V. Notiz über ein Phosphoroskop mit Funkenlicht; von Philipp Lenard.

Die Funken der Leydner Flaschen eines Ruhmkorff-Inductors sind reich an ultraviolettem Lichte. Es liegt nahe, dieses Funkenlicht zu Phosphorescenz-Beobachtungen zu benutzen und es soll im Folgenden eine sehr einfache Vorrichtung beschrieben werden, die, an dem Funkenapparate angebracht, ihn in ein sehr handliches und wirksames Phosphoroskop verwandelt.

Die primäre Rolle eines grossen Ruhmkorff-Inductors sei mit Quecksilberunterbrecher und Batterie verbunden, an

die secundäre Rolle sei eine Leydner Flasche von passender Grösse geschaltet, sodass statt der sonst 15 oder 30 cm langen Funken nun kräftige Flaschenentladungen mit 5 oder 10 mm Schlagweite eintreten. Um recht viel ultraviolettes Licht zu erhalten, wählen wir als Funkenelectroden schmale Streifen von Zinkblech oder nicht zu dünnen Zinkdraht. Um nun aus diesem Apparate ein Phosphoroskop zu machen, befestigen wir an dem schwingenden Balken des Quecksilberunterbrechers einen leichten, doch möglichst steifen Arm, etwa einen Holzstab, so, dass jener Balken um etwa 50 cm über den Magnetanker hinaus verlängert wird (vgl. die Figur). Das freie Ende des Armes trage in seiner Schwingungsebene ein Stück steifen, schwarzen Papierses, etwa $4 \times 8 \text{ cm}^2$ gross. Wird der Interruptor in Gang gesetzt, so oscillirt das Papierstück in seiner

eigenen Ebene vertical um fast 1 dm auf und ab. Möglichst dicht hinter dieses Papierstück stellen wir die Funkenstrecke so auf, dass sie sich in der Höhe des oberen Papierrandes befindet (vgl. die Figur) und reguliren dann den Quecksilbernapf des Unterbrechers so, dass die Funken gerade dann überspringen, wenn das schwingende Papier durch seine Ruhelage geht, wenn also der obere Papierrand, nach abwärts gehend, eben an der Funkenstrecke vorbeipassirt. Die rechter Hand liegende Funkenelectrode wird zweckmässig zur Erde abgeleitet. Das Phosphoroskop ist nun fertig zum Gebrauche.

Um einen Versuch zu machen, sei das Zimmer verdunkelt und es befinde sich das Auge des Beobachters vor dem oscillirenden Papier, in solcher Höhe, dass die Funken hinter demselben eben noch verdeckt bleiben. Das Papier erscheint dann bei der kurzen Dauer des Funkenlichtes unbeweglich ruhend und hebt sich schwarz von der etwas erhellten Umgebung ab; die Funken und die von ihrem Lichte getroffenen Electroden sind unsichtbar. Bringt man nun hinter das Papier und die Funken einen phosphorescirenden Körper, etwa ein Stück Glasrohr, so ist der Anblick ein überraschender: Das Glasrohr wird von dem schwarzen Papier nicht verdeckt, sondern es erscheint hinter demselben hell in seinem grünen Phosphoreszenzlichte strahlend. Die Erscheinung ist vollkommen die, als wäre dem schwarzen Papiere die Eigenschaft gegeben, allein nur für Phosphoreszenzlichter durchlässig zu sein. — In Wirklichkeit verdeckt das oscillirende Papier die Gegenstände hinter demselben, während sie vom Funkenlichte beleuchtet werden, um sie gleich darauf wieder aufzudecken und so alles, was nachleuchtet, erscheinen zu lassen.

Ein besonderer Vorzug dieses Phosphoroskopes ist seine Handlichkeit. Grössere zu prüfende Körper können einfach mit der Hand an die Funken gehalten werden; kleinere mit einer Elfenbeinpincette, oder mittels Kautschukring an das Ende eines schmalen Holzbrettchens befestigt. Für pulverige Substanzen, wie es manche Erdalkaliphosphore sind, die frei in der Nähe der Funken zerstieben würden, legte ich auf das Brettchen erst ein kleines Stück Pappe mit einem Loche von einigen Millimetern Radius; das Loch wird mit dem Pulver ausgefüllt und eine Quarzplatte darüber gedeckt; Kautschuk-

ringe halten das Ganze zusammen. Der Quarz selbst phosphorescirt kaum merklich und lässt das wirksame Licht bis ans Pulver gelangen. Wünscht man statt der gleich nach Belichten auftretenden Luminescenz das längere Nachleuchten zu beobachten, so hat man nur den Arm mit der Hand nach abwärts gedrückt festzuhalten.

Die Empfindlichkeit der Beobachtung kommt etwa der in einem Becquerel'schen Phosphoroskope gewöhnlicher Construction gleich (ein solches von Dubosq mit Handkurbel und zweifacher Zahnradübersetzung erlaubt Beobachtung bis etwa $\frac{1}{2400}$ Sec. nach Belichtung) oder übertrifft sie etwas, wobei für das Becquerel'sche Phosphoroskop Sonnenlicht mit einer grossen Linse concentrirt angewandt gedacht ist. Natürlich ist zu erwarten, dass einige Körper sich in den beiden Apparaten verschieden verhalten werden, wegen der Verschiedenheit des erregenden Lichtes. Kalkspath, Kreide, Marmor, Tropfstein in verschiedenen Proben leuchteten in beiden mit ungefähr derselben Helligkeit und Farbe; ebenso verschiedene Flussspathe, Topas, Diamant. Ein Stück Uranglas erscheint im Funkenphosphoroskope oben sehr hell, grün, nach unten zu matter, entsprechend der sehr kurzen Dauer seines hellen Leuchtens. Auch die Platincyanüre waren gut zu beobachten, ebenso Eosin gelatine¹⁾, letztere indess hier ausnahmsweise lange nicht so hell wie im Becquerel'schen Phosphoroskope, durch Sonnenlicht erregt. Sehr reine Arragonitkrystalle, im Becquerel'schen Apparate unsichtbar, gaben, in die Funken gehalten, schwaches rothes Licht. Es gelingt auch leicht Phosphorescenzspectra zu beobachten, wenn ein Spectroskop mit seinem Spalte dicht vor das oscillirende Papier gestellt wird.

Eines der prachtvollsten Objecte im neuen Phosphoroskop ist das von Prof. Krafft dargestellte, schon von E. Wiedemann²⁾ untersuchte Pentadecylparatolyketon; es leuchtet intensiv und auch hier mit derselben grünen Farbe, wie beim Zerbrechen. Intensiv leuchten natürlich auch die Erdalkaliphosphore, zu deren Beobachtung ich den Apparat seit zwei

1) Vgl. E. Wiedemann, Wied. Ann. **34**. p. 449. 1888.

2) E. Wiedemann, Wied. Ann. **37**. p. 229. 1889.

Jahren benutze. Die einzige feste Substanz mit ausgesprochenen Lumineszenzeigenschaften, die keine Spur von Leuchten erkennen liess, war Asaron. Ich verdanke eine Probe dieser merkwürdigen Substanz Hrn. Prof. Fabinyi in Klausenburg, der mich auch auf ihre Eigenschaft, beim Zerbrechen und Zerquetschen hell zu leuchten, aufmerksam machte. Die Triboluminescenz des Asarons ist violett, noch heller als die grüne des obigen Ketons. Mit derselben violetten Farbe strahlt die Substanz auch in Crookes'schen Röhren, und ebenso, wenn sie in den ultravioletten Theil des (mit Quarzapparaten entworfenen) Funkenspectrums gehalten wird; doch weder im Becquerel'schen noch im Funkenphosphoroskop war eine Spur von Nachleuchten aufzufinden. Der sehr kurzen Dauer des Leuchtens entsprechend, ist auch beim Asaron ein Sprühen der wegfliegenden Theilchen nie zu bemerken, wenn man es im Dunkeln zertrümmert — im Gegensatz zu jenem Ketone mit seinem andauernden Nachleuchten.

Die gute Wirksamkeit des Funkenphosphoroscops ist dem grossen Reichthum des Funkenlichtes an ultravioletten Strahlen und dem Umstande zu verdanken, dass man die Objecte ohne Schaden bis in die Lichtquelle selbst bringen kann. Die Bewegung des Papierschirmes ist ja keine sehr rasche. Aus der Oscillationsdauer (etwa $\frac{1}{5}$ Sec.) und der Amplitude (ca. 9 cm) folgt, dass der Schirm beim Durchgang durch die Gleichgewichtslage etwa $\frac{1}{800}$ Sec. braucht, um sich um 2 mm weiterzubewegen — ungefähr diese Zeit muss also zwischen Belichtung und Beobachtung vergehen. Wie reich das Zinkfunkenlicht an unsichtbaren, Phosphorescenz erregenden Strahlen ist, kann folgender Versuch illustriren: Von einem aus Cu-haltigem CaS präparirten Leuchtsteine ¹⁾ sind zwei gleichmässige Schichten auf je einem Uhrglase ausgebreitet; die eine Schicht ist mit einer Quarzplatte (etwa 3 mm dick) bedeckt, die andere mit einer (gleichdicken) klaren Glasplatte. Beide so vorgerichtete Proben werden nun gleichzeitig dem Funkenlichte ausgesetzt und die Intensität des von 50 Funken erregten Nachleuchtens der beiden miteinander verglichen. Es ergab sich, dass man die mit Quarz bedeckte Probe in 13 mal so

1) Vgl. Klatt u. Lenard, Wied. Ann. 38. p. 96. 1889.

grosser Entfernung unter den Funken aufstellen muss, als die mit Glas bedeckte, damit beide gleich hell nachleuchten. Daraus folgt, dass die Wirksamkeit des gesammten (durch Quarz gehenden) Funkenlichtes $13^2 = 169$ mal so gross ist, als die des sichtbaren (durch Glas gehenden) Theiles desselben; der allergrösste Theil der von den Funken ausgestrahlten Lichtenergie ist also unsichtbar.

Der beschriebene Apparat dürfte sich auch zu Demonstrationszwecken gut eignen, denn das aus ihm austretende Phosphorescenzlicht ist in einer durch die Funken gelegten Horizontalebene innerhalb eines Winkels von etwa 130° überallhin gleichgut sichtbar. Vielleicht würde man für diesen Zweck passend einen grossen schwarzen Schirm dicht vor das schwingende Papier setzen, mit einem Ausschnitte, etwas kleiner als das Papier selbst, um seitliches Licht abzuhalten.

Bonn, October 1891.