**8. Ueber eine zweckmässige Anordnung
des Mac Farlan Moore'schen Vacuumvibrators;
von J. Elster und H. Geitel.**

Im April des Jahres 1896 zeigte Hr. Mac Farlan Moore in dem „American Institute of Electrical Engineers“ eine neue elektrische Beleuchtungsart, bei welcher evacuirte zum Theil elektrodenlose Röhren von etwa 2 m Länge und 5 cm Dicke zu hellem, gleichmässigem Leuchten angeregt wurden. Jede Röhre entwickelte dabei eine Lichtstärke, welche der einer gewöhnlichen Glühlampe von 16 NK. etwa gleichkam.¹⁾

Den Kern der Erfindung bildete dabei die Verwendung eines im Vacuum schwingenden Wagner'schen Hammers. Bei genügender Luftleere verläuft selbst bei Benutzung hochgespannter Ströme die Stromunterbrechung in diesem Apparate so rasch und erfolgt so vollkommen, dass die Selbstinduction in einer vorgeschalteten, kurzen Drahtspirale bis zum Funkenübergange gesteigert werden kann. Von der Anbringung einer Secundärspule kann daher ganz abgesehen werden. Mac Farlan Moore knüpfte an die Erfindung dieses Beleuchtungssystems grosse Erwartungen, die sich jedoch nicht zu verwirklichen scheinen. Immerhin muss aber anerkannt werden, dass der „Vacuumvibrator“ an sich ein interessanter Apparat ist und dass er, in Verbindung mit einer geeigneten Drahtspule, ein kleines Inductorium zu ersetzen vermag.²⁾

Bei gelegentlichem Arbeiten mit einem derartigen Vibrator zeigte sich ein Uebelstand, der eine *andauernde* Verwendung des Apparates unmöglich machte. Solange nämlich die elastische Feder des Vibrators lebhaft schwingt, geht selbst bei Anschluss einer Leitung von 50 bis 100 Volt Klemmenspannung ein Strom von nur wenigen Ampère durch den Apparat hindurch. Sobald jedoch die schwingende Feder an

1) Mac Farlan Moore, Elektrotechn. Zeitschr. 17. p. 637. 1896.

2) Vgl. J. Tuma, Beibl. 21. p. 767. 1897.

der Spitze, an welcher die Unterbrechung erfolgt, klebt — und dies tritt sehr leicht ein —, so steigert sich die Stromintensität plötzlich so, dass die Spitze abschmilzt, wobei meist auch die Feder erglüht und das Glas an den Einschmelzstellen springt.

Die Haltbarkeit des Vibrators lässt sich nun bei einigermaßen vorsichtiger Behandlung dadurch ganz wesentlich erhöhen, dass man *zwei* Stromkreise, einen niedrig- und einen hochgespannten, in Anwendung bringt, von denen der erstere lediglich dazu benutzt wird, den Vibrator durch äussere magnetische Kräfte in Schwingung zu erhalten und dadurch die Unterbrechung des letzteren zu bewirken.

Je nach der Höhe der verfügbaren Spannung hat man Widerstände vorzuschalten, um eine gefährliche Erhitzung des Vibrators zu verhüten. Zweckmässig wählt man dazu eine Reihe von Inductionsrollen, die ihrerseits zur Erhöhung der Spannung des Extrastromes beitragen.

Diese Gesichtspunkte sind bei dem Bau des unten beschriebenen Apparates maassgebend gewesen, der für eine Maximalspannung des Primärstromes von 60—70 Volt von Müller-Unkel in Braunschweig nach unseren Angaben ausgeführt wurde.

Auf einem starken Grundbrette *MN* von 48 cm Länge und 33 cm Breite sind folgende Vorrichtungen angebracht: ein Quecksilberunterbrecher *Q*, der Vacuumvibrator *V*, unter diesem ein kleiner Elektromagnet *E* (in der Figur seitlich gezeichnet), 13 Drahtspulen (Drahtstärke ca. 1 mm) von 8 cm Höhe und 4 cm Durchmesser (Gesamtwiderstand 8 Ω), aufgesteckt auf ebensoviele vernickelte, weiche Eisenkerne von 1 cm Dicke; ferner eine Kurbel *K*, die gestattet, eine beliebige Anzahl dieser Rollen einzuschalten, und ein mit Spitze *m* und Platte *n* versehener Funkenzieher *F*. In der nachstehenden Figur sind diese einzelnen Theile schematisch angedeutet, die Träger für die einzelnen Apparate sind der Uebersichtlichkeit wegen fortgelassen.

Wie bemerkt, hat man es bei dieser Anordnung mit zwei ganz getrennten Stromkreisen zu thun. Der erste, welcher dazu dient, die Feder des Vibrators in unausgesetzten Schwingungen zu erhalten, wird unter Einschaltung eines Regulir-

widerstandes einer Accumulatorenbatterie A_1 von sechs Zellen entnommen. Dieser Strom geht von der Klemme s_1 zum Quecksilberunterbrecher Q , alsdann durch den kleinen Elektromagneten E und von dort über Klemme s_2 , zum — Pol der Batterie A_1 zurück. Der Quecksilberunterbrecher ist nach dem Princip der Roget'schen Spirale construiert: eine elastische Spirale aus Kupferdraht umgiebt, frei schwebend, einen von einer Glasröhre umhüllten weichen Eisenstab, während ihr unteres Ende in ein theilweise mit Quecksilber gefülltes Gläschen eintaucht. Auf das Quecksilber wird eine mehrere Centimeter hohe Schicht destillirten Wassers gegossen. Jeder

Stromschluss bewirkt alsdann bekanntlich eine Contraction der Spirale und hebt ihr unteres Ende aus dem Quecksilber heraus, wodurch der Strom selbstthätig unterbrochen wird.

Zunächst Sorge man nun dafür, dass die Spirale des Quecksilberunterbrechers und die Feder des Vacuumvibrators einigermaassen synchron schwingen, was man an der Gleichmässigkeit des auftretenden Geräusches erkennen kann. Es empfiehlt sich, mehrere Spiralen von verschiedener Windungszahl und Drahtstärke zur Hand zu haben und von diesen diejenige auszuwählen, welche den Vibrator am gleichmässigsten anregt. Die Kraft, mit der die schwingende Feder des Vibrators angetrieben wird, lässt sich durch Verschiebung des kleinen Elektromagneten E reguliren, der zu diesem Zwecke in ein Grundbrettchen eingelassen wurde, das mit sanfter Reibung in einer Nuthe gleitet.

Ist nun ein möglichst schneller und dabei möglichst

gleichmässiger Gang des Vibrators erreicht, so schreitet man zur Herstellung des zweiten Stromkreises.

Den hochgespannten Strom entnehmen wir einer kleinen Accumulatorenbatterie A_2 von 32 Elementen, deren *positiver* Pol mit der durch ein Pluszeichen gekennzeichneten Klemme S_1 verbunden wird. Diese steht ihrerseits mit der beweglichen Kurbel K in metallischem Contact. Solange man mit der Herstellung des zweiten Stromkreises beschäftigt ist, muss K an der Arretirung R anliegen; es ist alsdann ganz ausgeschlossen, dass man den Apparat etwa durch einen unrichtigen Handgriff verdirbt. Nunmehr verbindet man S mit dem Stifte q des Vibrators und die Feder p desselben mit dem negativen Pol der Batterie A_2 und führt von der Spitze m des Funkenziehers einen dünnen Draht nach q und von der Platte n einen ebensolchen nach p .

Die Verbindung der dreizehn Drahtspulen untereinander ist in folgender Weise erreicht: Der eine Pol der mit Nr. 13 bezeichneten Spule steht mit dem in ihr befindlichen, vernickelten Eisenkerne in Contact, während der andere mit dem freien Ende der Spule Nr. 12 verlöthet wurde u. s. f. Die oberen Kuppen der Eisenkerne dienen also als Contacte, über die der bewegliche Metallarm bei seiner Drehung hinweggleitet.

Sobald K den Contact Nr. 13 berührt, so fliesst demnach der positive Strom der Accumulatoren von S_1 durch die dreizehn Rollen, von dort in den Vibrator und aus diesem zur Batterie zurück. (Es ist zu beachten, dass *entgegengesetzte* Stromesrichtung leicht zu starker Wärmeentwicklung im Innern des Vibrators Veranlassung giebt und so den Apparat gefährdet.)

Bei einer Klemmenspannung des Primärstromes von 60 bis 70 Volt geht, sobald K den Contact Nr. 13 berührt, ein prasselnder Funkenstrom von etwa 12 mm Länge zwischen Spitze und Platte des Funkenziehers über. Arbeitet man mit geringerer Spannung, etwa mit 30–35 Volt, so bewege man *vorsichtig* den Arm K von Contact zu Contact weiter, bis das Maximum der Wirkung eintritt.

Die Extrastromfunken sind sehr massig und heiss; sie scheinen uns daher zu spectralanalytischen Untersuchungen geeignet zu sein.

Der (in der Figur nicht gezeichnete) Halter, welcher den Vibrator trägt, ist mit einer Vorrichtung versehen, an welcher Vacuumröhren nach Moore befestigt werden können. Soll der Apparat ausser Thätigkeit gesetzt werden, so ist zunächst die *Kurbel K bis an die Arretirung R zurück zu drehen* und alsdann erst der Quecksilberunterbrecher auszuschalten.

Der Vortheil der hier beschriebenen Schaltung gegenüber der Moore'schen liegt darin, dass man den sorgfältig eingestellten Apparat dauernd im Betriebe halten kann, ohne ein Verderben des immerhin ziemlich kostspieligen Vibrators befürchten zu müssen; dagegen ist nicht zu läugnen, dass das in Vacuumröhren erzeugte Licht flackernder ist, als bei der Moore'schen Anordnung. Der Grund hierfür liegt offenbar in dem unvollkommenen Synchronismus der beiden Unterbrecher.

Wolfenbüttel, im August 1899.

(Eingegangen 23. August 1899.)