

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1870. Band I.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1870.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. Februar 1870.

Herr Beetz bespricht eine von Herrn Professor v. Bezold eingeschickte Arbeit:

Untersuchungen über die elektrische Entladung.

Im Verlaufe der weiteren Untersuchung über den vor Kurzem beschriebenen¹⁾ Zusammenhang zwischen der Art der Entladung und dem Charakter der durch dieselben erzeugten Staubfiguren drängte sich mir vor Allem die Forderung auf, die früher beobachteten Erscheinungen durch einen einfacheren Apparat hervorzurufen, als der Ruhmkorff'sche es ist.

Die ersten Versuche mit geladenen Leydner Flaschen, sowie mit der gewöhnlichen Elektrisirmaschine ohne Condensationsvorrichtung zeigten bald, dass mit diesen Hilfsmitteln

1) Diese Berichte v. J. 1869. II 145 ff. und 371 ff.
[1870. I. 2.]

immer nur einfache Figuren, beziehungsweise Entladungen erhalten werden können.

Auch die Beobachtung des Funkens genügt, um die Ueberzeugung zu begründen, dass die Entladung, welche bei gut leitendem, nur durch eine Funkenstrecke unterbrochenem Schliessungsbogen alternirend ist, durch Einschalten der Probeplatte²⁾ in eine einfache verwandelt wird. Während nämlich der Funke im ersteren Falle hellleuchtend ist, erscheint er im zweiten nur als schmale purpurne Linie mit leuchtendem Punkte auf Seite der positiven Elektrode.

Um demnach auch bei eingeschalteter Probeplatte alternirende Entladungen zu erzielen, blieb mir kein anderes Mittel übrig als die Anwendung einer geeigneten Zweig- oder Rück-Leitung.

Ist diese zur Erde führende Leitung continuirlich d. h. nirgends durch eine Funkenstrecke unterbrochen, so ist zu erwarten, dass die Entladung des Zuleiters, welcher die Elektricität auf die Tafel führt, unmittelbar nach der Ladung erfolgt, d. h. dass in diesem Zuleiter ein oder mehrere Hin- und Hergänge der Elektricität stattfinden.

Bei den mit solchen Rückleitungen angestellten Versuchen ergaben sich verschiedene ganz neue auffallende Thatsachen, welche geeignet scheinen, als Ausgangspunkt für neue Forschungen zu dienen.

Bevor ich jedoch mit der Beschreibung dieser neuen Thatsachen beginne, muss ich jene eines einfachen Versuches vorausschicken, der zwar nichts wesentlich Neues lehrt, aber jedenfalls zum Verständniss des Folgenden viel beiträgt:

Bringt man die im Uebrigen isolirte Belegung der Probeplatte in leitende Verbindung mit der Elektricitätsquelle, während man die Nadel, die sonst als Zuleiter dient,

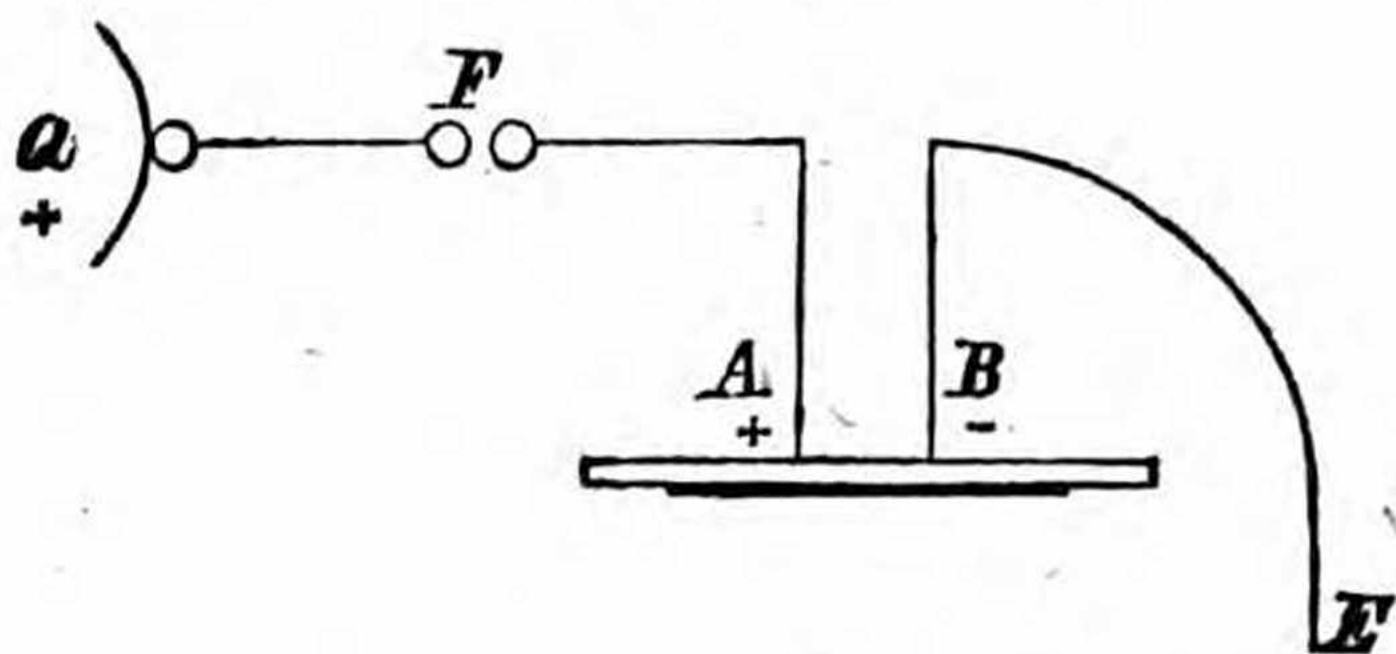
2) Unter Probeplatte will ich in der Folge die einseitig belegte Tafel verstehen, auf welcher die Figuren gebildet werden.

zur Erde ableitet, so erzeugt eine positive Entladung auf der Glasfläche eine negative Figur und umgekehrt.

Isolirt man die Belegung vollkommen, während man auf die obere, unbelegte Fläche zwei Zuleiter (A und B) aufsetzt, deren einer mit der Elektrizitätsquelle Q (S. das Schema Fig. 1)

der andere hingegen durch einen Draht E mit der Erde verbunden ist, so entsteht bei jeder Entladung eine positive und eine negative Figur gleichzeitig.

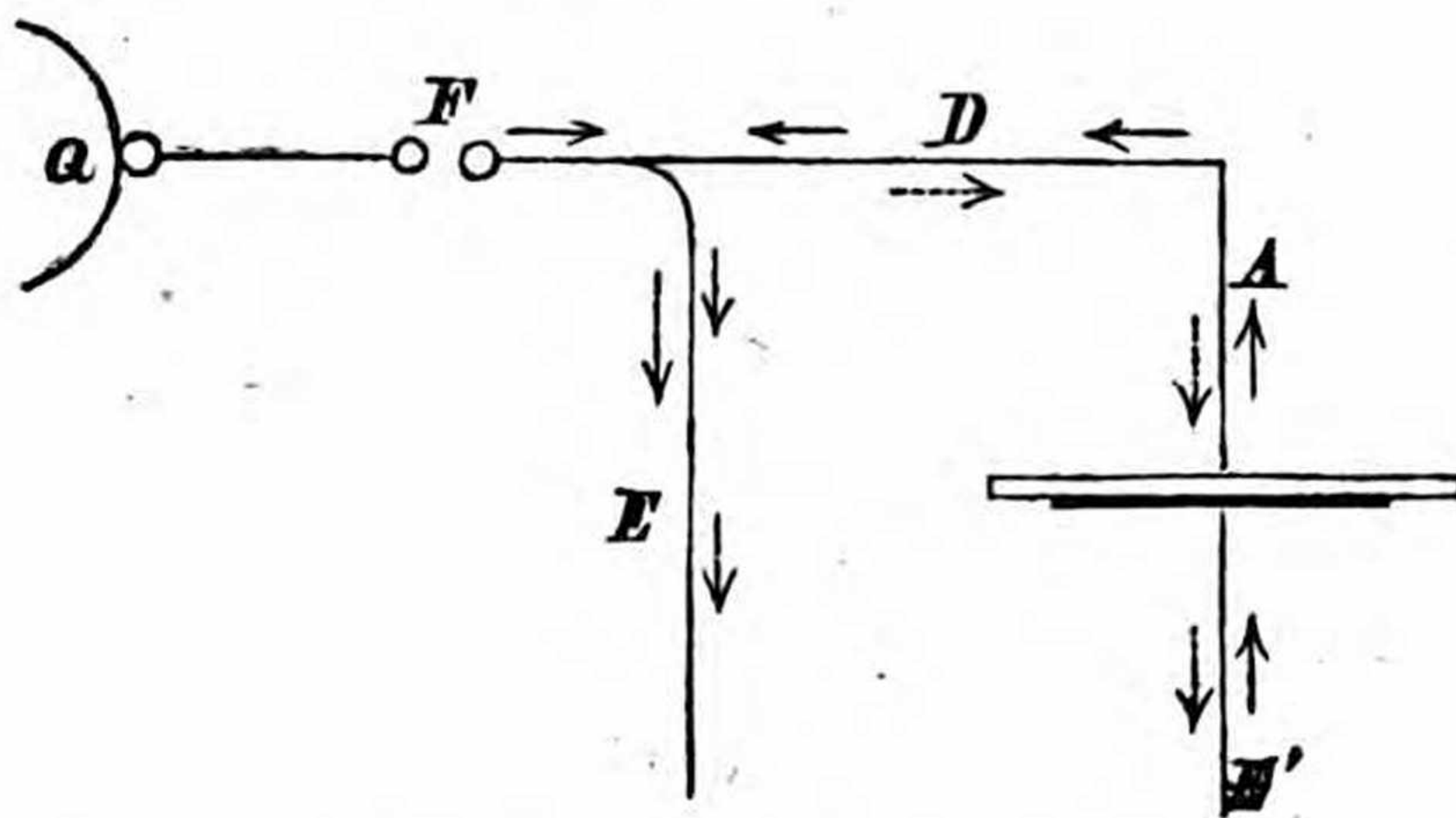
Fig. 1.



Diese Versuche lehren, dass man eine positive (negative) Figur erhält, wenn man entweder positive (negative) Elektrizität zuführt, oder negative (positive) hinwegnimmt.

§ 1. Dies vorausgeschickt, sollen nun die oben erwähnten Versuche beschrieben werden. Einer der ersten wurde nach folgendem Schema (Fig. 2) angestellt: Von

Fig. 2.



dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine ging ein Draht zu der einen Kugel eines Funkenmikrometer's F . Vor der andern Kugel desselben waren zwei Drähte abgeleitet, der eine (E) direkt zur Erde, der andere (D) zum Zuleiter A . Die untere Belegung der

Tafel war durch den Draht E' ebenfalls mit der Erde verbunden. Nach meiner Meinung waren bei dieser Anordnung zweierlei Resultate zu erwarten. Es schien mir nämlich denkbar, dass entweder auf der Tafel gar keine Figur entstehe, und sämtliche Elektrizität sofort durch den gut leitenden Draht zur Erde abgeleitet werde, oder dass höchstens ein kleiner Theil derselben auf die Tafel gelange, und dann wieder rückwärts durch E zur Erde entladen werde. Ich erwartete demnach entweder gar keine oder eine kleine positive zusammengesetzte Figur d. h. einen gelben Stern mit rothem Fleck.

Das Resultat war gerade entgegengesetzt: Es erschien eine Figur, aber keine positive sondern eine negative, ein rother unregelmässig gezackter Ring mit gelbem strahligem Centrum.

Es hatte sich demnach der Entladungsstrom nicht nur nicht auf die beiden Zweige vertheilt, sondern die auf kürzestem Wege durch E zur Erde abfliessende Elektrizität riss noch gleichnamige aus dem Zweige AE' mit sich fort.

Sowohl das höchst Auffallende, was dieser Versuch an sich hatte, als auch der Umstand, dass derselbe in der eben beschriebenen Weise nicht immer unzweideutig gelang, indem die Figuren häufig kaum erkennbar waren, liess es wünschenswerth erscheinen, den Versuch mit einer anderen Elektrizitätsquelle zu wiederholen. Es wurde desshalb die Elektrisirmaschine durch das Induktorium ersetzt, indem der eine Pol desselben mit dem Funkenmikrometer der andere aber mit der Erde verbunden wurde. Die Kugeln des Mikrometers wurden allmählig von einander entfernt.

So lange die Schlagweiten gering waren, entstanden Figuren, welche mit der durch die Funkenstrecke schlagenden Elektrizität gleichnamig waren. D. h. wenn der negative Pol des Induktoriums mit dem Mikrometer verbunden war, entstanden negative Figuren und umgekehrt. Sowie

jedoch die Schlagweite grösser wurde, nahmen diese Figuren an Durchmesser ab. Während z. B. in einer Versuchsreihe bei 1 mm. Schlagweite negative Figuren von etwa 15 mm. Durchmesser erschienen, sank dieser Durchmesser bei 10 mm. Schlagweite bis auf 2 mm. herab. Bei fortgesetzter Vergrösserung der Funkenstrecke blieben die Figuren einige Zeit ganz aus bis endlich bei Schlagweiten von mehr als 15 mm. wieder solche auftraten und zwar von entschieden positivem Charakter.

Es tritt demnach hier ein vollständiges Umspringen der Erscheinungen ein. Während man bei kleinen Schlagweiten ein Stromlaufschema hat, wie es in Fig. 2 durch die gestrichelten Pfeile angedeutet ist, tritt bei grösseren Funkenstrecken ein anderes, durch die ausgezogenen Pfeile bezeichnetes, an dessen Stelle.

Experimentirt man mit positiver Elektrizität, so hat man zuerst positive Figuren, welche sich bei Vergrösserung der Funkenstrecke fortgesetzt verkleinern, dann eine Zeit lang verschwinden, und endlich in negative übergehen. Uebrigens tritt das Umspringen hier erst bei grösseren Schlagweiten ein, als es der Fall ist, wenn man mit negativer Elektrizität arbeitet.

Diese sowie manche ähnliche Differenzen in den Erscheinungen je nach Art der angewandten Elektrizität verdanken ihre Entstehung wohl dem Umstande, dass gleich intensive Entladungen der beiden Elektrizitäten Figuren von ganz verschiedener Grösse hervorrufen. Daher mag es auch rühren, dass so häufig alternirende Entladungen mit entschieden negativem Charakter³⁾ Figuren hervorrufen, welche man auf den ersten Blick für positive halten möchte, während das Umgekehrte niemals eintritt. Denkt man sich

3) Unter einer alternirenden Entladung von positivem Charakter verstehe ich eine solche, bei welcher die algebraische Summe der entladenen Elektrizitätsmengen positiv ist, und umgekehrt.

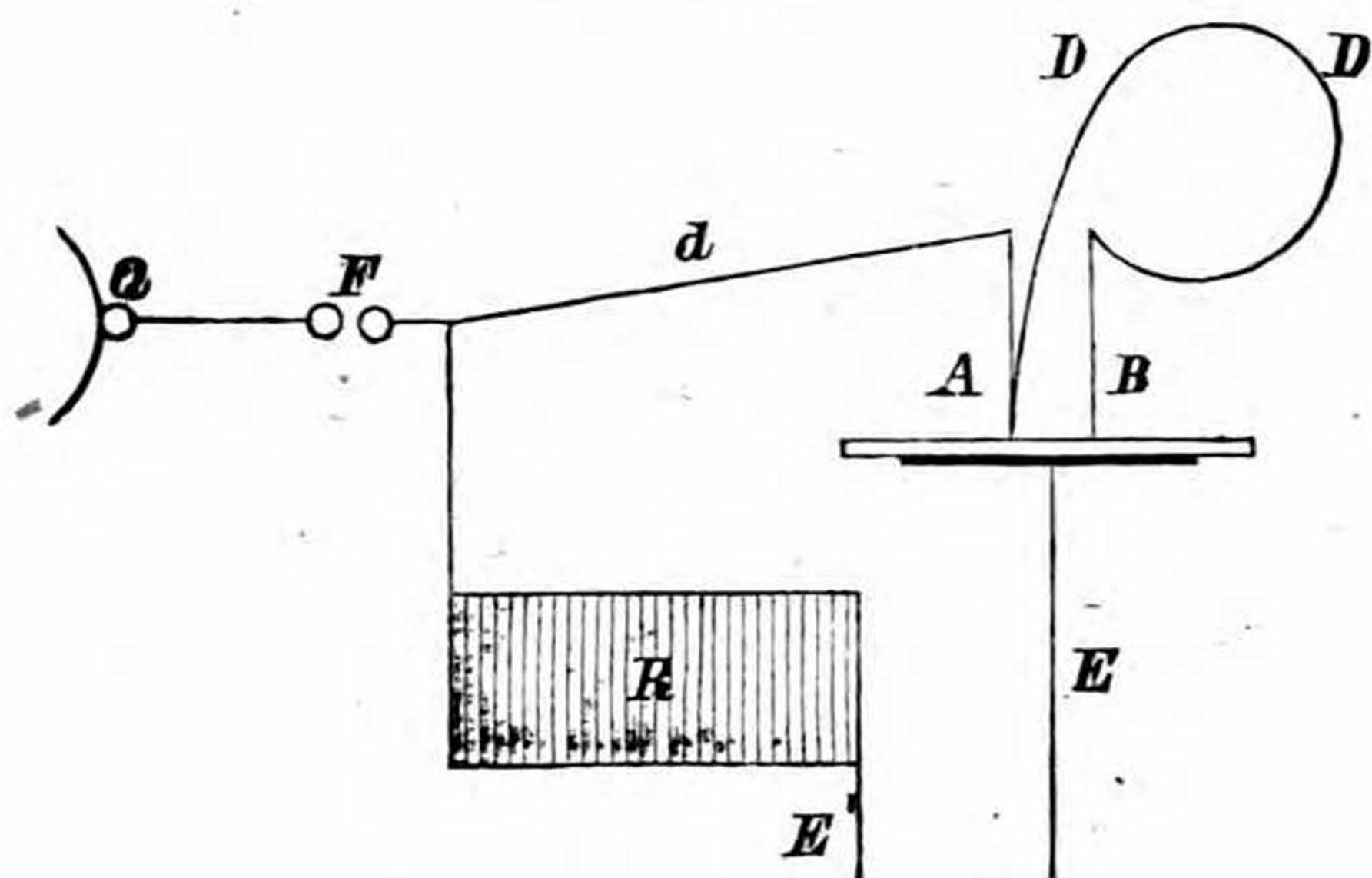
nämlich nacheinander eine negative und eine positive Entladung auf dieselbe Stelle der Platte geführt, so muss erstere die letztere an Intensität weit übertreffen, wenn sie nicht durch die Spuren der letzteren verdeckt werden soll.

So viele Einzelheiten jedoch bei diesem Versuche noch zu erörtern sind, so zeigt doch das Mitgetheilte schon hinlänglich, dass auch bei elektrischen Strömungen ähnliche Erscheinungen auftreten können, wie sie bei der Bewegung der Flüssigkeiten unter dem Namen von „Saugphänomenen“ beobachtet, und z. B. in Giffard's Injekteur oder bei dem bekannten Inhalationsapparate praktisch verwerthet werden.

§ 2. Diese eigenthümlichen Beobachtungen gaben die Veranlassung zu weiteren Versuchen über die Verzweigung elektrischer Entladungsströme.

Auch hier ergaben alternirende Entladungen constantere Resultate als einfache und es wurde deshalb stets für eine geeignete Rückleitung Sorge getragen. Dass ein einfacher Draht zu diesem Zwecke nicht brauchbar ist, beweisen die obigen Versuche, es wurde desshalb die Induktionsrolle des Ruhmkorff's zur Rückleitung benützt. (S. Schema Fig. 3).

Fig. 3.



Wurde nun die Elektrisirmaschine langsam in Drehung ver-

setzt, bis ein Funke übersprang, so erschienen auf der Tafel die zusammengesetzten positiven Figuren mit grosser Regelmässigkeit.

Wurde der Strom durch einen kurzen Draht D abgezweigt, und der Zweigstrom ebenfalls durch einen Zuleiter B auf die Tafel geführt, so erschienen, wie zu erwarten war, zwei vollkommen gleiche Figuren. Hatte hingegen der Zweigdraht eine nur einigermaßen beträchtliche Länge (etwas mehr als 1 Meter), so zeigten die Figuren bereits eine entschiedene Grössenverschiedenheit. Sobald nämlich die Länge des Drahtes diese Grenze überschritten hatte, war die Figur bei B immer grösser als jene bei A , selbst wenn man die Abzweigung ganz nahe am Ende des Zuleiters (1 cm. über der Platte) vornahm. Bei Verlängerung des Zweigdrahtes D wurde auch die Grössendifferenz zwischen den beiden Figuren immer auffallender, bis sich endlich für $D = 6,4$ m. und $F = 4,0$ mm. (F ist die Länge der Funkenstrecke) die Figur bei A auf ein kleines Sternchen reducirte, manchmal wohl auch ganz ausblieb.

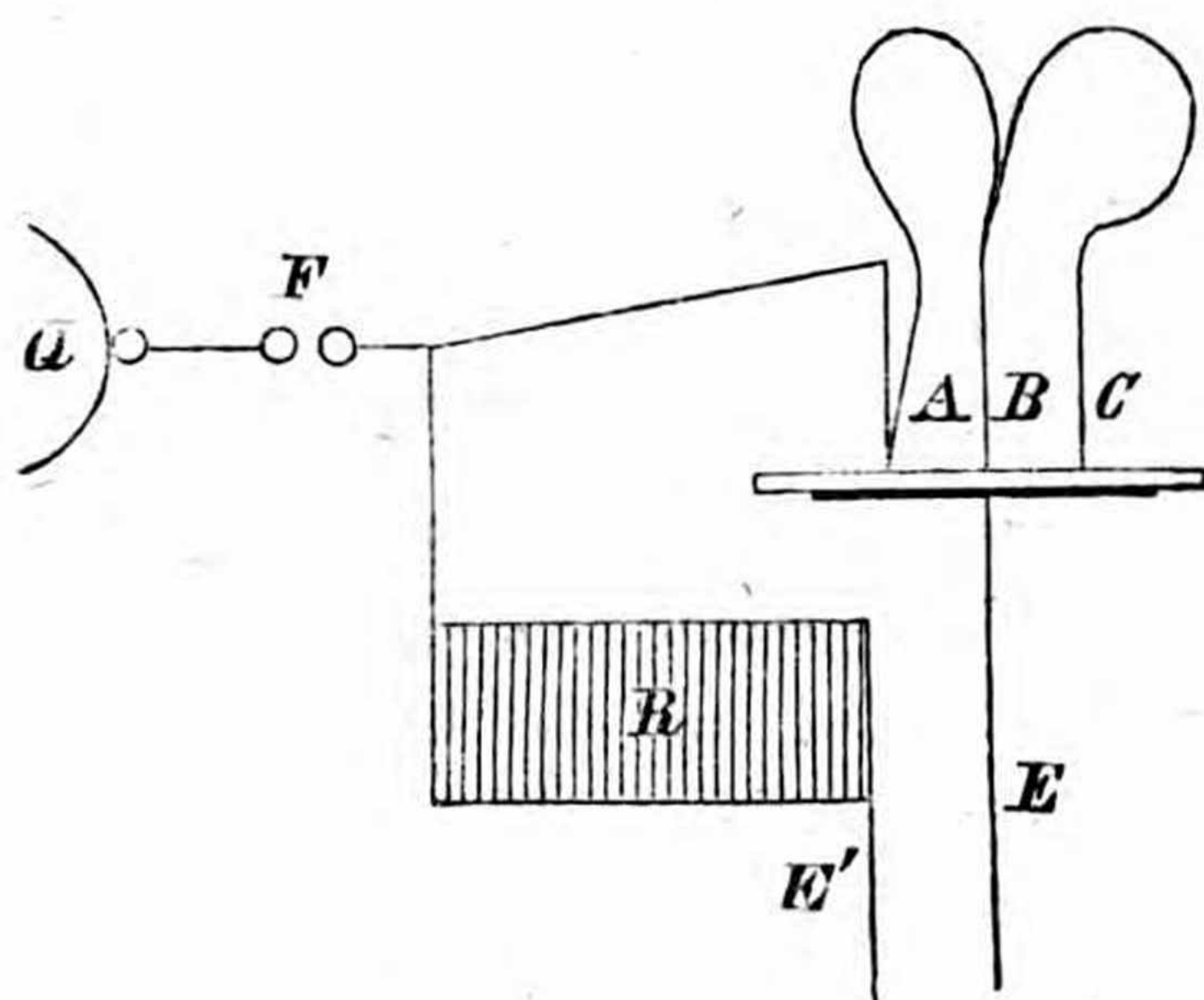
Dieser Versuch zeigt augenfällig, dass die Ohm'schen Gesetze nur für stationäre Strömungen nicht aber für die elektrische Entladung gelten, wie es ja auch alle theoretischen Untersuchungen bisher ergeben haben. Während nämlich durch den ganz kurzen Zweig A gar keine Elektrizität auf die Platte geht, schlägt sie, wenigstens scheinbar, den viel hundertmal längeren Weg durch den Draht D ein.

Verlängert man den Draht D noch mehr, so bleibt vorerst innerhalb ziemlich weiter Grenzen die Erscheinung unverändert, und erst, wenn man die Länge desselben etwa auf das Doppelte gebracht hat, wird auch die Figur bei A wieder grösser, bis bei noch beträchtlicheren Längen die Grössendifferenz der beiden Figuren wieder vollständig verschwindet. Hiebei war es ganz gleichgiltig ob ein dicker, oder dünner, besser oder schlechter leitender Draht ange-

wendet, ob er in einer straff gespannten Schleife hin und her oder im Bogen herumgeführt wurde. Mit Spiraldrähten habe ich jedoch noch nicht experimentirt.

Bei der vollkommenen Neuheit der Erscheinung schien es mir nun interessant das Verhalten des Drahtes D an verschiedenen Stellen zu untersuchen. Es wurde desshalb eine Aenderung getroffen, wie sie in Fig. 4 schematisch dargestellt ist. Auf die Tafel werden die Zuleiter A, B, C aufgesetzt,

Fig. 4.



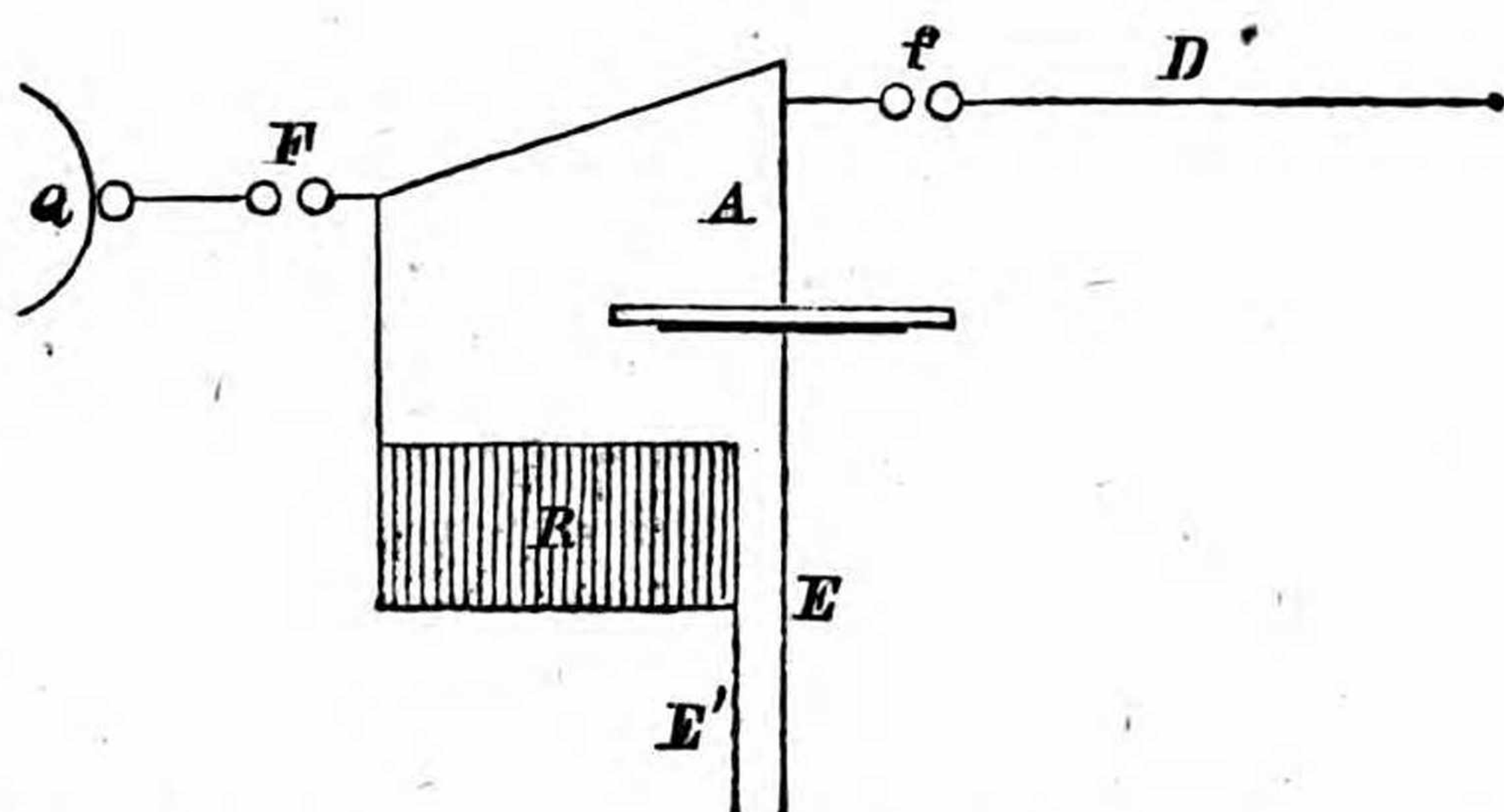
welche durch zwei Drähte D und D' miteinander verbunden sind. Wählt man nun die Länge dieser Drähte so, dass bei C eine möglichst grosse, bei A hingegen eine möglichst kleine Figur entsteht, so wird die Figur bei B grösser als jene bei A und kleiner als jene bei C . Ist jedoch die Länge des Drahtes beträchtlicher, so nähern sich die Grössen der Figuren A und C der Gleichheit, während B bei richtiger Wahl des Verhältnisses $D:D'$ ganz klein wird, ja sogar ganz verschwindet. Bei einer Schlagweite von 4,3 mm und den Längen $AF = 50$ cm. $D = 6,2$ m. $D' = 8,1$ m. waren die Figuren bei A und C gross, während bei B nur ganz kleine Sternchen erschienen.

Hebt man irgend einen der Zuleiter von der Tafel ab,

so werden dadurch die Figuren an den übrigen Zuleitern nicht im Geringsten geändert.

Dieser Versuch lehrt die neue Thatsache kennen, dass die Verbindung des Zuleiters mit einem blind endenden Drahte hinreicht, um die Figur, welche am Zuleiter entsteht, ganz wesentlich zu verändern, beziehungsweise dieselbe zum Verschwinden zu bringen. Am belehrendsten wird das Experiment, wenn man nahe beim Zuleiter *A* ein zweites Funkenmikrometer *f* (Schema: Fig. 5) anbringt, dessen eine

Fig. 5.



Kugel mit *A* verbunden ist, während die andere zu dem Drahte *D* führt. Stellt man alsdann das Funkenmikrometer *f* zuerst auf eine weite Distanz ein, und verringert man diese allmählich, so sieht man, wie von dem Augenblicke an, wo der Funke bei *f* überspringt, die Figur bei *A* eine andere wird, beziehungsweise verschwindet. Beachtet man aber, dass bei alternirenden Entladungen der Draht *D* sofort wieder vollständig entladen wird, so ergibt sich, dass bei einem solchen Vorgange Elektrizität zuerst bis in das äusserste Ende des Drahtes *D* hinein, und sofort wieder herausgetrieben wird, dass also hier Bewegungen stattfinden, welche einer Reflexion vollkommen vergleichbar sind.

Diese Betrachtung führt zu einer Hypothese über die

eigenthümlichen Grössenveränderungen, welche die Staubfiguren bei den beschriebenen Abzweigungen erleiden.

Werden nämlich elektrische Wellen in einen Draht hineingetrieben, und müssen sie nach Reflexion am Ende desselben auf demselben Wege wieder zurückkehren, so werden die ankommenden mit den reflectirten Wellen interferiren und hiedurch Erscheinungen hervorgerufen, welche den bei Orgelpfeifen beobachteten analog sind. Die bisher mitgetheilten Beobachtungen zeigen wirklich eine solche Analogie in hohem Grade, und man darf es wohl wagen, die Stellen des Drahtes, an welchen Maximal- oder Minimalfiguren erscheinen mit den Schwingungsbäuchen und Schwingungsknoten zu vergleichen.

Die Hypothese, dass man hier Interferenz-Erscheinungen vor sich habe, gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass die Versuche nur mit alternirenden Entladungen in überzeugender Weise gelingen, während bei einfachen Entladungen zwar ebenfalls Grössendifferenzen der verschiedenen Figuren beobachtet werden, aber lange nicht in so hohem Grade.

§ 3. Mit den eben beschriebenen Versuchen wurde noch eine kleine Modification vorgenommen, welche abermals den Ausgangspunkt für neue Untersuchungen bildete.

Verknüpft man nämlich das Ende des Drahtes *D* (Fig. 3) wieder mit dem ersten Zuleiter *A* wie es in dem Schema (Fig. 6) versinnlicht ist, so kann die Figur bei richtiger

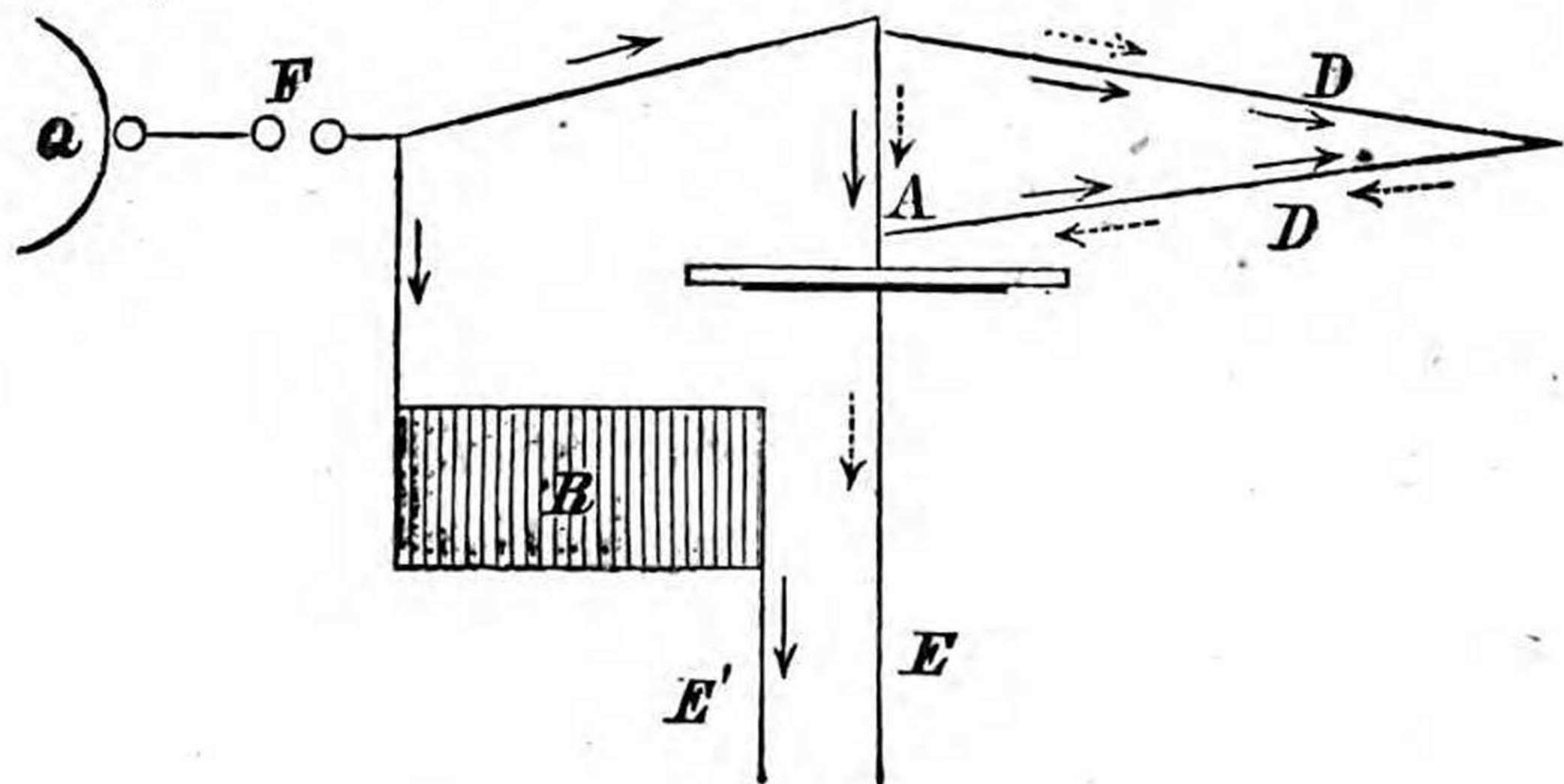


Fig. 6.

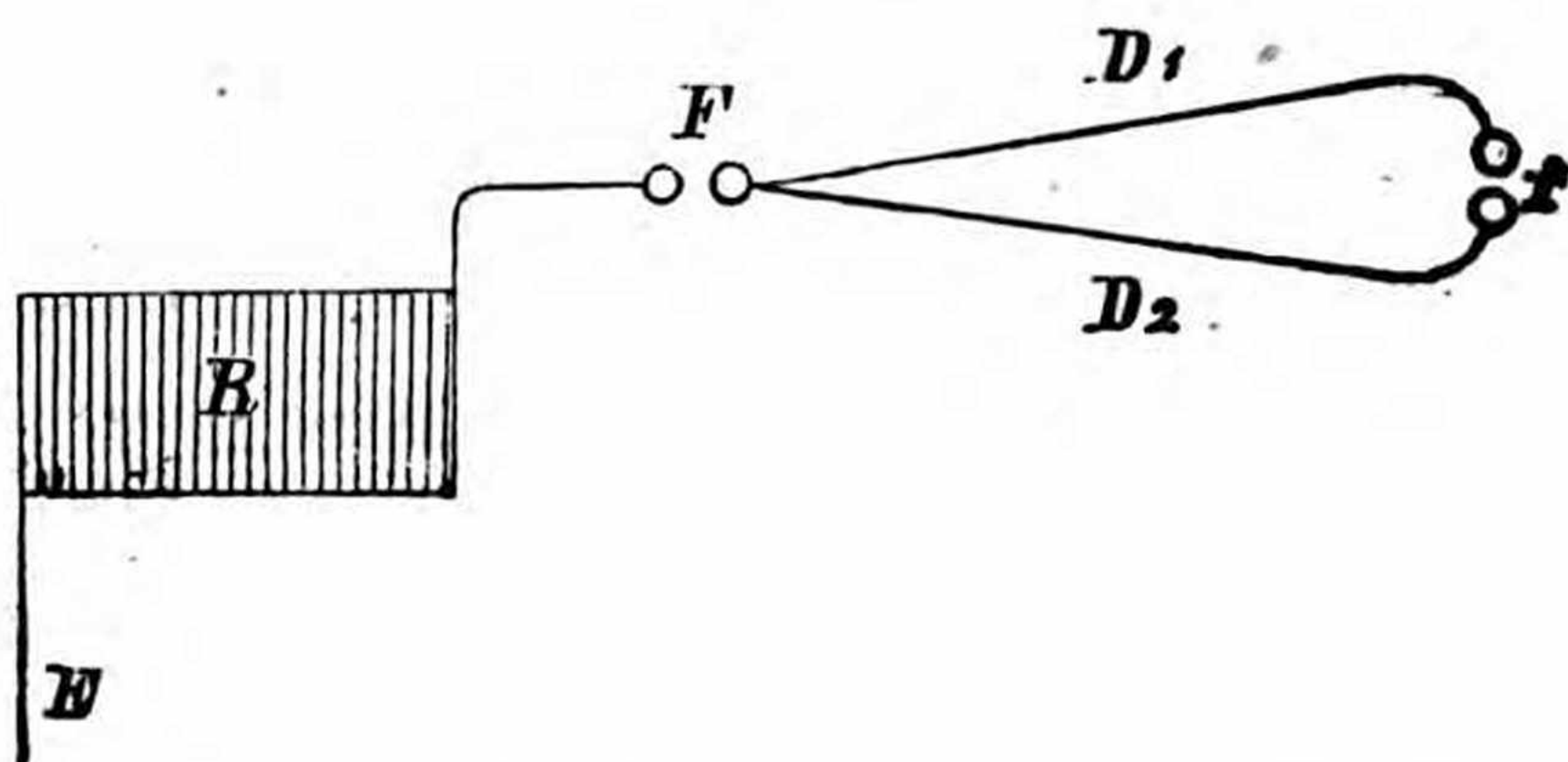
Wahl der Drahtlänge ebenfalls zum Verschwinden gebracht werden. Dieser Versuch bildete eigentlich den Ausgangspunkt für die sämtlichen bisher mitgetheilten, ich habe jedoch seine Beschreibung bis auf diese Stelle hier verschoben, da er nicht dazu geeignet ist, das Verständniss der obigen Experimente zu erleichtern. Ich selbst glaubte in ihm zuerst ein Analogon des Savart'schen Interferenzversuches für Schallwellen gefunden zu haben, und dachte mir die Strombewegung im Sinne der gestrichelten Pfeile vor sich gehend. Die Experimente mit dem blind endenden Draht, sowie der Umstand, dass der Abstand der beiden Abzweigungspunkte auf A keinen entscheidenden Einfluss äusserte, mussten diese Ansicht erschüttern. Um jeden Zweifel hierüber zu beseitigen, unterbrach ich die Drahtschleife D der Reihe nach an verschiedenen Stellen durch eine Funkenstrecke. Die Kugeln dieses zweiten Mikrometers waren hiebei einander bis auf 0,01 bis 0,03 mm. genähert. Ich dachte mir nämlich, dass es in dem Falle, wo der Strom von beiden Seiten her in den Draht hereinstürzt, in diesem Drahte eine Stelle geben müsse, an welcher sich die beiden Wellenzüge begegnen. Befindet sich die Funkenstrecke gerade an dieser Stelle, so muss die Spannung auf beiden Kugeln gleichzeitig dieselbe Höhe erreichen, und es ist demnach an dieser Stelle kein Grund zur Entstehung eines Funkens gegeben, während man an allen andern Stellen einen solchen zu erwarten hat.

Der Funke blieb wirklich aus, wenn das Mikrometer in der Mitte der Schleife eingeschaltet wurde und erschien sobald dasselbe nur um wenige Decimeter von dieser Stelle nach der einen oder andern Seite entfernt wurde. Hiemit ist nachgewiesen, dass der Stromlauf durch die ausgezogenen Pfeile dargestellt wird, und anderseits ist die kleine Verspätung sichtbar gemacht, welche der elektrische Entladungs-

strom bei dem Durchlaufen weniger Decimeter Draht erleidet.

Vor Allem suchte ich nun nach den Bedingungen, unter welchen dieser Versuch über die Verzögerung am Schlagendsten gelingt. Ich fand es dabei am Besten, direkt den Entladungsstrom des Ruhmkorff'schen Apparates, mithin das Schema Fig. 7, anzuwenden. Der inducirende Strom wurde durch

Fig. 7.



ein Grove'sches Element erzeugt, und die Funkenstrecke im Funkenmikrometer ungefähr $F = 2$ mm. gemacht, da weder grössere noch kleinere Funkenstrecken so gute Resultate lieferten.

Unter diesen Umständen war es für die Hervorbringung des Funkens genügend, wenn der eine Draht D auch nur um 1 Decimeter länger war, als der andere. Waren sie hingegen gleich lang, so erschien niemals ein Funke. Man kann ihn jedoch augenblicklich zur Erscheinung bringen, wenn man durch Anlegen des Knopfes einer Leydner Flasche an einen der Drähte die Symmetrie der beiden Stromwege stört.

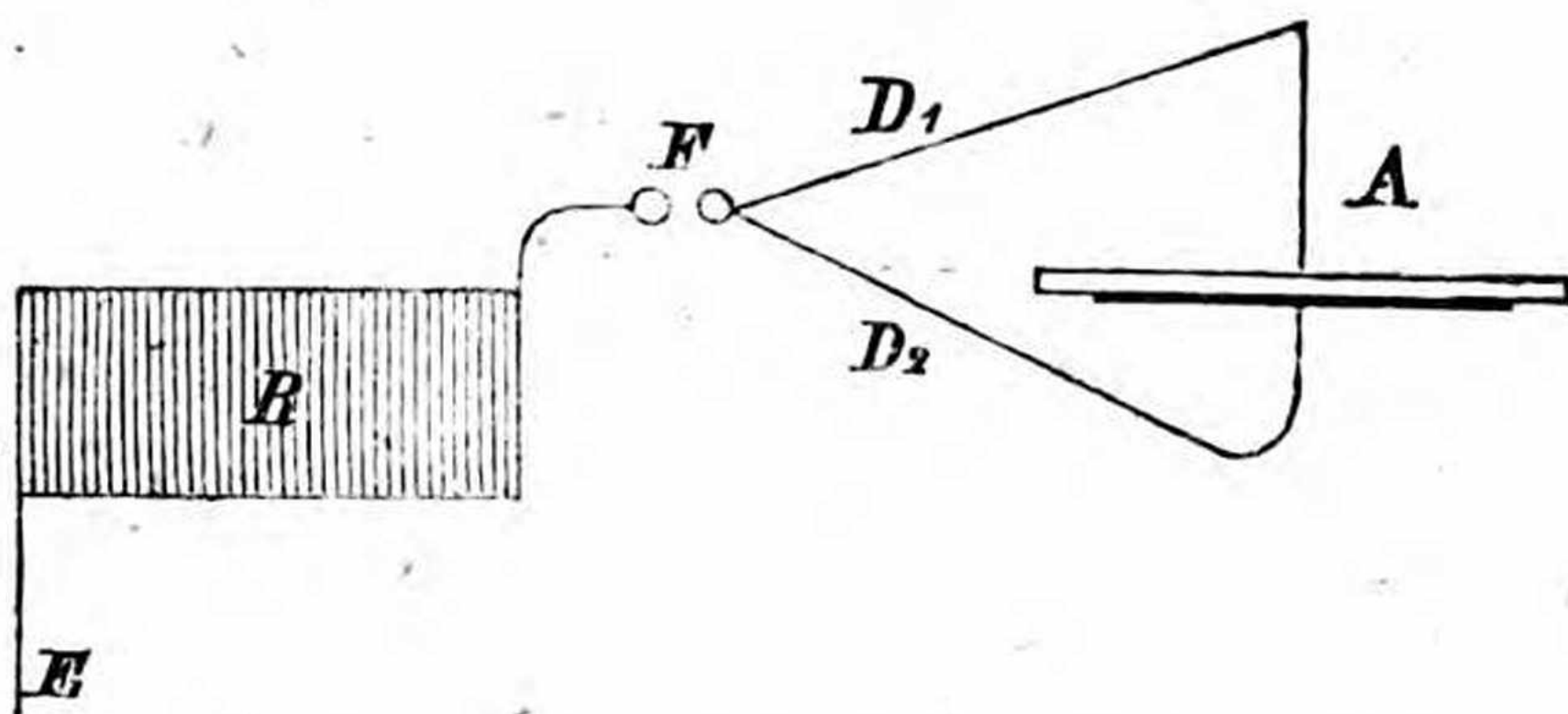
Auch bei diesen Versuchen äusserten Material und Dicke der Drähte nicht den geringsten Einfluss. Ob ich einen versilberten Kupferdraht von 0,06 mm. Durchmesser oder einen Eisendraht von 0,23 oder endlich einen Kupferdraht von 0,80 mm. Durchmesser anwendete, immer blieb der Funke aus, wenn nur die beiden Dräthe gleich lang waren.

Es ist mithin die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität für alle (gespannten)⁴⁾ Drähte die gleiche.

In der bisher beschriebenen Form ist jedoch der Versuch ziemlich unscheinbar, da man nur mit sehr kleinen Funkenstrecken des Hilfsmikrometers f arbeiten kann. Ich war deshalb bestrebt, ihn in einer Weise abzuändern, welche gestattet, denselben auch einem Auditorium sichtbar zu machen.

Versuche mit kleinen Geissler'schen Röhren führten bis jetzt noch zu keinem entschiedenen Resultate. Dagegen kann man die Verspätung wenigstens bei Verzögerungslängen von einigen Metern recht schön auf folgende Art nachweisen.

Fig. 8.



Theilt man einen (negativen) Entladungsschlag am Besten den eines Ruhmkorff'schen Apparates, ebenso wie oben gleich hinter dem Funkenmikrometer in zwei Zweige und verbindet man einen derselben mit der Belegung der vollkommen isolirten Probeplatte, während man den andern durch den Zuleiter A auf die obere unbelegte Fläche führt, so kann auf der oberen Tafel eine positive, negative oder auch gar keine Figur erscheinen, je nachdem der obere Zweig grösser, kleiner oder ebenso lang ist als der untere. Und zwar müssen die

4) Spiralförmig gewundene Drähte werden vermuthlich ein anderes Resultat geben.

Versuche in bestimmtem Sinne ausfallen, wenn sie die Vermuthung bestätigen sollen, dass sie Zeitdifferenzen ihren Ursprung verdanken. Wenn man sich nämlich daran erinnert, dass es gleichgiltig ist, ob man positive Elektricität auf die Platte führt oder negative hinwegnimmt, so versteht man, dass eine positive Entladung eine positive Figur hervorruft, wenn die Elektricität früher an die Spitze des Zuleiters ankommt als auf der Belegung d. h. wenn D_1 kürzer ist als D_2 . Gelangt hingegen die Entladung früher auf die Belegung, so wird der Zuleiter von der Influenzelektricität im entgegengesetzten Sinne durchlaufen und es muss demnach auf der Glasfläche eine negative Figur entstehen, sobald D_2 kürzer ist als D_1 . Im Verlaufe der Bewegung muss diese Influenzentladung im Drahte D_1 auf die direct von F herkommende Elektricität treffen, und hiedurch der Figur ein zusammengesetzter Charakter aufgedrückt werden.

Zwischen diesen beiden Anordnungen mit ganz entgegengesetzten Resultaten muss es aber offenbar solche geben, bei welchen gar keine Figuren entstehen, da kein Grund vorhanden ist, wesshalb eine solche der einen oder der anderen Art zu Stande kommen sollte. Diess muss der Fall sein, wenn die Elektricität von beiden Seiten her gleichzeitig eintrifft d. h. wenn D_1 und D_2 gleich lang⁵⁾ sind.

Die Versuche entsprachen diesen theoretischen Voraussetzungen vollkommen. Man erhält mit jeder Elektricitätsart Figuren der beiden Art, wenn man über die Längen der Drähte richtig disponirt.

Diese Behauptung könnte freilich manchem, der den Versuch nicht unter ganz günstigen Verhältnissen anstellt,

5) Eine kleine Längendifferenz zu Gunsten des obern Drahtes kann vielleicht hiebei stattfinden, da die von unten kommende Elektricität sich über die ganze Belegung ausbreiten muss.

abgesehen von dem einen Falle, wo wegen vollkommener Gleichheit der beiden Zweige gar keine Figuren zu Stande kommen, unrichtig erscheinen. Es kann nämlich eintreten, dass sämtliche Figuren auf den ersten Blick positiv zu sein scheinen, unter welchen Verhältnissen und mit welcher Elektrizitätsart man auch arbeiten mag.

Der Grund liegt einfach darin, dass die zusammengesetzten negativen Figuren in diesem Falle zu jener Gruppe gehören, welche bereits einen stark positiven Charakter an sich tragen, und selbst bei eingehender Beschäftigung mit denselben kaum als negativ erkannt werden können.

Der nach einem Polwechsel eintretende bedeutende Grössenunterschied ist aber vollkommen hinreichend, um jeden Zweifel über die wahre Natur der Figuren sofort zu beseitigen und die Uebereinstimmung der Versuche mit den theoretischen Voraussetzungen zu beweisen.

Alles zusammengefasst, wurden nachfolgende Resultate gewonnen:

1) Bietet man einer elektrischen Entladung nach Durchbrechung einer Funkenstrecke zwei Wege zur Erde dar, einen kurzen und einen längern, durch eine Probeplatte unterbrochenen, so findet bei kleinen Schlagweiten eine Theilung des Entladungsstromes statt. Bei grösseren Funkenstrecken hingegen schlägt die Elektrizität nur den kurzen Weg ein und reisst sogar aus dem andern Zweige gleichnamige Elektrizität mit sich fort.

2) Sendet man einen elektrischen Wellenzug in einen am Ende isolirten Draht, so wird derselbe am Ende reflectirt. Die Erscheinungen, welche diesen Vorgang bei alternirenden Entladungen begleiten, scheinen ihren Ursprung der Interferenz der ankommenden und reflectirten Wellen zu verdanken.

3) Eine elektrische Entladung pflanzt sich in gleich langen Dräthen gleich rasch fort, ohne Rücksicht auf das Material, aus welchem diese Drähte bestehen.
