©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über gleitende Funken

A. v. Obermayer,
c. M. k. Akad.

(Mit 5 Textfiguren.)

Die Spur, welche elektrische Funken auf Glasplatten, insbesondere auf berussten zurücklassen, sind schon oft Gegenstand der Untersuchung gewesen. Insbesonders haben die Versuche von Antolik[1] die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt und die Veranlassung zu Untersuchungen von A. Peters[2] über diese Erscheinung selbst geboten und zur Erklärung der *V*förmigen Streifen, wie sie insbesonders bei Funken auftreten, denen auf der Glasplatte eine zickzackförmige Bahn vorgezeichnet ist — von Mach und Wosyka geführt.[3]

Die mir zur Verfügung stehende vierscheibige Influenzmaschine von 130 *cm* Scheibendurchmesser und die nunmehr in sehr zweckmässigen, isolirt mit dem Untergestelle verbundenen, bedeckbaren Kästen aufgestellte Batterie von 24 Flaschen, mit der Gesammtcapacität von 400 *m*, gaben mir schon oft Gelegenheit, über gleitende Funken Versuche anzustellen. Die berussten Glasplatten lagen dabei gewöhnlich auf einer Kupferplatte auf, waren also an der Rückseite metallisch bedeckt. In diesem Falle werden sehr schöne Russbilder mit

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 151, S. 127, 1874. Pogg. Ann. Bd. 154, S. 14. Wiedemann Ann. Bd. 3 S. 483. Wiedemann Ann. Bd. 15 S. 475.

[2] Pogg. Ann. Bd. 156, S. 397.

[3] Pogg. Ann. Bd. 156, S. 407

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vielen, feinen Details erhalten und auch die sogenannte Ausgleichstelle (Antolik und Peters) bildet sich sehr deutlich aus.

Ist auf der berussten Platte eine Zickzacklinie, etwa mit Goldfarbe vorgezeichnet, dann folgt der Funke dieser Linie nur dann, wenn die Rückseite der Glasplatte nicht mit Metall bedeckt ist. In diesem letzteren Falle geht ein Theil des Funkens durch die Zickzacklinien, ein anderer Theil sucht sich einen kürzeren Weg und überspringt einzelne Zickzackschläge.

Bezüglich der Ausgleichstelle ergaben meine Versuche, dass dieselbe der Abgrenzung der beiden Gebiete entspricht, auf welche sich die, durch Ausströmen der Elektricität aus den Zuleitungsspitzen herbeigeführte elektrische Erregung erstreckt.

Der Verlauf der Bahn des gleitenden Funkens ist im Wesentlichen durch das Gesetz von dem Minimum der magnetischen Arbeit bestimmt,[1] wie aus den Versuchen auf das Unzweideutigste hervorgeht.

Einzelne der Versuche bilden einen sehr einfachen, experimentell leicht zu führenden Beweis für die Giltigkeit des obigen Gesetzes bei elektrischen Entladungen, und eignen sich auch recht gut zu Vorlesungsversuchen.

Die sogenannte Ausgleichstelle in dem Russbilde des gleitenden Funkens.

Werden einer Metallplatte zwei Spitzen gegenüber gestellt, die mit den Polen einer Influenzmaschine verbunden sind, so fliesst der Strom von der Maschine zu den Spitzen und zu der Platte.

Eine Bestäubung mit einem nichtleitenden, feinen Pulver, zum Beispiel Magnesia, ergibt zwei scharf begrenzte Kundt'sche elektrische Staubfiguren, jede einer Spitze entsprechend. Stehen die Spitzen weit genug von der Platte ab, oder ist der Strom hinlänglich stark, dann nähern sich diese Figuren, bleiben aber jederzeit durch ein scharf begrenztes, staubfreies Gebiet getrennt. Bei ungleichem Abstande der Spitzen ist der so entstehende

[1] J. Stefan, Über elektrische Schwingungen in geraden Leitern. Sitz.-Ber. Bd. XCIX, S. 319, 1890.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Streifen gekrümmt, so als ob die eine Figur die andere umschliessen wollte.

Dieselbe Erscheinung lässt sich auch auf einer Glasplatte erzeugen, welche auf einer Metallplatte aufliegt. Wird die Glasplatte zuerst bestäubt und dann die Entladung eingeleitet, so bilden sich sofort zwei Staubfiguren aus, indem das Pulver sich gegen die Spitzen zu verschiebt und einen Zwischenraum frei macht.

Kommt es zur Bildung gleitender Funken, dann bleiben die Grenzen der Staubfiguren bestehen und die Bahn des Funkens zeichnet sich in das Pulver ein. Es ist das Resultat dieses Versuches ungefähr das Gleiche, wie es Antolik in Wied. Ann. Bd. 15, S. 490, Tab. VII, Fig. 6, in etwas anderer Weise beschreibt.

Liegt eine Glasplatte auf einer Metallplatte auf, die mit dem einen Pole der Influenzmaschine verbunden ist, während die gegenüberstehende Spitze die Elektricität des anderen Poles zuleitet, so bildet der Entladungsschlag eine strahlige Verzweigung um die Stelle der Platte, auf welcher derselbe aufgetroffen ist. Einzelne der Strahlen, die den grössten Theil der Entladung führen, reichen über den Rand der Platte zur metallischen Belegung der Rückseite. Diese strahligen Ausbreitungen des Entladungsschlages auf einer Glasplatte, mit einseitiger metallischer Belegung, sind zuerst von Rosetti[1] beschrieben worden.

Ich benützte zu diesem Versuche Glasplatten von 34 *cm* im Quadrat und legte dieselben auf eine kreisrunde Zinkplatte von 50 *cm* Durchmesser.

Die den positiven und negativen Entladungen entsprechenden Rosetti'schen Figuren sind durch charakteristische Merkmale kenntlich.

Die Russlinien in der Mitte der positiven Funkenbahnen sind insbesondere in der Nähe des Mitteltheiles der Figur mehrfach kurz geknickt und der Aussenrand des Russbildes quergestreift, die Linien überhaupt mannigfach geschlängelt.

Die Russlinien in den Funkenbahnen der negativen Entladungen gleichen mehr einer Längsstreifung. Die dünneren

---

[1] Rosetti Carl, Rep. Bd. 9 S. 1. 1873.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Entladungszweige zeigen geringere Krümmungen als die mehrfach geschlängelten und geknickten der positiven Entladung.

Nach den Plattenrändern tritt eine eigenthümliche Erscheinung in den Bildern auf. Einzelne der zarteren Zweige nähern sich und sind dann durch feine Linien mit einander verbunden, so dass dieselben eine Schlinge bilden.

Insbesondere bei der positiven Entladung, nahe den Plattenrändern in den Zweigen, welche die Hauptentladung führen, tritt eine ähnliche Annäherung der Zweige ein, der eine Zweig bricht dann plötzlich ab, biegt fast im ersten Winkel um und verbindet sich mit dem Nachbarzweige.

Diese kurzen Verbindungslinien sind thatsächlich auch Bahnen der leuchtenden Entladung, wie durch die Photographie des Entladungsschlages nachgewiesen wurde.

Dieses plötzliche scharfe Umbiegen von Zweigen des Entladungsschlages zeigt sich auch in den Russbildern der rückwärts mit Stanniol belegten Glasplatten, insbesondere in dem negativen Gebiete der Entladung.

Das Bild eines aus Spitzen niederschlagenden, gleitenden Funkens auf einer rückwärts mit metallischer Belegung versehenen Glasplatte zeigt nebst den oft mehrfach verzweigten Streifen der Hauptentladung um die beiden Pole die Rossettischen Figuren.

Alle Zweige der Hauptentladung lassen die sogenannte Ausgleichstelle längs derjenigen Linie, welche das negative und positive Vertheilungsgebiet der Spitzen abgrenzen, erkennen.

Die eigenthümlichen Russverschiebungen, welche das sogenannte zweite Drittel der Bahn charakterisiren, scheinen dem staubfreien Zwischenraume der beiden Vertheilungsgebiete zu entsprechen.

Mit den Russverschiebungen correspondiren in photographischen Aufnahmen der gleitende Funken, auch Verschiebungen und Theilungen in der Bahn der leuchtenden Entladung. Stereoscopische Aufnahmen der gleitenden Funken lassen an den Polen recht deutliche wolkenartige Erhebungen erkennen. Im allgemeinen ist es aber nicht leicht von Funken mit dem Stereoskop deutliche körperliche Bilder zu erhalten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ich benütze zu diesen Versuchen über gleitende Funken in der Regel Fensterglasscheiben von 34 *cm* im Quadrate. Die Funken werden nach der Diagonale schlagen gelassen und die Auftreffstellen durch aufgeklebte Stanniolstreifen markirt. Die Funkenbilder sind dann 14 bis 17 *cm* lang.

Die Russzeichnungen in den beiden Gebieten sind charakteristisch unterschieden. Im Vertheilungsgebiete der positiven Spitze finden sich vielfach geschlängelte, geknickte und verzweigte Russlinien und ausgesprochene Querstreifung herum. Im Vertheilungsgebiete der negativen Spitze sind die Funkenbahnen längsgestreift und häufig von fächerähnlichen, allmälig verlaufenden, sehr charakteristischen Zeichnungen begleitet, deren Linien sich in schön geschwungenem Zuge, ohne Knickungen darstellen. Ganz ähnliche Zeichnungen zeigten die Photographien der negativen Entladung, welche v. Gothard[1] in Herenyi auf Bromsilbergelatineplatten, die an der Rückseite mit Stanniol belegt waren, dadurch hergestellt hat, dass er die Funken direct auf die empfindliche Schichte schlagen liess.

Die Unterschiede des Russbildes unter der positiven und unter der negativen Spitze sind den Lichtenberg'schen Figuren vergleichbar. Die vertheilende Wirkung der Spitzen auf die Platte ist bestimmend für die Gebiete, in denen diese Unterschiede auftreten. Die Bezeichnung »Ausgleichstelle« charakterisirt hiernach nicht, was in der Abgrenzung der Gebiete vorgeht.

Das Gesetz vom »Minimum der magnetischen Energie eines veränderlichen Stromes« und die Bahn gleitender Funken.

In den Untersuchungen über elektrische Schwingungen in geraden Leitern[2], weist Stefan darauf hin, dass bei Strömen von rapider Veränderlichkeit, der Einfluss des Widerstandes gegen jenen der Inductionswirkung derartig zurücktritt, dass in den Gleichungen vom Widerstande abgesehen werden könne. Die Gleichungen ergeben dann den folgenden Satz: Die Vertheilung oder Verzweigung eines veränderlichen Stromes geschieht in der Weise, dass für jede Zeit bei

---

[1] E. v. Gothard, Beiblätter XIII., S. 422 und Eders Jahrbuch f. 1889.

[2] Sitz.-Ber. Bd. XCIX., S. 319. 1890.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gleicher Grösse des gesammten Stromes die elektrodynamische Energie desselben, oder was auf das Gleiche hinauskömmt, seine magnetische Energie ein Minimum wird.

Wenn es sich um Funken handelt, welche auf berussten Glasplatten gleiten, dann sind der Entladung eine grosse Zahl von Wegen geboten, unter denen diejenigen bevorzugt werden, welche dem obigen Gesetze entsprechen.

Es tritt im Grunde dasselbe ein, wie bei einer rasch verlaufenden, elektrischen Entladung in einem dicken Drahte. Dieselbe beschränkt sich, wie von Hertz[1] für elektrische Schwingungen von hoher Schwingungszahl experimentell nachgewiesen wurde, auf die Oberfläche des Drahtes allein. Nach dem obigen Satze ist unter diesen Umständen im Innern des Drahtes keine magnetische Arbeit zu leisten.

Gerade die gleitenden Funken eignen sich sehr dazu, die Giltigkeit des obangeführten Gesetzes in einfacher Weise aufzuzeigen, wobei auch mit Batterien von geringer Capacität auszulangen sein wird.

Ein Entladungsschlag der Cascadenbatterie von 12 Flaschen in 2 Gruppen, bei 100 *m* Capacität, geht unter Vorschaltung von beiderseitigen, 2 und 6 *cm* langen Luftstrecken, ganz gut durch eine mit Goldfarbe auf die Glasplatte gezeichnete Spirale von drei Windungen, welche von einander einen Abstand von 4·5 *cm* zeigen und einen Durchmesser des Spiralenbildes von 27 *cm* geben.

Selbstverständlich folgt der Funke auch solchen spiralförmigen Linien von weniger Windungen und grösserem Abstande der Windungen, aber immer nur unter der Bedingung, dass die Rückseite der Glasplatte frei von jeder Metallbelegung sei.

Der Funke überspringt sofort die Windungen der Spirale und sucht sich eine wenig gekrümmte, gewöhnlich mehrfach verzweigte Bahn, wenn die Hinterseite der Glasplatte mit Stanniol belegt wird.

---

[1] Wiedemann Ann., Bd. 37, S. 395, 1889.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die magnetische Arbeit reducirt sich durch diese Belegung einseitig auf die dünne Glasschichte und wird dadurch so verringert, dass der Funke über die weitaus grösseren Widerstand bietende, berusste Glasfläche schlägt.

Auf der Rückseite einer quadratischen Platte von 34 *cm* Seitenlänge wurde ein Stanniolring von 9 *cm* innerem und 16 *cm* äusserem Durchmesser aufgeklebt. Die Elektroden waren auf der oberen unbelegten Fläche in der Richtung eines Durchmessers aufgesetzt. Der Funke schlägt dann den kürzesten Weg oberhalb des Stanniolringes ein, oder verzweigt sich auch wohl.

Wird die Glasplatte mit einer zweiten, durch Korkstücke in der Entfernung von circa 5 *mm* gehaltenen, kleineren Glasplatte, die auf ihrer Oberseite einen gleich grossen Stanniolring

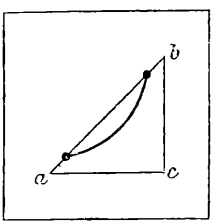

Fig. 1.

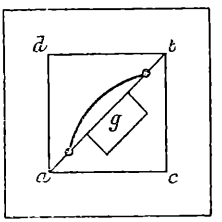

Fig.

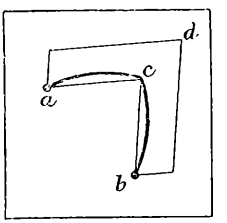

Fig. 3.

trägt, bedeckt, dann theilt sich die Entladung in zwei Zweige, welche zwischen den Stanniolbelegungen verlaufen. Es liegt hier der Fall vor, wo die Strombahn auf beiden Seiten von Leitern eingeschlossen ist. Hiedurch wird die magnetische Arbeit nahe auf die Menge Substanz zwischen den beiden Belegungen beschränkt.

Wird die Rückseite einer Glasplatte (Fig. 1) bis zur Verbindungslinie der Stanniolstreifen *a b*, aus denen der Funke schlägt, mit einer dreieckigen Stanniolplatte *a b c* belegt, so biegt der Funke nach der Seite des Stanniols aus.

Wird auf die Rückseite der Glasplatte (Fig. 2), unter die Verbindungslinien *a b* der Spitzen, eine Glasplatte *g* angeklebt und dann die freie Rückseite und die aufgeklebte Glasplatte mit Stanniol *a c b d* überzogen, so weicht der Funke der auf der Rückseite aufgeklebten Glasplatte *g* aus und gleitet auf jener Seite wo ihn eine dünnere Glasschichte vom Stanniol trennt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auf der Rückseite einer Glasplatte (Fig. 3) wurde Stanniol *a c b d* mit einem *V*förmigen Ausschnitte geklebt. Der Funke gleitet auf der Oberseite längs der Schenkel des *V* und schneidet nur in der Spitze des *V* ein Stück ab, indem er über eine kleine Strecke unbesetzten Glases hinübergeht.

Der Abstand der beiden Spitzen *a* und *b* von einander war in diesem Versuche 15 *cm*; jener der Spitzen von dem Scheitel des Winkels 11 und 12 *cm*, der Weg des Funkens 23 *cm*.

Wenn mehrere Funken, auch bei geringerer Capacität der Batterie, z. B. bei der Cascade von acht Gruppen zu drei Flaschen ($12 \cdot 5\ m$) hintereinander auf die berusste Platte schlagen, so weichen die Bahnen zwar mehr oder weniger voneinander ab, sie bleiben aber stets oberhalb des mit Stanniol belegten Theiles der Glasplatte oder der dünneren Glasschichte.

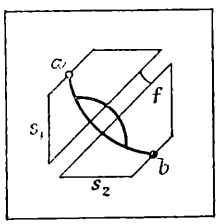

Fig. 4.

Es ist geradezu überraschend, wie diese einander ausweichenden, mannigfaltigen Bahnen nur bis zur Begrenzungslinie desjenigen Theiles der Platte reichen, auf dessen Rückseite z. B. das Glasstück mit der Kante in der Verbindungslinie der Spitzen aufgeklebt ist.

Dass die Bahnen sich nicht genau decken, mag der elektrischen Erregung zuzuschreiben sein, in welche das Glas durch die gleitenden Funken versetzt wird.

In der Stanniolbelegung der Rückseiten der Glasplatten ist ein dem gleitenden Funken entsprechender Inductionsstrom zu erwarten.

Um denselben nachzuweisen, wurde die Rückseite der Platte (Fig. 4) mit zwei durch einen schmalen Streifen getrennte Stanniolblätter S_1 und S_2 bedeckt und beide Seiten schwach angerusst. Bei den zwei angestellten Versuchen theilte sich der gleitende Funke einmal in zwei, das zweitemal in vier Zweige. Die Abgrenzung der Vertheilungsgebiete fiel nicht ganz genau mit dem unbelegten Theile der Platte zusammen. Die eigenthümliche Russverschiebung im sogenannten zweiten Drittel der Funkenbahn aber liegen zum Theile vollständig darüber.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auf der Rückseite schlug zwischen den beiden Stanniolblättern jedesmal ein Funke über, welcher sich im Russe aufzeichnete. Dieser Funke lag ziemlich abseits bei *f* von dem gleitenden Funken auf der Oberseite. Im zweiten Versuche, bei dem die positiven und negativen Russzeichnungen sehr schön ausgebildet waren, trat noch ein zweiter, seitwärts gelegener, aber sehr dünner Funke zwischen den Belegungen der Rückseite auf.

Ein anderer Versuch, den Funken zwischen zwei mit Stanniolbelegungen versehene Platten gleiten zu lassen, wurde auf einer 50 *cm* im Quadrate haltenden Platte ausgeführt. Dieselbe war nach Fig. 5 auf der Rückseite mit einem zweimal rechtwinkelig gebogenen Stanniolstreifen *c d e* beklebt. Die Dimensionen sind aus den in der Figur eingetragenen Coten in Centimetern zu entnehmen. Eine zweite auf der Oberseite belegte, gleich grosse Glasplatte, die jedoch gegen die untere verschoben war, um die Elektroden mit *a* und *b* verbinden zu können, wurde in etwa 6 *mm* Abstand mit Hilfe von Glasplättchen über die erste Platte gelegt, wie die punctirten Linien in der Figur andeuten.

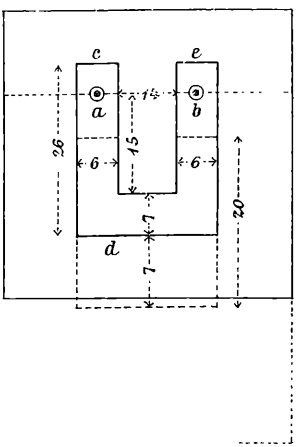

Fig. 5.

Der Funke folgt auch hier der Stanniolbelegung, obgleich er einen fast dreimal so langen Weg als die directe Verbindungslinie *a b* zurückzulegen hatte.

In dem erwähnten Versuche stand die Verbindungslinie *a b* 15 *cm* von der parallelen inneren Kante der Stanniolbelegung ab. Auf eine grössere Distanz durfte dieselbe nicht verlegt werden. Der Funke zog dann den directen Weg vor, lange, verlaufende Seitenzweige in das mit Stanniol unterlegte Gebiet sendend.

Auch der Abstand der beiden Glasplatten darf nicht zu klein genommen werden, soll der Funke auf der unteren Platte erhalten bleiben und nicht, nachdem er ein Stück Weges auf

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der unteren Platte zurückgelegt, auf die obere Platte überspringen.

Es ist ferner bei diesem Versuche besonders nöthig, dass die Stanniolbelegung allseitig genügend weit vom Plattenrande abstehe, sonst springt der Funke über den Plattenrand zur rückseitigen Belegung.

Dieser Versuch, zu dessen Gelingen allerdings einige Sorgfalt nöthig ist, scheint sich am besten zu eignen, um die Giltigkeit des Gesetzes der kleinsten magnetischen Arbeit, für die gleitenden Funken aufzuzeigen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 101_2a

Autor(en)/Author(s): Obermayer Albert von

Artikel/Article: Über gleitende Funken. 327-336