**11. Ueber Spitzenentladung
durch schnell alternirende electriche Ströme;
von K. Wesendonk.**

Versuche mit den nach Tesla benannten Entladungen haben dargethan, dass hochgespannte und sehr schnell alternirende electriche Ströme, zu einer Spitze geführt, eine dieser gegenüberstehende isolirte Platte in Luft positiv laden, statt, wie zu erwarten, negativ.¹⁾ Verfasser²⁾ hat dies Verhalten bestätigt, indem er sehr schnelle Schwingungen mittelst eines Blondlot'schen Erregers in zwei ca. 4 m langen parallelen Drähten hervorrief und die Ausströmung an diesen direct oder an einer angelötheten Nadel untersuchte. Eine andere recht einfache Versuchsanordnung möge hier zu besprechen gestattet sein.

Von einer grösseren Voss'schen Influenzmaschine³⁾ wurde der eine Pol abgeleitet, der andere, isolirte, mit der einen Electrode eines Funkenmikrometers und eventuell der inneren Belegung einer Leydener Flasche verbunden. Die zweite Electrode stand durch einen langen Draht mit der Erde in Verbindung, an einer geeigneten Stelle war eine feine Nadel angelöthet, ihr gegenüber stellt man eine Platte auf, die direct an einem Electroskop (Exner'sches oder Beetz'sches) angebracht war. Dessen Metallhülle, ebenso wie die äussere Belegung der Flasche sind abgeleitet.⁴⁾ Ein Schirm aus Zinkblech schützt jenes gegen directe Influenz seitens der Maschine, Funkenstrecke⁵⁾ etc., der Draht, welcher die

1) Harvey u. Hird, Phil. Mag. **36.** p. 45. 1893; Himstedt, Wied. Ann. **52.** p. 473. 1894.

2) Wesendonk, Naturw. Rundsch. **10.** p. 401—404. 1895.

3) Zwei rotirende Scheiben von ca. 65 cm Durchmesser, dazwischen eine grössere feststehende.

4) Alle Ableitungen führen zu einem Drahte, der mit der Wasserleitung verlöthet war.

5) Bei grösseren Schlagweiten empfiehlt es sich, einen blechernen Schutzkasten über die Funkenstrecke zu setzen, zum besseren Schutz des Electroskopes gegen Influenz.

Nadel trägt, ist isolirt hindurchgeführt und von Siegellackstützen getragen. Als Pole des Funkenmikrometers dienen 1 cm dicke Zinkstäbe mit abgerundeten Enden. Sie befanden sich mittels Paraffin isolirt auf mit Schrauben verschiebbaren Holzsäulen, sodass sehr verschiedene Schlagweiten eingestellt werden konnten. Wählte man diese nicht zu klein (16 mm gab sehr gute Resultate), so strömte Electricität bei jedem Funkenübergang aus der Spitze und ertheilte dem Electroskop eine positive Ladung, mochte nun der isolirte Maschinenpol¹⁾ positiv oder negativ sein. Im Dunkeln sah man denn auch in beiden Fällen einen dem positiven ähnlichen Büschel. Schaltete man eine Verstärkungsflasche ein (41 cm Umfang, 36 cm Höhe der äusseren Belegung), so ergaben sich auch bei kleineren Schlagweiten (8—10 mm) gute Resultate, und zwar wieder positive Ladungen in allen Fällen. Die Platte darf aber bei solchen Versuchen der Nadelspitze nicht so nahe stehen, dass Funken übergehen, denn alsdann entladet sich das Electroskop sofort wieder rückwärts, die Blättchen zucken nur auseinander. Schaltete man jetzt zwischen Nadelspitze und zweiten Pol des Funkenmikrometers Selbstinduction ein, so kann man es erreichen, dass zur Platte Electricität von demselben Vorzeichen übergeht, wie es der isolirten Electrode der Influenzmaschine zukommt. Ist diese negativ, so wird man also negative Ladungen des Electroscopes erhalten. Bei allen solchen Versuchen ist zu beachten, dass bei geringer Entfernung der Platte von der ausströmenden Spitze die positiven Entladungen, bei grossem Abstände die negativen leichter auftreten. Auch sind die einzelnen Funken zwischen den Zinkpolen in ihrer Wirkung nicht ganz gleich, einige dürften stärkere Oscillationen anregen als andere und dabei das Ausströmen positiver Electricität befördern. Es sei fortan das Verhalten, bei dem die Ladung des Electroscopes dasselbe Vorzeichen aufweist, wie die des isolirten Maschinenpoles, als die *gleichnamige Wirkung* bezeichnet, der andere Fall (wo nur positives Ausströmen eintritt) werde als *Schwingungseffect* bezeichnet. Besonders wenn bei Einschaltung von nicht zu viel Selbstinduction beide Arten

1) Die Flaschen an der Maschine wurden hierbei nicht entfernt.

der Entladung in etwa gleicher Stärke auftreten, kann man allerdings zu mehr oder minder zweideutigen Resultaten gelangen. In den meisten Fällen wird sich aber leicht nachweisen lassen, welcher Effect, und zwar entschieden überwiegt. Die gleichnamige Wirkung wurde leichter erhalten beim Arbeiten bei Einschaltung der Verstärkungsflasche, als ohne diese. Alsdann gab eine Spirale von 60—70 möglichst engen Windungen aus nacktem Draht, durch Aufwickeln auf einen runden Holzstab von 40 mm Durchmesser hergestellt, sehr deutlich die gleichnamige Wirkung, ersetzt man jene durch eine ebensolche Spirale von nur 10 Windungen, so zeigt sich entschieden wieder der Schwingungseffect.¹⁾ Dieser überwiegt auch dann, wenn man die grosse Spirale weit genug auseinander zieht, sodass der Draht nur mehr eine von passend angebrachten isolirenden Haltern getragene Schleife bildet. Ein mit Guttapercha überzogener, $1\frac{1}{2}$ mm dicker und 2,75 m langer Kupferdraht gab ebenfalls an und für sich den Schwingungseffect, wickelt man indessen von ihm möglichst eng zusammenliegend 14 bis 15 Windungen von derselben Grösse, wie bei der oben erwähnten Spirale aus nacktem Draht, so bekommt man sehr schön die gleichnamige Wirkung. Zieht man aber die Spirale auseinander, sodass der Draht eine Schraubenlinie bildet, dann erhält man leicht wieder den Schwingungseffect. Aus einem anderen, mit isolirender Hülle versehenem 1 mm dicken Drahte von 5 m Länge wurde erst, wie früher, ein Theil zu einer Spirale von 15 Windungen gewickelt, dann eine zweite ebensolche aus den bisher nicht benutzten Strecken hinzugewunden. Es zeigte sich in beiden Fällen die gleichnamige Wirkung.²⁾ Wickelte man aber die zweite Serie von 15 Windungen so über die erste, dass ihr Verlauf der entgegengesetzte war (wie bei sogenannten inductionsfreien Spulen), so erscheint wieder der Schwingungseffect. *Dieser wird also stets durch Verminderung der Selbstinduction befördert, die gleichnamige Wirkung dagegen durch Vermehrung derselben begünstigt.* Ohne Einschaltung der Verstärkungsflasche gelingt es schwerer, solches zu erzielen,

1) Dieser tritt, wie schon oben bemerkt, stets auch ein, wenn gar keine Spirale eingeschaltet wird.

2) Besonders stark, wenn die 30 Windungen recht dicht zusammenlagen.

die grosse, zuerst erwähnte Spirale aus nacktem Draht giebt z. B. unter allen Umständen positive Ladungen des Electrometers. Eine aus mit Isolirmasse überzogenem Drahte hergestellte Spule von 80 Windungen, die zu einem Wiedemann'schen Galvanometer gehörte, lieferte jedoch wiederum die gleichnamige Wirkung.

Diese Versuche scheinen die Ansicht zu stützen, dass es die kurze Dauer der Oscillationen ist, welche der positiven Electricität das Uebergewicht in Luft verleiht. Die Versuche mit dem Blondlot'schen Erreger haben dargethan, dass es hierzu durchaus keines besonders hohen Potentials bedarf, wie das bei Teslaentladungen der Fall. Die jetzigen Beobachtungen zeigen wie alles, was die Zahl der Vibrationen in der Secunde vermindert, wie grössere Capacität und vermehrte Selbstinduction auch die gleichnamige Wirkung unterstützt, den Schwingungseffect dagegen schwächt, und umgekehrt. Wenn Einschaltung von Spiralen bisweilen die positive Ausströmung zu begünstigen scheint, so mag das daran liegen, dass grössere Selbstinduction die Dämpfung der Oscillationen verkleinert (wenigstens, wenn man die Thomson'sche Formel hier zu Rathe ziehen darf) und dadurch wohl die Wirkung der Vergrösserung der Schwingungsdauer bis zu einem gewissen Grade aufzuheben vermag. Vermehrung des Widerstandes hat, wie bekannt, stärkere Dämpfung zur Folge, was für den Schwingungseffect ungünstig aber daneben überhaupt für das Ausströmen von Electricität weniger vorthellhaft erscheint. Daher war es schwer, bei Einschaltung von Wasserwiderständen noch eine Ladung am Electroskop zu erhalten, trat eine solche auf, so war sie meist noch positiv, in vereinzelter Fällen auch negativ. Doch sind die wenigen hierüber angestellten Versuche in keiner Weise als abschliessend anzusehen und weitere Beobachtungen nöthig.

Hr. Pflüger¹⁾ hat im Anschluss an einige interessante Versuche die Ansicht ausgesprochen, das Uebergewicht der einen oder anderen Electricität beim Ausströmen könne durch die Annahme einer starken Dämpfung der Vibrationen im Verein mit einer gewissen Asymmetrie derselben, wie sie auch

1) Pflüger, Wied. Ann. 60. p. 773 u. 774. 1897.

aus Hrn. Oberbeck's Theorie folge, erklärt werden. Es können so z. B. während einer Schwingung höhere positive wie negative Potentialwerthe erreicht werden, und umgekehrt. Bei den hier beschriebenen Versuchen dürfte (wenn ich Hrn. Pflüger richtig verstehe) indessen eine solche Erklärung nicht zulässig sein. Wird der negative Pol isolirt an der Influenzmaschine, so ist die stärkste Bewegung der Electricität wohl die zuerst eintretende, d. h. eine negative Strömung, und doch überwiegt die positive Entladung, wenn schnelle und nicht zu schwache Vibrationen auftreten können, wie wir oben gesehen.

Einigermaassen erklärlich wäre das Verhalten der Entladungen, wenn man mit Verfasser¹⁾ die Annahme zulässt, dass bei negativer Electricität das Ausströmen eine grössere Verzögerung erleidet als bei positiver. Nach O. Lehmann²⁾, der dieser Erklärung beipflichtet, hat bereits Faraday auf ein solch verschiedenes Verhalten der beiden Electricitäten hingewiesen.

Weitere eingehendere Beobachtungen über die Art der Schwingungen, welche den verschiedenartigen Ausströmungen entsprechen, erscheinen natürlich sehr wünschenswerth. Es wäre dann aber wohl rathsam, etwaige Beobachtungen über den Funken nach einem neulich von Hrn. A. Schuster³⁾ benutzten Verfahren anzustellen, das keines Hilfsfunkens bedarf, wie die Methode von Feddersen.

1) K. Wesendonk, Wied. Ann. **60**. p. 211. Anm. 2. 1897.

2) O. Lehmann, Electr. Entlad. p. 168.

3) A. Schuster, Naturw. Rundsch. **13**. p. 48. 1898.

(Eingegangen 22. Juli 1898.)