**VI. Untersuchungen über elektrische Staubfiguren;
von Wilhelm von Bezold ¹⁾.**

Es ist eine bekannte Thatsache, daß zwischen zwei halb-belegten Glastafeln, deren Belegungen mit den Polen eines Rühmkorff'schen Apparates verbunden sind, während die unbelegten Flächen einander in mäßiger Entfernung gegenüberstehen, eine Lichterscheinung wahrgenommen wird, sobald der Apparat zu spielen beginnt.

Man hat also hier eine durch Influenz hervorgerufene Entladung zwischen zwei nicht leitenden Flächen vor sich, ähnlich wie in den Gassiot'schen Röhren, bei welchen dieselben Erscheinungen wie bei den Geißler'schen beobachtet werden, obwohl das eingeschlossene Gas in keiner unmittelbaren leitenden Verbindung mit den Poldrähten steht.

Es schien mir nur interessant, zu untersuchen, ob die Folgen einer solchen durch Influenz zwischen isolirenden Flächen hervorgerufenen Entladung sich in ähnlicher Weise durch feine Pulver sichtbar machen lassen, wie man dies nach Lichtenberg beim Uebergang der Elektrizität zwischen einem Metall und einem Isolator zu thun gewohnt ist, und wie es kürzlich Kundt auch zwischen zwei metallischen Elektroden gelungen ist.

Meine Vermuthung bestätigte sich vollkommen, und es zeigte sich, daß man auf dem angedeuteten Wege Figuren von großer Regelmäßigkeit erhalten kann.

Diese Figuren nehmen jedoch einen verschiedenen Charakter an, je nachdem man einen oder mehrere, schwächere oder stärkere Schläge durch das System gehen läßt. Auch Aenderungen im Schließungsbogen, z. B. Einschaltungen großer Widerstände oder einer Funkenstrecke bringen bedeutende Modificationen hervor.

1) Vorläufige Mittheilungen in den Sitzungsber. d. k. bayr. Ak. d. Wiss., v. Jahre 1869, Bd. II, S. 145 bis 149 und S. 371 bis 378.

Diese eigenthümliche Thatsache veranlafte mich zu der Untersuchung, ob etwa auch die Lichtenberg'schen Figuren durch ähnliche Veränderungen im Schließungsbogen entsprechender Modificationen fähig wären.

Nach wenigen Versuchen ergab sich wirklich, dafs man bisher nur eine specielle Art von Staubfiguren beachtet hatte, nämlich solche, wie sie der einfachen Entladung entsprechen, während bei oscillirenden Entladungen ganz neue und zum Theil höchst merkwürdige Figuren entstehen.

Ehe ich jedoch mit der Beschreibung der verschiedenen Versuche beginne, mufs ich zuerst eines kleinen Hilfsmittels erwähnen, wodurch die Beobachtung der betreffenden Erscheinungen ganz wesentlich erleichtert wurde. Es gelang mir nämlich, die entstandenen Figuren vollständig zu fixiren, d. h. auf Papier abzudrucken. Stellt man eine Staubfigur auf einer Glasplatte her, und bestreicht man schwarzes Seidenpapier mit einer Auflösung von Kautschuk in Steinkohlentheeröl, so braucht man nur dieses Papier auf die bestaubte Fläche zu legen und sanft anzudrücken, um nachher die ganze Figur mit dem Papier abheben zu können.

Auf diese Weise wurden die Originale zu der beigegebenen Tafel hergestellt.

Diefs vorausgeschickt, sollen nun zuerst die Figuren beschrieben werden, welche man erhält, wenn man Influenzentladungen zwischen zwei isolirenden Flächen vor sich gehen läfst, und dann im zweiten Theile gezeigt werden, dafs diese verschiedenen Figuren den verschiedenen Arten der Entladung entsprechen.

Hierbei mufs ich jedoch ausdrücklich bemerken, dafs ich die folgenden Mittheilungen als vorläufige betrachtet wissen möchte.

I.

Elektrische Staubfiguren zwischen zwei isolirenden Flächen.

§. 1. Auf eine horizontale Glasplatte, deren untere Fläche mit einer Stanniolbelegung versehen ist, werden einige kleine Glasstückchen von gleicher Dicke gelegt, und auf

diese abermals eine einseitig belegte Glasplatte, aber so, daß ihre Belegung nach oben gekehrt ist. Verbindet man nun die beiden Belegungen mit den Poldrähnen eines Rühmkorff'schen Apparates, der durch ein oder zwei Elemente gespeist wird und deren Strom sich durch Einschalten von Widerständen beliebig reguliren läßt, so kann man durch Aufstreuen von feinen Pulvern auf die Glasplatte verschiedenartige Staubfiguren erzeugen. Und zwar erhält man sie sowohl, wenn man vor Beginn des Versuches das betreffende Pulver auf die untere Tafel streut, wobei dann bei jedem Inductionsstosse ein Theil des Pulvers auf die obere geschleudert wird, als auch, wenn man erst nach Beendigung des Versuches die auseinander genommenen Platten damit bestäubt. Bedient man sich des Bärlappaamens, so ist es ziemlich gleichgültig, welche von beiden Methoden man anwenden will, benutzt man hingegen das Gemisch von Mennige und Schwefel, so ist es viel zweckmäßiger erst nachträglich zu bestäuben, da nur dann die Scheidung der beiden Pulver scharf vor sich geht.

War der inducirende Strom zu schwach, so entstehen gar keine Figuren, wohl aber wird ein Theil des Pulvers von der untern auf die obere Tafel geschleudert, wenn man die untere vor Beginn des Versuches bestäubt hatte. Ob bei dieser Art des Versuches Figuren entstanden sind oder nicht, kann man schon vor dem Auseinandernehmen mit ziemlicher Sicherheit aus dem Geräusche vorhersagen, welches im Momente des Schlages zwischen den Flächen hörbar wird. Sobald man ein entschiedenes Knacken vernommen hat, kann man gewiß seyn, nach dem Abheben der obern Tafel Figuren zu erblicken.

Die entstehenden Figuren sind wesentlich von dreierlei Art.

1) Läßt man bei schwachen inducirenden Strömen nur einen oder wenige Inductionsstöße durch das System gehen, so entstehen auf der Platte, deren Belegung mit dem positiven Pole verbunden war, Figuren, wie sie Fig. 1 Taf. I zeigt. Kleine staubfreie Ringe enthalten einen rothen kreis-

förmigen Fleck, dessen Durchmesser ungefähr die Hälfte von jenem des Ringes ist ¹⁾).

Auf der gegenüber stehenden Platte dagegen erscheinen kleine, meist fünf bis siebenstrahlige Sterne, welche von Schwefelpulver bedeckt werden und in staubfreien Kreisen liegen. Der Durchmesser dieser Kreise übertrifft jene der obengenannten Ringe ein wenig. Verstärkt man den Strom etwas, so vermehrt sich im Allgemeinen nur die Anzahl der Figuren, ohne daß sich deshalb der Charakter derselben wesentlich ändert. Das Gleiche tritt ein, wenn man nacheinander mehrere Schläge durch das System gehen läßt, es entstehen alsdann immer wieder neue Figuren, bis endlich die ganzen Platten nahezu gleichförmig mit solchen bedeckt sind.

Offenbar hat man hier nichts anderes vor sich, als die gewöhnlichen Lichten berg'schen Figuren, jedoch zwischen zwei Isolatoren.

Das Erste, was mir hierbei auffiel, war, daß die Größe dieser Figuren immer nahezu gleich war, daß sich also die ganze Entladung in ziemlich gleich starke gleichzeitige Partialentladungen zerlegte. Es schien mir nun vor Allem wichtig, zu erfahren, ob diese Dimensionen etwa nur von der Beschaffenheit der Fläche oder auch von anderen Umständen abhängig seyen. Veränderungen des Plattenabstandes zeigten, daß die Dimensionen der Figuren mit diesem Abstände zunehmen.

Das Gesetz dieser Zunahme läßt sich aus der folgenden Tafel entnehmen, in welcher man eine Reihe von Messungen der negativen Figuren, in Millimetern ausgedrückt, zusammengestellt findet.

- 1) Auf der Tafel sind die rothen Stellen durch einen Mittelton wiedergegeben. In den Sitzungsberichten der Akademie ist der zweiten Abhandlung eine sehr gelungene Chromolithographie beigelegt, welche einige der hier beschriebenen Figuren darstellt.

Entfernung der Tafeln	Fleck- durch- messer	Ring- durch- messer	Dicke der Tafeln	Bemerkungen
$d = 1,65$	1,9	3,7	3,7 u. 4,1	
	2,2	3,8	"	
	2,2	3,8	"	Nach Schwächung des Stromes
	2,2	4,0	2,1 u. 1,6	
	2,2	4,0	"	
	1,8	4,0	"	Nach Polwechsel
	2,1	4,2	"	Nach Strom- schwächung
	2,0	4,0	"	
	2,5	4,2	"	
Mittel	2,1	4,0		
$2d = 3,30$	4,2	7,2	3,7 u. 4,1	
	3,4	8,2	2,1 u. 1,6	
Mittel	3,8	7,7		
$3d = 4,95$	5,2	15,0	3,7 u. 4,1	
	6,0	12,5	"	Nach Polwechsel
	5,0	12,0	2,1 u. 1,6	
	5,3	10,5	"	
	6,0	9,0	"	
Mittel	5,5	11,8		
$4d = 6,60$	7,3	14,5	2,1 u. 1,6	
Mittel	7,3	14,5		

Aus dieser Tafel ergibt sich, daß die linearen Dimensionen der Figuren dem Plattenabstand nahezu proportional sind. Setzt man nämlich den Plattenabstand gleich D , so erhält man den Fleckdurchmesser F aus der Formel

$$F = 0,4 + 1,07 D$$

den Ringdurchmesser R dagegen aus

$$R = 2 F.$$

Um über die Richtigkeit dieser Formeln ein Urtheil zu gewinnen, wurden in dem folgenden Tafelchen die berechneten Werthe mit den Mittelwerthen aus den Beobachtungen zusammengestellt.

Entfernung der Platten	Fleckdurchmesser		Ringdurchmesser	
	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet
1,6	2,1	2,1	4,0	4,2
3,3	3,8	3,9	7,7	7,8
4,9	5,5	5,6	11,8	11,2
6,6	7,3	7,4	14,5	14,8.

Wie man aus der ersten Tabelle ersieht, macht sich ein Einfluß der Glasdicke in keiner Weise bemerkbar, sondern es ist nur die Entfernung der beiden isolirenden Flächen für die Gröfse der Figuren maafsgebend.

Versuche mit Hartkautschuckplatten gaben ein ähnliches Resultat, nur waren die Figuren etwa um ein Fünftel größer.

Diese bis jetzt beschriebenen einfachen Figuren entstehen, wie bereits erwähnt, im Allgemeinen nur bei schwachen inducirenden Strömen. Läßt man stärkere Schläge durch das System gehen, so erscheinen Figuren ganz anderer Natur.

§. 2. Figuren, wie sie durch stärkere Schläge erhalten werden, findet man in Fig. 3 und 4 Taf. I dargestellt.

Unter diesen Umständen ist die Platte, deren Belegung mit dem positiven Pole des Inductoriums verbunden ist, welche früher bei schwächeren Strömen die negativen Flecke zeigte, mit gelben Sternchen besät, welche auf rothem umschriebenen Grunde ruhen (Fig. 3). Die andere Platte hingegen, auf welcher sich früher die Sternchen fanden, ist jetzt mit rothen Flecken bedeckt, deren jeder von einem gelben Strahlenkranz umgeben ist (Fig. 4).

Die beiden Flächen haben demnach beinahe ihre Rollen vertauscht. Wo früher Flecke waren, findet man jetzt Sternchen, wo ehemals Sternehen, nun Flecke, freilich mit

Modificationen, welche einem aufmerksamen Beobachter kaum entgehen können ¹⁾.

Durch Einschalten einer Funkenstrecke kann man auch bei gleicher Stärke des inducirenden Stromes wiederum die früher beschriebenen einfachen Figuren hervorrufen.

Aber auch die Figuren der zweiten Art entstehen nur dann rein und deutlich, wenn die Intensität der Schläge gewisse Gränzen nicht übersteigt.

§. 3. Gehen sehr starke Schläge durch das System, oder läßt man sehr viele schwächere Schläge etwa ein bis zwei hundert unmittelbar nacheinander einwirken, so entstehen abermals neue Figuren, und zwar etwas verschiedene, je nachdem man vorher oder nachher bestäubt. Im ersteren Falle zeigt die Fläche, welche vorher die positive Lichtenberg'sche Figur trug, ein strahliges Netz mit staubfreien Kreisen (Fig. 5 Taf. I), während die andere Fläche ganz und gar mit übereinandergreifenden Flecken bedeckt ist, auf welchen sich hie und da eine Spur eines Sternes entdecken läßt. Bestäubt man hingegen erst nachträglich, so erblickt man auf der erst genannten Fläche eine Menge rother Flecke, eingelagert in ein solid gelbes Netz, während die andere Fläche auf vollständig bedecktem Grunde seltsam verzogene und verkrümmte Sterne zeigt.

An den in Fig. 5 dargestellten Figuren wurde ebenfalls eine Reihe von Messungen vorgenommen, um die Abhängigkeit ihrer Dimensionen von dem Plattenabstand zu erforschen. Hierbei war auffallend, dafs die staubfreien Kreise an den Stellen, welche sich nahe beim Rande der Belegungen befanden, gröfser waren als in der Nähe des Belegungscentrums.

Im Mittel unterscheiden sich jedoch die Durchmesser dieser Kreise wenig von jenen der Ringe der negativen Figuren, wie man aus folgender Tafel ersieht.

1) Da die Tafel in den Sitzungsberichten nach andern Originalen hergestellt wurde, so kann eine Vergleichung der beiden dazu beitragen, um das Wesentliche vom Unwesentlichen unterscheiden zu lernen.

Abstand der Tafeln	Durchmesser der Figuren	
	im Centrum	am Rande
1,65	2,2	2,8
„	2,2	2,6
„	2,0	2,8
„	2,0	2,7
Mittel	2,1	2,7
3,30	4,2	5,0
„	4,5	5,5
„	3,4	4,1
„	3,2	4,6
„	3,8	4,0
Mittel	3,8	4,6
4,95	5,0	7,0
„	5,2	7,5
„	5,0	6,0
„	5,0	7,0
„	4,2	5,8
„	4,0	5,0
Mittel	4,7	6,4
6,60	7,0	7,7
„	7,0	7,0
„	7,5	8,0
„	7,6	8,0
Mittel	7,3	7,8.

Auch hiebei zeigte sich die Glasdicke der beiden Tafeln so vollkommen frei von irgend welchem Einfluß, daß es überflüssig erschien, dieselbe in der Tabelle aufzuführen.

Aehnliche Erscheinungen, wie die bisher beschriebenen beobachtet man auch, wenn man zwischen den beiden einseitig belegten Glasplatten noch eine dritte vollkommen unbelegte einschaltet, welche von beiden durch gleiche Zwischenräume getrennt ist. Dann zeigt die Zwischenplatte eine positive und eine negative Seite. Und zwar sind bei dieser Art des Versuches die gleichartigen Figuren auf den

vier Flächen immer nach derselben Seite, d. h. die positiven Figuren nach oben und die negativen nach unten gerichtet, oder umgekehrt.

Zwischen Gypsplatten treten ähnliche Erscheinungen auf. Nur sind in diesem Falle die kreisförmigen Figuren durch elliptische ersetzt, deren Axenrichtung immer von jener Platte bestimmt wird, auf welcher sich die Figur befindet, ohne Rücksicht darauf, welche Orientirung die krystallographischen Axen der anderen Platte haben mögen.

Da ich zuerst der Meinung war, daß die in §. 3 beschriebenen Figuren ihre Entstehung wesentlich dem Uebereinandergreifen der einfachen Figuren zu danken hätten, so war es mir interessant den Proceß ins Detail zu verfolgen, welcher sich bei wiederholten Schlägen auf der Platte vollzieht. Zu dem Ende wurde als obere Platte eine kreisförmige unbelegte Glastafel angewendet, auf welche ein verticaler Glasring (ein abgeschnittener Glascylinder) gekittet war. In dieses Gefäß wurde Wasser gegossen, das nun als obere Belegung diente. Auf diese Weise war es möglich, die Vorgänge während wiederholter Schläge genau zu beobachten. Hierbei ergab sich, daß das Uebereinandergreifen der Figuren im Allgemeinen nur geringe Rolle spielt, daß vielmehr nach mehreren Schlägen die entstehenden Figuren sofort eine andere Gestalt annehmen. In manchen Fällen blieben auch, nachdem der Rühmkorff'sche Apparat seine Thätigkeit bereits beendigt hatte, die einzelnen Staubtheilchen noch längere Zeit in lebhafter Bewegung. In Folge dessen entstanden alsdann eigenthümliche Staubanhäufungen, während die erstgebildeten Figuren fast vollkommen verschwanden.

Ein eingehendes Studium all dieser einzelnen Erscheinungen muß ich auf spätere Zeiten versparen.

Die Mannigfaltigkeit der Formen, welche die Staubfiguren zwischen isolirenden Platten darboten, führten auf den Gedanken, den Grund derselben in der Verschiedenartigkeit der Entladung zu suchen.

War diese Vermuthung begründet, so mußten auch die

altbekannten Lichtenberg'schen Figuren durch Aenderung der Entladungsform ähnliche Modificationen erleiden.

Im Folgenden soll nun gezeigt werden, daß dies wirklich der Fall ist, ja daß man in diesen Figuren ein feines Prüfungsmittel für die Art der Entladung besitzt.

II.

Elektrische Staubfiguren als Prüfungsmittel für die Art der Entladung.

§. 4. Die äußere Belegung einer kleinen Leydener Flasche wurde gut abgeleitet, während der Knopf der Flasche mit der einen Kugel eines Funkenmikrometers verbunden war. Von der anderen Kugel des Mikrometers führte ein Draht zu einer geraden Stricknadel, welche auf die unbelagte Fläche einer einseitig belegten Glasplatte vertical aufgesetzt war. Die auf der unteren Seite der Platte befindliche Belegung wurde sorgfältig zur Erde abgeleitet.

Dem Knopfe der Flasche stand ein Poldraht eines Rühmkorff'schen Apparates gegenüber. Die Stromunterbrechungen an diesem Apparate wurden mit der Hand vorgenommen und so die Flasche gerade bis zu jener Schlagweite geladen, welche erforderlich war, um den Raum zwischen den Kugeln des Funkenmikrometers durchbrechen zu können.

Sobald der Funke zwischen diesen Kugeln übergesprungen war, wurde die als Zuleiter dienende Stricknadel mit Hilfe einer isolirenden Handhabe abgehoben, die Platte bestäubt, und die entstandene Figur abgedruckt. Es ist unerläßlich, die zuleitende Nadel vor dem Bestäuben und zwar isolirt abzuheben, da sonst leicht eine zweite Entladung der vielleicht auf das erstemal nicht vollständig entladenen Flasche stattfinden, und so die entstandene Figur beeinträchtigt werden könnte ¹⁾.

Bei dieser Art des Versuches erscheinen nun die mannigfaltigsten und schönsten Modificationen der Lichtenberg'schen Figuren, je nachdem man die Funkenstrecken

1) Vgl. Riefs, die Lehre von der Reibungselektricität Bd. II, S. 206.

verändert, grössere oder geringere Widerstände zwischen Mikrometer und Zuleiter einschaltet.

Sorgfältige Beobachtung des zwischen den Mikrometerkugeln überspringenden Funkens lehrte, dass diese Modificationen durch die verschiedenen Arten der Entladung hervorgerufen werden, und dass die einen Spuren einer einfachen Entladung sind, während die anderen alternirenden Entladungen entsprechen.

Hiebei ist es auffallend, dass die negativen Figuren weit grössere Abwechslungen zeigen als die positiven, und dass sich von ihnen Modificationen herstellen lassen, welche kaum mehr von positiven zu unterscheiden sind.

Die Figuren 6 bis 12 Taf. I sind sämmtlich durch Entladung einer negativ geladenen Flasche erhalten, während Fig. 13 bis 15 positive Figuren sind.

Ein Blick auf die Tafel genügt, um die Ueberzeugung zu gewähren, dass die Lücke zwischen den positiven und negativen Figuren vollkommen ausgefüllt ist.

Fig. 6 zeigt die gewöhnliche negative Lichtenberg'sche Figur.

In Fig. 7 ist bereits ein kleines gelbes, d. h. positives Pünktchen bemerkbar.

In Fig. 8 entwickelt sich dies Pünktchen zu einem feinstrahligen Stern.

Fig. 9 zeigt einen ähnlichen Stern, aber mit viel compacteren Strahlen, welche erst kurz vor Erreichung des äusseren Randes der Figur sich in feine Zweige verästeln. Hierbei liegt jedoch der gelbe Stern immer noch auf dem rothen Grunde des negativen Fleckes.

In Fig. 9 und 10 hingegen ist dieser Grund nur mehr zwischen den Hauptästen des Sternes bemerkbar, sowie als leiser Anflug eines röthlichen Ringes, welcher die Peripherie der Figur bildet.

Noch mehr gilt dies von Fig. 11, während Fig. 12 selbst diesen äusseren Ring nicht mehr besitzt, und sich nur dadurch als negative Figur verräth, dass sie scharf kreisförmig begrenzt ist, und dass die Strahlen in wenigen soliden Bü-

scheln vom Centrum ausfahren, um sich erst gegen die Peripherie zu verästeln.

Ladet man hingegen die Flasche mit positiver Elektrizität, so erhält man die Figuren 13, 14 oder 15.

Ohne Kenntnifs der verschiedenen Zwischenstufen käme man wohl kaum auf den Gedanken, dafs die Figuren 11 und 12 als negative zu betrachten seyen, und auch trotz der fast unmerklichen Uebergänge dürfte immer noch der Zweifel auftauchen, ob nicht etwa die Leydener Flasche sich aus dem Rühmkorff das einmal mit der einen, das andere mal mit der anderen Elektrizitätsart lade, auch wenn ihrem Knopfe stets derselbe Pol des Inductoriums gegenübersteht. Dafs dem nicht so ist, geht einfach aus dem Umstande hervor, dafs man durch Polwechsel stets unzweideutig positive Figuren wie Fig. 14 oder 15 erhält.

Die in der Tafel mitgetheilten Figuren sind von verschiedenen Dimensionen. Sie wurden nicht bei ein und derselben Versuchsreihe erhalten, aber so ausgewählt, wie sie der Reihe nach entstehen, wenn allmähliche oft kaum merkbare Veränderungen im Schliessungsbogen eintreten.

Stellt man nämlich mehrere Male nacheinander denselben Versuch an, so kann es doch eintreten, dafs man einmal eine bestimmte Figur erhält, das anderemal eine der benachbarten. Hat man z. B. bei bestimmten Widerständen und Funkenstrecken Fig. 10 erhalten, so genügt ein leises Anhauchen den Mikrometerkugeln, um bei einer Wiederholung des Versuches sofort Fig. 8 zu erzeugen. In solchen Fällen gehen aber die Aenderungen im Charakter der Figur jederzeit mit entsprechenden Aenderungen in den Dimensionen Hand in Hand. So verrathen z. B. auch die den positiven nächststehenden negativen Figuren wie Fig. 11 und 12 ihre wahre Natur stets dadurch, dafs nach Polwechsel viel gröfsere Figuren, nämlich wirklich positive, erscheinen.

Blickt man jetzt noch einmal auf die Figuren zwischen zwei isolirenden Flächen zurück, so erkennt man sofort die vollkommene Analogie zwischen jenen und den zuletzt be-

schriebenen Erscheinungen. Hier wie dort bestehen die negativen Figuren bald aus kleinen Flecken in kleinen staubfreien Ringen, bald aus größeren Flecken mit Sternchen im Innern, die positiven hingegen das einmal aus einfachen Sternen, das anderemal aus Strahlenkränzen mit rothen Scheibchen im Centrum.

Dabei stellt sich hier wie dort heraus, daß beide Klassen von Figuren einander entsprechen. Während bei den Versuchen zwischen isolirenden Platten jederzeit einfache Flecke auf der einen Platte von einfachen Sternen, auf der anderen begleitet sind, Flecke mit strahligem Centrum aber von solchen mit strahligem Kranze, so sind auch bei den eben beschriebenen Versuchen die Figuren 6 und 13 sowie 7 bis 12 und 14 bis 15 einander zugeordnet. Hat man bei einer bestimmten Anordnung einen reinen negativen Fleck erhalten, so entsteht nach Polwechsel ein einfach positiver Stern, und umgekehrt.

Eine kleine Abweichung von der einfachen Figur, wie man sie in Fig. 7 sieht, oder ein Stern mit kleinem Kreise im Innern, ist jedoch dabei nicht ausgeschlossen.

§. 4. Betrachtet man die zusammengesetzten Figuren aufmerksam, indem man beachtet, daß man das einmal eine positive Figur in einer negativen, das anderemal eine negative in einer positiven vor sich hat, so liegt der Gedanke nahe, daß sie oscillatorischen oder alternirenden Entladungen ihren Ursprung verdanken.

Auf die Feststellung dieser Thatsache war zunächst mein Augenmerk gerichtet. Ich veränderte deshalb bei einer Versuchsreihe die Funkenstrecke, bei einer anderen wurden variable Widerstände zwischen Mikrometer und Platte eingeschaltet.

In beiden Fällen machten die Aenderungen im Schließungsbogen einen entschiedenen Einfluß auf die Gestalt der Figuren geltend.

So lange bei der ersten Versuchsreihe die Funkenstrecke am Mikrometer ganz kurz war, nämlich kleiner als $0,6^{\text{mm}}$

wurden immer nur einfache Figuren erhalten. Nach Ueberschreiten dieser Gränze traten zusammengesetzte auf, welche sich allmählig immer mehr von dem Charakter der einfachen entfernten. Bei fortgesetzter Vergrößerung der Funkenstrecke verlor sich jedoch diese Eigenthümlichkeit wieder mehr und mehr, bis endlich nach Ueberschreitung von 2^{mm} abermals nur einfache Figuren erschienen.

Aehnliche Ergebnisse lieferten Veränderungen des Widerstandes. Nachdem der unvermeidliche Widerstand noch mehr herabgedrückt war als bei der obigen Versuchsreihe, ergaben sich selbst bei 1^{mm} Schlagweite noch einfache Figuren. Wurde hingegen eine Wassersäule (Brunnenwasser) von 5^{mm} Länge und 5,46 Quadratmillimeter Querschnitt eingeschaltet, so traten zusammengesetzte Figuren auf, welche sich bei zunehmendem Widerstande mehr und mehr ausbildeten, bis sie endlich bei einem Wasserwiderstande von 30^{mm} Länge wieder die einfache Form annahmen. Trotzdem unterscheiden sich diese einfachen Figuren ganz wesentlich von denen auf der Tafel abgebildeten, welche sämmtlich bei geringen Widerständen und kleinen Schlagweiten (1 bis 2^{mm}) erhalten wurden. Grofse Widerstände bewirken nämlich Verzerrungen der Figuren, wodurch die Symmetrie erheblich gestört wird.

Selbst wenn man die Entladung des Rühmkorff'schen Apparates unmittelbar, d. h. ohne Einschaltung einer Flasche auf die Tafel vor sich gehen läfst, macht die Einführung eines längeren feuchten Leiters ihren Einfluß in demselben Sinne auf die dort entstehenden sehr complicirten Figuren geltend.

Bei den Versuchen, bei welchen eine Funkenstrecke vorhanden war, wurde der überspringende Funke mit Aufmerksamkeit beobachtet, und auch hieraus das Resultat gezogen, dafs in allen Fällen, in welchen dieser Funke unzweideutig den Charakter der einfachen Entladung an sich trägt, auch die entstehenden Figuren einfache sind. Erhielt ich hingegen zusammengesetzte Figuren, so war auch der Funke

weiß und leuchtend oder es gingen mehr Funken gleichzeitig über. Uebrigens sind die überspringenden Funken ebenso mannigfaltig gestaltet, wie die Staubfiguren, und die bisher veröffentlichten Beschreibungen der Funken beziehen sich nur auf wenige ganz besonders ausgesprochene Typen.

Besonders auffallend ist auch der Zusammenhang zwischen dem Charakter der Figur und dem in der Flasche verbleibenden Rückstande. So oft man eine einfache Figur erhält, ist die Flasche nur unvollständig entladen, während nach dem Entstehen von zusammengesetzten Figuren kaum mehr Spuren von Rückständen zu entdecken waren. Die Figuren 11 und 12 z. B. entsprechen der vollkommenen Entladung.

Fasst man alle diese Thatsachen zusammen, so kann es wohl kaum mehr einem Zweifel unterliegen, *dafs einfache Entladungen einfache Figuren hervorrufen, während zusammengesetzte Figuren alternirenden Entladungen entsprechen*¹⁾.

Eine strengere Begründung dieser Behauptung, sowie eine weitere Erforschung der unglaublich mannigfaltigen Variationen, deren die hier beschriebenen Figuren fähig sind, und die nicht einmal andeutungsweise erwähnt werden konnten, muß späteren Mittheilungen vorbehalten werden.

München am 12. Januar 1870.

1) Man darf diesen Satz jedoch nicht umkehren. Es wird nämlich sowohl durch theoretische Ueberlegungen als durch Beobachtungen wahrscheinlich gemacht, dafs manchmal alternirende Entladungen einfache Figuren erzeugen, aber niemals umgekehrt.