, wie Fig. 1 sie zeigt; aber auch eben nur bei ganz oberflächlichem Hinblicken und bei langsamem Drehen des Spiegels. Denn

bei nur etwas genauerm Zusehen erkennt man in jedem Rippenpaar bei den jetzt gegen Fig. 1 so sehr verlangsamten Schwingungen deren ganzen Verlauf, wie er in Fig. 2 schematisch gezeichnet ist und welcher jetzt etwa das Aussehen von Fig. 4 darbietet, wenn der Spiegel hinreichend schnell rotirt. Natürlich überwiegt auch jetzt noch die Leuchtstärke in der Nähe der Umkehrpunkte; aber die verbindenden Hin- und Hergänge sind doch auch sehr deutlich zu erkennen. Von einer Oscillation bis zur nächsten nimmt jetzt jedenfalls die Amplitude bedeutend weniger ab, als im Falle von Fig. 3. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass jetzt, wo die Partialentladungen schnell aufeinanderfolgen, die von dem Funken durchbrochene Luftstrecke, zumal sie gleichzeitig kürzer ist, dauernd heiss und ihr Widerstand gering bleibt, während bei spärlicher Folge längerer Funken die Luft Zeit hat sich abzukühlen und ihr Widerstand gross wird. Dies könnte bewirken, dass im Falle von Fig. 4 mit dem Widerstand auch die Dämpfung gering ist gegen den Fall von Fig. 3. Es ist aber auch möglich, dass im letzteren Falle die Oscillationsdauer erheblich grösser gewesen wäre als im Falle von Fig. 4, und dass zwar die Dämpfung auf gleiche Zeiten bezogen dieselbe wäre, dass sie aber bei der längeren Oscillationsdauer stärkere Abnahme von Amplitude zu Amplitude bewirkt hätte. Da nun in beiden Fällen Capacität und Selbstinduktion dieselben waren, müsste dann bei den selteneren und längeren Funken der Widerstand der im Mittel kälteren und längeren Luftstrecke so gross gewesen sein, dass er für die Schwingungsdauer neben dem Produkt: „Capacität mal Selbstinduktion“ nicht zu vernachlässigen ist, wie gewöhnlich; sondern dass er erheblich in Betracht kommt und die Schwingungen verlangsamt. Diese Annahme ist von vorne herein gewiss nicht abzuweisen. Vielleicht wirken auch beide aus derselben Quelle entspringenden Einflüsse zusammen.

Die durch Fig. 4 dargestellte Erscheinung dürfte die anschaulichste Demonstration der oscillatorischen Flaschenentladungen vermittels der Braun'schen Röhre sein.

Inzwischen haben in dem am 15 d. Mon. ausgegebenen Decemberheft der Annalen der Physik die Herren Wehnelt

und Donath sehr schöne photographisch aufgenommene Wechselstromcurven der Braun'schen Röhre publicirt. Ohne Zweifel wird ihr Verfahren auf die Flaschenentladungen angewandt auch die Möglichkeit quantitativer Messung von Schwingungsdauer und Dämpfung darbieten, während der direkte Anblick, wie wir ihn vorstehend beschrieben haben, für eine anschauliche Demonstration natürlich immer vorzuziehen ist.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Richarz Franz, Ziegler Wilhelm

Artikel/Article: [Analyse oscillirender Flaschenentladungen vermittels der Braun'schen Röhre 188-194](#)