

# Ueber Spitzenentladung bei Hochfrequenzströmen.

Von

**F. Himstedt.**

Mit 3 Figuren im Text.

---

## 1.

In einer früheren Arbeit<sup>1</sup> habe ich einige Versuche über die Ausstrahlung der Elektrizität aus der Spitze eines Teslapoles beschrieben, deren Resultate sich dahin zusammenfassen liessen: Befestigt man auf dem einen Pole eines Teslators ein feine Spitze und stellt dieser gegenüber in solcher Entfernung, dass keine Funken mehr überspringen können, eine isolirte Scheibe auf, so ladet sich diese stets *positiv*, wenn die Ausstrahlung in Luft oder Sauerstoff stattfindet, dagegen stets *negativ* in allen anderen untersuchten Gasen, gleichgültig in welcher Richtung der primäre Strom in das Induktorium geschickt wird, oder welchen Pol der Teslaspule man benutzt.

Die Versuche sind inzwischen von anderen Beobachtern bestätigt worden, so von Herrn WESENDONCK<sup>2</sup>, welcher gezeigt hat, dass das gleiche Resultat auch ohne Teslaspule bei den schnellen Oscillationen der LECHER'schen resp. BLONDLOT'schen Anordnung für HERTZ'sche Versuche erhalten werden kann. Ferner von Herrn PFLÜGER<sup>3</sup>, welcher auch die weitere Beobachtung, dass wenn der zweite Pol der Teslaspule nicht unter Oel isolirt ist, dann bei geeigneter Anordnung statt der positiven unter Umständen auch negative Ladungen erhalten werden können, bestätigt hat. Herr PFLÜGER hebt in seiner Mittheilung besonders hervor, dass wenn man den

<sup>1</sup> HIMSTEDT, Wied. Ann. 1894. Bd. LII S. 473.

<sup>2</sup> WESENDONCK, Naturw. Rundschau 1895. Bd. X S. 401.

<sup>3</sup> PFLÜGER, Wied. Ann. 1897. Bd. LX S. 768.

zweiten Pol unter Oel isolirt hält, und in Luft ausstrahlen lässt, man zwar stets + Elektrizität erhält, welchen Pol der Spule man auch benutzen mag, dass aber die Elektrizitätsmengen, welche man erhält, bei dem einen Pol bedeutend grösser sind als bei dem anderen, resp. wenn man stets denselben Pol ausstrahlen lässt, man sehr verschiedene Mengen erhält, wenn man den das Induktorium treibenden Strom kommutirt. Ich habe die ungleiche Ausstrahlung der Pole schon bei meinen ersten Versuchen bemerkt, sie aber nicht

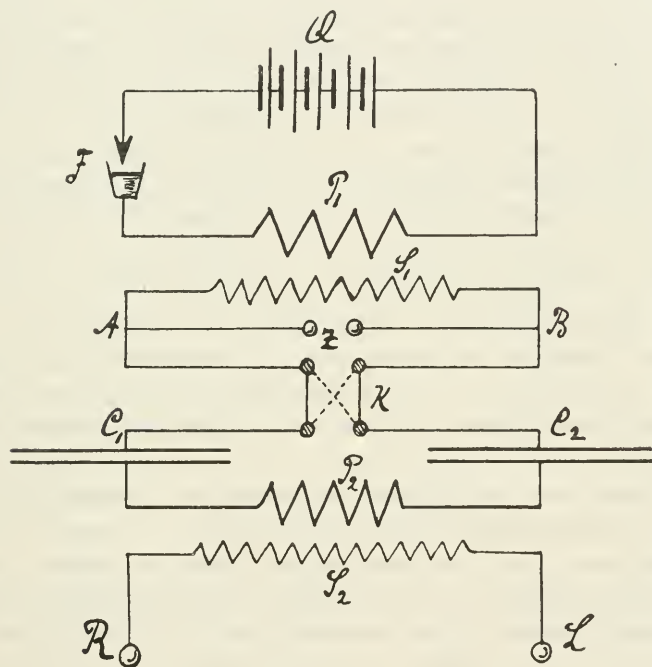


Fig. 1.

weiter hervorgehoben, weil nach verschiedenen darüber angestellten Versuchen ich die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die Erscheinung sich erklären lasse aus schon bekannten Thatsachen.

Zunächst möchte ich darauf hinweisen, dass die erwähnten Unterschiede beim Pol- oder Stromwechsel nur dann bedeutend sind, wenn irgend wo in der Anordnung eine Unsymmetrie vorhanden ist, dass dagegen, wenn man mit Sorgfalt auf möglichst vollkommene Symmetrie achtet, die Unterschiede in den ausgestrahlten Elektrizitätsmengen durchaus nicht so gross sind, dass man sie, wie Herr PFLÜGER angiebt, auch ohne quantitative Messungen sicher erkennen

könnte. Ich kann dies durch die folgenden Versuche belegen: Der Primärkreis des Induktoriums war gebildet aus einer Akkumulatoren-Batterie  $Q$ , einem FOUCAULT'schen Quecksilberunterbrecher  $F$  und der Primärspule des Induktoriums  $P_1$ . Von den Enden der Sekundärspule  $S_1$  führen mit Kautschuck überzogene Drähte zu der primären Funkenstrecke  $Z$  zwischen Zinkstäben und dem Kommutator  $K$ , welcher gestattet, entweder die Verbindung von  $A$  mit  $C_1$  und  $B$  mit  $C_2$  oder über Kreuz von  $A$  mit  $C_2$  und  $B$  mit  $C_1$  herzustellen. Die Enden der sekundären Teslaspule  $S_2$  bestehen aus zwei unter Oel liegenden Federklemmen  $R$  und  $L$ . In diese können zwei genau gleiche Drähte eingesteckt werden, die, soweit sie nicht unter Oel sich befinden, ganz in Paraffin eingeschmolzen sind. Aus dieser Paraffinhülle ragt bei dem einen Drahte die Spitze eines in denselben eingelötheten Platindrahtes von 0,05 mm Durchmesser hervor. Der Spitze gegenüber ist in passender, genau einzustellender Entfernung eine isolirte Scheibe von 10 cm Durchmesser aufgestellt, welche mit der einen Belegung eines Kondensators von 0,05  $M. F.$ , dessen andere Belegung an Erde gelegt ist, verbunden ist. Die bei den Versuchen in gemessener Zeit resp. durch die gleiche Anzahl von Funken in der Funkenstrecke  $Z$  hervorgerufene Ladung des Kondensators wurde mit einem Quadrantelektrometer bestimmt.

Es kann nun eine Unsymmetrie entstehen: 1. durch das Induktorium, 2. durch die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$ , 3. durch den Tesla-transformator. Dass ein Induktorium, wenn es nicht sehr gut symmetrisch gebaut ist, an den Enden der Sekundärspule nicht entgegengesetzt genau gleiche Spannungen giebt, ist aus früheren Beobachtungen<sup>1</sup> schon bekannt. Ich habe dies bei einem kleinen Instrumente von STÖHRER sowie bei einem grossen Induktorium von KEISER und SCHMIDT mit der von OBERBECK gegebenen Versuchsanordnung nachweisen können, und mit diesen Instrumenten dann auch bedeutend grössere Unterschiede in der Ausstrahlung an den beiden Teslapolen gefunden als mit einem Ruhmkorff, bei dem die beiden Pole fast genau gleiche Spannungen ergaben. Um den Einfluss der Kapazitäten zu untersuchen, wurden für  $C_1$  und  $C_2$  zuerst zwei auf Gleichheit geprüfte Leydener Flaschen benützt. Für das Verhältniss der aus dem rechten ( $R$ ) und der aus dem linken ( $L$ ) Teslapole ausgestrahlten Elektrizitätsmengen ergab der Versuch

<sup>1</sup> OBERBECK, Wied. Ann. 1897. Bd. LXIV S. 199.

$\frac{R}{L} = 0,92$ . Nachdem das Verhältniss  $C_1 : C_2 = 2 : 1$  gemacht war, fand man  $\frac{R}{L} = 5,0$ , während bei  $C_1 : C_2 = 1 : 2$  sich  $\frac{R}{L} = 0,24$  ergab.

Um den Einfluss der Unsymmetrie in dem Teslatriansformator nachzuweisen, wurde so verfahren, dass die sekundäre Spule (70 Windungen eines 1 mm dicken Drahtes) zuerst innerhalb der primären Spule (10 Windungen eines 4 mm dicken Drahtes) so lange verschoben wurde, bis eine Stellung gefunden war, bei der die Ausstrahlung an beiden Polen nahezu die gleiche war, z. B.  $\frac{R}{L} = 1,03$ . Wurde jetzt die sekundäre Spule 2 cm nach links verschoben, so ergab sich  $\frac{R}{L} = 1,50$ . Bei einer Verschiebung um 2 cm nach rechts  $\frac{R}{L} = 0,70$ . Ebenso wird das Verhältniss  $\frac{R}{L}$  wesentlich geändert, wenn man an den nicht ausstrahlenden Pol verschieden grosse Kapazitäten hängt. Desshalb wurden, wie oben angegeben, stets an beiden Polen der Teslaspule genau gleiche Drähte befestigt, die nur dadurch sich unterschieden, dass der eine die Spitze trug.

Ich habe Versuche der im Vorhergehenden beschriebenen Art mit Kondensatoren von verschiedener Kapazität sowie mit Teslatriansformatoren mit verschiedenem Transformationsverhältniss ausgeführt, immer aber habe ich gefunden, dass wenn die Symmetrie in der Anordnung möglichst gewahrt wurde, der Unterschied in den Ausstrahlungen  $R$  und  $L$  unter 10% betrug. Besonders interessant ist es nun aber, dass man, ohne sonst irgend etwas an der ganzen Anordnung zu ändern, lediglich durch Aenderung der Stärke des ins Induktorium geschickten Stromes, es unter Umständen erreichen kann, dass entweder  $R > L$  oder  $L > R$  ausfällt. Damit scheint mir der Weg für die Erklärung gegeben zu sein. Regulirt man die Stromstärke der Art, das in der Funkenstrecke bei  $Z$  gerade noch die Funken überspringen können, so wird man annehmen dürfen, dass der Ausgleich der Kondensatorladungen durch eine gewisse, vielleicht recht kleine Anzahl von Schwingungen stattfindet. Der Einfachheit wegen nehmen wir an, es geschehe durch eine Schwingung. Einer solchen entsprechend wird in der sekundären Teslaspule Strom in der einen, und Strom in der entgegengesetzten Richtung induzirt, und wir werden annehmen dürfen, da der eine bei der

Bildung des Funkens in  $Z$ , der andere bei dem Verschwinden desselben entsteht, dass diese Ströme verschiedene Spannungen besitzen, in ähnlicher Weise wie etwa die Schliessungs- und Oeffnungsströme eines Induktoriums<sup>1</sup>. Es werden nun aus dem Pole  $R$  ausgestrahlt  $+ E_p$  und  $- E_N$ , aus dem Pole  $L$  dagegen  $- E_n$  und  $+ E_P$ , wo die kleinen resp. grossen Buchstaben  $n, p, N, P$  andeuten sollen, dass die Ausstrahlung von einem Schliessungs- resp. einem Oeffnungsstrome herrührt. Der Versuch lehrt nun, dass die Ausstrahlung aus dem rechten Pole  $R_1 = E_p - E_N = +$  und ebenso die aus dem linken Pole  $L_1 = - E_n + E_P = +$  ist, aber es ist leicht begreiflich, dass in diesem Falle  $L_1 > R_1$  sein wird. Denken wir uns jetzt die Stromstärke des Induktoriums langsam gesteigert, so werden wir eventuell erreichen können, dass die Ladungen des Kondensators sich nicht mehr, wie bisher angenommen, in einer Schwingung, sondern etwa in zwei solchen ausgleichen. Die Ausstrahlungen werden dann  $R_1 + R_2 = (E_p - E_N) + (- E_n' + E_P')$  und  $L_1 + L_2 = (- E_n + E_P) + (E_p' - E_N')$ . Wenn man nun beachtet, dass bei der zweiten Schwingung die Spannungen an den Polen des Teslatransformators kleiner sind als bei der ersten, wenn man weiter bedenkt, dass unterhalb eines bestimmten Potentialwerthes überhaupt keine Ausstrahlung mehr stattfinden kann, so erkennt man leicht, dass unter Umständen  $L_2 = - E_N'$  dagegen  $R_2 = + E_P'$  werden und dass dann  $R_1 + R_2 > L_1 + L_2$  sein kann<sup>2</sup>.

## 2.

In der früheren Arbeit habe ich gezeigt, dass die Ausstrahlung der positiven Elektrizität in einem Gemische von  $N$  und  $O$  ein Maximum erreicht, wenn die beiden Gase in dem Verhältnisse gemischt werden, wie es der Zusammensetzung der Luft entspricht. Es war meine Absicht, diesen Punkt weiter aufzuklären, und ich habe sehr viele Versuche darüber angestellt. Es ist mir aber nicht gelungen, bei den einzelnen Versuchsreihen eine befriedigende Uebereinstimmung zu erzielen. Der Grund hierfür liegt hauptsächlich in zwei Er-

<sup>1</sup> Welcher Strom als Schliessungs-, welcher als Oeffnungsstrom aufzufassen ist, muss dahin gestellt bleiben, hier kommt nur in Frage, dass sie nicht gleiche Spannung besitzen.

<sup>2</sup> Die vorstehende Ueberlegung ist natürlich unabhängig von der Zahl der Schwingungen, durch die der Kondensator entladen wird, es kommt nur darauf an, dass jedenfalls ein Mal bei einer Schwingung das Potential so gering werden muss, dass keine Ausstrahlung mehr dabei stattfinden kann.

scheinungen, die meines Wissens noch nicht beobachtet sind, und welche jetzt beschrieben werden sollen.

Stellt man der auf einem Teslapole befestigten Spitze in freier Luft eine Scheibe gegenüber in solcher Entfernung, dass gerade keine Funken mehr übergehen, so beobachtet man, dass die Scheibe durch die Ausstrahlung aus der Spitze stets positiv geladen wird. Entfernt man die Scheibe mehr und mehr von der Spitze, so werden die auftretenden Ladungen schwächer und schwächer, und man kann durch vorsichtiges Zurückziehen der Scheibe leicht die Entfernung auffinden, bei welcher das Elektrometer bei der oben beschriebenen Anordnung keine Ladung mehr anzeigt. Kleine, bald nach der positiven, bald nach der negativen Seite erfolgende Zuckungen der Elektrometernadel lassen aber erkennen, dass die Scheibe in ihrer jetzigen Stellung nicht etwa gar nicht mehr von ausgestrahlter Elektrizität getroffen wird, sondern dass sie aus der Spitze gleich grosse Mengen positiver und negativer Elektrizität erhält. In der That, vergrößert man jetzt die Entfernung zwischen Scheibe und Spitze noch mehr, so beobachtet man, dass nun die Scheibe stets *negative* Ladung aufweist. Man hat also hier die höchst auffallende Erscheinung, dass *eine Scheibe durch die Ausstrahlung aus der Spitze eines Teslapoles positiv, gar nicht, oder negativ geladen wird, je nach der Entfernung zwischen Spitze und Scheibe.*

So erhielt ich z. B. bei der oben geschilderten Anordnung für die in 20 Sekunden bewirkte Ladung des mit der Scheibe verbundenen Kondensators die folgenden Elektrometerrausschläge:

$$\begin{array}{cccccccc} a = & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 25 & 50 \\ n = & + 120 & + 100 & + 51 & \pm 0 & - 8 & - 32 & - 30 & - 20 & - 5 \end{array}$$

$a$  ist der Abstand der Spitze von der Scheibe in Millimetern,  $n$  der Skalenausschlag am Elektrometer, wobei zu bemerken ist, dass 56 Skalentheile einem Volt entsprechen. Die Erscheinung ist die gleiche an beiden Polen der Teslaspule resp. unabhängig von der Richtung des Primärstromes im Induktorium; jedoch ist zu beachten, dass entsprechend der im ersten Abschnitte erwähnten ungleichen Ausstrahlung der beiden Pole auch die Entfernung der Scheibe von der Spitze, für welche die Umkehr im Vorzeichen der Ladung eintritt, eine verschiedene ist.

Dass man es hier nicht mit störenden Influenzwirkungen zu thun hat, sondern mit wirklicher Spitzenausstrahlung, habe ich durch

verschiedene Versuche festzustellen gesucht. Bringt man zwischen Spitze und Scheibe eine Glas- oder Ebonitplatte, so bleibt das Elektrometer in Ruhe. Ebenso wenn man an die Spitze ein Öltröpfchen hängt, wodurch, wie man sich im Dunkeln überzeugt, die Ausstrahlung verhindert werden kann. Um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, wurde der Spitze nur eine isolirte Scheibe oder Kugel (ohne Kondensator) gegenübergestellt und die Ladung erst

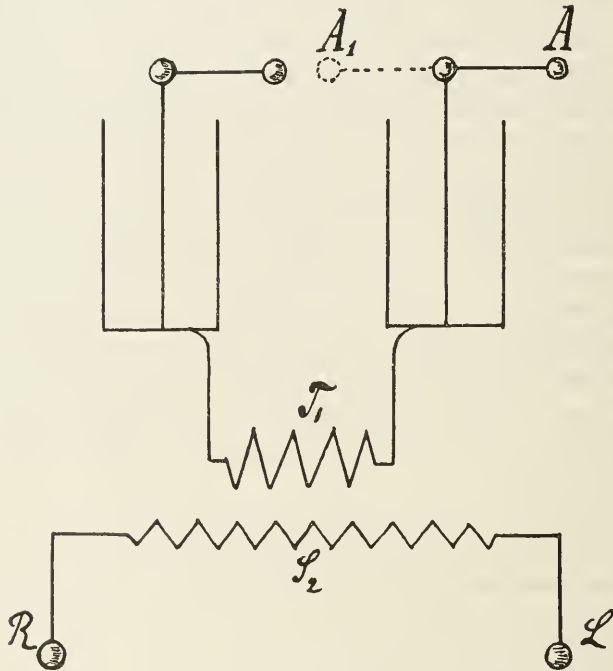


Fig. 2.

untersucht, nachdem der Strom des Induktoriums abgestellt war. Wurde die Stromstärke passend gewählt und liess man die Ausstrahlung längere Zeit, bis zu einer Minute, dauern, so wurden auch die negativen Ladungen stark genug, um mit einem gewöhnlichen Goldblattelektroskop untersucht werden zu können.

Um die Gleichzeitigkeit der positiven und negativen Ausstrahlung zu zeigen, wurde der ausstrahlenden Spitze gegenüber eine isolirte Metallscheibe von 20 cm Durchmesser aufgestellt, die in ihrer Mitte eine Oeffnung von 4 cm besass. Hinter dieser Oeffnung wurde eine zweite isolirte Scheibe aufgestellt. Die Abstände konnten dann so

regulirt werden, dass die erste Scheibe nach dem Versuche positive, die zweite dagegen, welche ihre Ladung nur von der durch die Oeffnung der ersten hindurchgegangenen Ausstrahlung erhalten haben konnte, negative Ladung zeigte.

Die Erscheinung ist beobachtet worden bei verschiedenen Spitzen (Platindraht von 0,02 mm bis 1 mm Dicke, Stahldraht, feinste Näh-nadel bis Stricknadel von 1,5 mm Dicke) bei verschiedenen Teslapulsen, verschiedenen Kondensatoren, verschiedenen Induktorien sowie mit der Influenzmaschine, endlich auch, um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, mit der folgenden Anordnung. Die äusseren Belegungen zweier isolirt aufgestellter Leydener Flaschen sind mit den Enden der primären Teslaspule  $T_1$  verbunden. Die inneren Belegungen werden mit den Polen einer Influenzelektisirmaschine verbunden und langsam bis zu genügender Höhe geladen, dann wird die Verbindung mit der Maschine unterbrochen und die Flaschen werden durch Umlegen des Armes  $A$  in die punktirt gezeichnete Stellung  $A_1$  entladen. Bei jeder einzelnen derartigen Entladung lässt sich die vorhin beschriebene Erscheinung beobachten.

Die Erklärung der Erscheinung ergibt sich leicht, wenn man folgende zwei Annahmen macht:

1. Von einer Spitze, welche auf dem Pole eines Teslitransformators angebracht ist, wird in Luft mehr positive als negative Elektrizität ausgestrahlt.

2. Die von einer solchen Spitze ausgestrahlte negative Elektrizität vermag sich weiter in den Raum hinaus fortzupflanzen als die positive Elektrizität.

Der erste Satz folgt unmittelbar aus den schon früher mitgetheilten Beobachtungen.

Hinsichtlich der zweiten Behauptung ist zu beobachten, dass von verschiedenen Beobachtern schon festgestellt ist, dass bei Versuchen mit dem Induktorium sowohl wie mit der Elektisirmaschine die Ausstrahlung der negativen Elektrizität aus einer Spitze bei kleinerem Potential anfängt als die der positiven. Hieraus kann man allerdings noch nicht ohne Weiteres folgern, dass bei gleichem Potential die negative Elektrizität weiter fortgeschleudert werden wird als die positive, denn wie weit die  $+$  oder  $-$  Elektrizität gelangen kann, wird offenbar auch abhängig sein von der Geschwindigkeit, mit welcher die die Ladung tragenden Ionen sich wieder zu neutralen Molekeln zu vereinigen streben, sowie von der Geschwindigkeit, mit welcher die geladenen Theilchen durch ein Gas zu diffun-



diren vermögen. Immerhin wird jener Schluss wahrscheinlich gemacht, und er lässt sich in der That durch den Versuch leicht bestätigen. Lässt man eine Spitze bei konstant gehaltenem Potential das eine Mal +, das andere Mal – Elektrizität ausstrahlen, und sucht, in welcher Entfernung von der Spitze eine Scheibe aufgestellt werden muss, damit sie gerade keine Ladung mehr erhält, so findet man hierfür bei – Elektrizität bedeutend, unter Umständen bis zu 50% grössere Entfernungen als bei + Elektrizität. Die negative vermag also unter sonst gleichen Bedingungen sich weiter in den Raum hinein fortzupflanzen. Nimmt man an, dass dieses Verhalten auch für die Ausstrahlung bei Hochfrequenzströmen gilt, so erklären sich die oben mitgetheilten Beobachtungen ganz zwanglos. Steht nämlich die auffangende Platte nahe bei der ausstrahlenden Spitze, so werden so ziemlich die ganzen ausgestrahlten Elektrizitätsmengen bis zu ihr gelangen können, und da mehr + als – aus der Spitze austritt, so ladet sich die Platte positiv. Rücken wir sie weiter und weiter ab, so gelangen zu ihr immer kleinere Bruchtheile der überhaupt ausgestrahlten Mengen, also für eine bestimmte Entfernung etwa  $+ \alpha E_p$  und  $- \beta E_n$ . Da nach oben  $E_p > E_n$  und andererseits  $\alpha$  mit der Entfernung schneller abnimmt als  $\beta$ , so übersieht man sofort, dass je nach der Entfernung der Spitze von der Platte die Ladung der letzteren d. h.  $\alpha E_p - \beta E_n$  den Werth +, Null oder – annehmen muss.

## 3.

Nachdem die Erscheinung für Luft sichergestellt war, wurden die entsprechenden Versuche mit anderen Gasen angestellt. Hierbei wurde der in Fig. 3 dargestellte Apparat benutzt. Die Spitze ist eingeschmolzen in ein weites Glasrohr, in dessen Axe der Zuleitungsdraht verläuft. Das Rohr ist mit Paraffin ausgegossen und mittelst Schliff luftdicht in den Flaschenhals eingesetzt. Das Ende des Rohres in der Flasche ist mit Siegellack überzogen, aus welchem die ausstrahlende Spitze nur 2–3 mm weit hervorragt. Der Boden des Gefässes ist mit *Hg* bedeckt und durch Heben oder Senken des Gefässes *B* kann die Entfernung der Spitze vom *Hg* abgeändert werden. Rohr *C* und *D* führen zum Gasometer resp. der KAHLBAUM'schen Quecksilberluftpumpe.

Bei Sauerstoff konnte ohne Schwierigkeit genau das gleiche Verhalten wie bei Luft nachgewiesen werden. Zu meiner Ueerraschung fand ich, dass auch Stickstoff dasselbe Verhalten zeigte.

Wurde zuerst die Entfernung zwischen der Spitze und der *Hg*-Oberfläche gross genommen, so erhielt man, wie bei den früheren Versuchen<sup>1</sup>, stets — Ladungen. Wurde nun die *Hg*-Oberfläche ganz allmählich gehoben, so gelang es bei genügender Vorsicht sicher, die

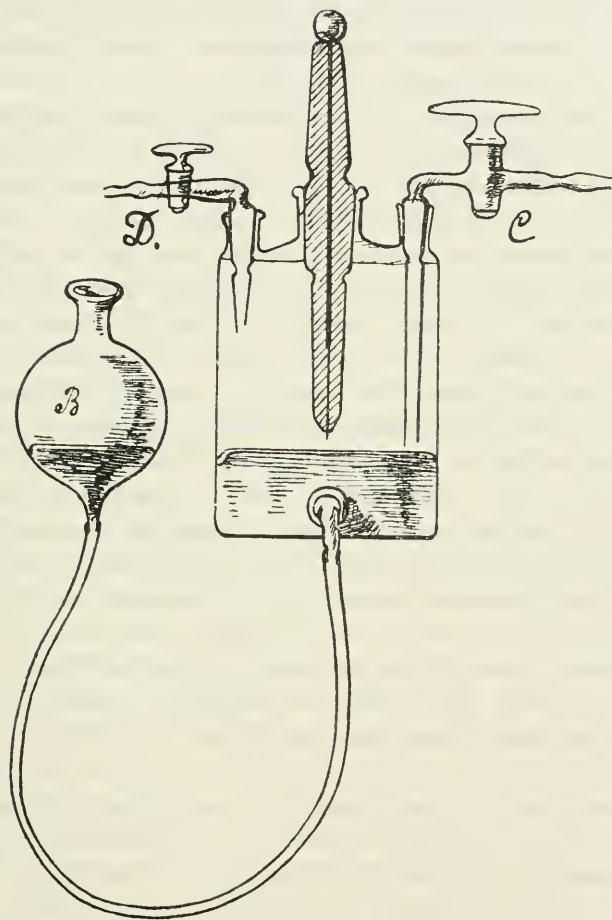


Fig. 3.

Entfernung zu finden, bei der keine Ladung auftrat und dann auch festzustellen, dass wenn die Entfernung jetzt noch weiter verkleinert wurde, auch im Stickstoff eine + Ladung beobachtet werden konnte. Es lag der Einwand nahe, dass dem Stickstoff trotz aller Vorsichts-

<sup>1</sup> l. c. S. 482.

maassregeln noch geringe Spuren von Sauerstoff beigemischt sein könnten, und dieser, da er die + Ausstrahlung stark begünstigt, den beobachteten Effekt verursacht haben könnte. Es wurden deshalb Versuche mit Wasserstoff angestellt. Derselbe wurde elektrolytisch dargestellt, durch Schwefelsäureflaschen in ein weites Rohr mit Phosphorpentoxyd geleitet und in diesem längere Zeit den Funkenentladungen eines Induktoriums ausgesetzt. Dann erst wurde derselbe in das Versuchsgefäß übergeführt. Als dieser Wasserstoff das gleiche Verhalten zeigte wie der Stickstoff, wurde das Gefäß mit der KAHLBAUM'schen Pumpe ausgepumpt, bis der Druck kleiner als 0,001 mm war, wieder mit Wasserstoff gefüllt, nochmals ausgepumpt, und erst die dann erfolgte Füllung zu den Versuchen benutzt.

Auch jetzt zeigte das Gas qualitativ das gleiche Verhalten wie Luft. Bei grösserem Abstände der Spitze von der *Hg*-Oberfläche zeigte letztere — Ladung, wurde der Abstand kleiner und kleiner gemacht, so gelang es zwar nicht immer, den Abstand zu finden, in welchem die Ladung Null resp. + wurde, nicht selten trat, wenn man eben noch negative Ladung beobachtet hatte, bei einer ganz minimalen Verkleinerung des Abstandes gleich Funkenbildung auf, aber in mehr als 50% aller angestellten Beobachtungen ist es mir gelungen, die + Ladung thatsächlich festzustellen. Beobachtet man nun weiter, dass es mir stets gelungen ist, wenn der Versuch mit grösserem Spitzenabstände begonnen und dieser dann allmählich verkleinert wurde, zu konstatiren, dass zuerst ein Wachsen der — Ladung bis zu einem Maximum und dann ein Wiederabnehmen stattfand, so wird man, glaube ich, behaupten dürfen, dass die Erscheinung in allen Gasen qualitativ jenen Verlauf zeigt, wie er für Luft oben ausführlich geschildert ist. In quantitativer Beziehung lassen sich dann die Gase wieder, wie bei früherer Gelegenheit hervorgehoben, in zwei Gruppen theilen: 1. Luft, Sauerstoff, — 2. Wasserstoff, Leuchtgas, Stickstoff, Kohlensäure. Doch würde man jetzt nicht mehr sagen dürfen, bei der ersten Gruppe beobachtet man nur +, bei der zweiten nur — Ladung, sondern bei der ersten Gruppe ist es leicht, bei nicht zu grossem Spitzenabstände starke + Ladungen zu erhalten, in grösserem Abstände gelingt es, — Ladungen nachzuweisen. Bei der zweiten Gruppe erhält man im Allgemeinen — Ladungen, doch gelingt es bei sorgfältiger Einstellung auf solchen Spitzenabstand, dass gerade keine Funken mehr übergehen können, auch + Ladungen zu erhalten.

## 4.

Wenn man Beobachtungen über die Ausstrahlung aus der Spitze eines Teslapoles in einem mit Luft gefüllten, nach Aussen gänzlich abgeschlossenen Raume anstellt, so lässt sich zeigen, dass die in einer bestimmten Zeit erhaltene Ladung der der Spitze gegenüberstehenden Scheibe bei fortgesetzter Ausstrahlung kleiner und kleiner wird. Es wurde bei den Versuchen stets die Ladung gemessen, welche die der Spitze gegenüberstehende Scheibe durch 10 Sc lange Strahlung erhielt. Mit frisch eingefüllter Luft wurde z. B. erhalten eine Ladung, die am Elektrometer 185 Sc Ausschlag gab. Nachdem die Spitze 6 Min. lang gestrahlt hatte, wobei die Scheibe an Erde gelegt war, ergab der entsprechende Versuch 172 Sc. Nach 15 Min. 161 Sc; nach 1 Std. 107 Sc; nach 10 Std. 7 Sc. Nachdem wieder frische Luft eingefüllt war, ergab sich ein Ausschlag von 179 Sc. Viel schneller als durch die Spitzenausstrahlung kann man diese Veränderung der Luft erreichen, wenn man in dem Raume eine Funkenstrecke aubringt und längere Zeit Funken überspringen lässt. Schon nach 30 Min. wurde hierdurch der Ausschlag von 179 Sc auf 3 Sc reduziert. In beiden Fällen, sei es, dass man in dem Raume längere Zeit Spitzenausstrahlung wirken oder Funken überspringen lässt, kann man deutlich einen Anflug einer röthlich-braunen Färbung konstatiren, der wie die Untersuchung lehrt, von  $NO_2$  herrührt. Füllt man das Gefäss mit  $NO_2$  statt mit Luft, so erhält man von Anfang an nur ganz minimale Ausschläge und zwar bald + bald -. Es ist mir nicht gelungen, den Spitzenabstand so zu reguliren, dass ich sicher nur + oder nur - Ausschläge erhielt. Man wird deshalb schliessen müssen, dass in diesem Falle die Unterschiede in der Ausstrahlung der + und - Elektrizität so gering sind, dass sie durch die unvermeidlichen Unregelmässigkeiten, die durch den Gang des Unterbrechers am Induktorium und durch die primäre Funkenstrecke bedingt sind, verwischt werden<sup>1</sup>.

Eine ähnliche, wenn auch geringere Verminderung der Ladung, welche die der strahlenden Spitze gegenübergestellte Scheibe in ge-

---

<sup>1</sup> Dass eine lebhafte Ausstrahlung aus der Spitze stattfindet, zeigen die im Dunkeln gut sichtbaren Lichterscheinungen. Für starke Ausstrahlung spricht auch weiter der Umstand, dass während bei einem Versuche in Luft Funken übersprungen, wenn die Scheibe der Spitze bis auf 6 mm genähert wurde, jetzt erst Funken auftraten, wenn die Entfernung nahezu halb so gross geworden war.

messener Zeit erhält, habe ich auch bei Leuchtgas,  $CO_2$  und auch bei  $O$  erhalten, doch war letzteres Gas nicht vollkommen rein. Bei den oben beschriebenen Versuchen mit elektrolytisch dargestelltem Wasserstoff habe ich eine ähnliche Abnahme nicht mit Sicherheit konstatiren können; wenn eine solche vorhanden, so beträgt sie jedenfalls, selbst nach mehrstündigem Durchschlagen von Funken, nicht mehr als wenige Procente und liegt desshalb innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Unregelmässigkeiten der benutzten Versuchsanordnung.

Freiburg i. B., Januar 1899.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1899-1901

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Himstedt Franz

Artikel/Article: [Ueber Spitzenentladung bei Hochfrequenzströmen. 46-58](#)