

entweder vorzugsweise oder ausschliesslich die eine oder andere Art auf.

Die Untersuchung dieser für das Auftreten der einzelnen Entladungsarten nöthigen Bedingungen, sowie ein Versuch der Erklärung derselben durch die infolge der Entladung selbst hervorgerufenen Dichtigkeits- und Temperaturänderungen der Luft, soll den Gegenstand einer spätern Arbeit bilden.

---

## VII. *Ueber die electriche Entladung in flüssigen Isolatoren; von W. Holtz.*

---

Man kann bei der electriche Entladung in isolirenden Flüssigkeiten eine zweifache Form der Versuche unterscheiden, je nachdem nämlich neben der Flüssigkeit noch eine Luftschicht, oder je nachdem keine solche eingeschaltet ist. Nur von letzterer Form, welche bisher noch wenig benutzt ist, soll im Folgenden gehandelt werden. Auch soll überhaupt nur von Versuchen die Rede sein, bei welchen eine Influenzmaschine als Electricitätsquelle fungirte.

Die Ausschliessung jeder Luftstrecke im Schliessungsbogen hat zur Voraussetzung, dass nur gut isolirende Flüssigkeiten dem Versuche unterworfen werden, weil die Electricität sonst zu schnell in dunkler Entladung passirt, als dass an den Electroden die für eine Lichterscheinung nöthige Dichtigkeit zu erreichen wäre. Gut isolirende Flüssigkeiten aber bieten andererseits der leuchtenden Entladungsform einen grossen Widerstand, und hieraus folgt, dass, wenn die Lichterscheinungen eine namhafte Grösse erreichen sollen: 1) dass, wenn nicht beide Electroden, so doch wenigstens die eine die Form einer Spitze habe; 2) dass irgend welche Ausströmungen an äusseren Theilen der Schliessung nach Kräften zu vermeiden sind. Aus letzterem Grunde lässt sich nicht gut in der Weise operiren, dass man die Flüssigkeit einfach in Glas- oder Porzellanschalen giesst, selbst wenn man die beiden Zuleiter bis tief in die Flüssigkeit hinein,

d. h. bis zu ihren einander zugekehrten Enden wieder mit Glas bekleiden wollte. Es sind vielmehr, wenn man die Erscheinungen in namhafter Ausdehnung haben will, besondere Apparate und Anstalten erforderlich, und ich möchte zwei solche Apparate, welche verhältnissmässig einfach und zweckmässig sind, ausführlicher beschreiben.

Die Apparate. — Für den ersten Apparat (Fig. 1) benutzte ich ein cylindrisches Glasgefäss nach Art der bei der Influenzmaschine gebräuchlichen Condensatoren, aber etwas kürzer als diese, weil es eine etwas andere Stellung einnehmen sollte, und von 3—5 mm Wandstärke, um einen Durchbruch des Funkens zu verhindern. Der Boden war auch etwas stärker, als es sonst bei solchen Gläsern nöthig ist, und derselbe wurde mittelst eines feinen Bohrers durchbohrt. In der Oeffnung wurde mittelst Wachs, Schellack oder anderer Stoffe eine Nadel befestigt, welche die eine Electrode repräsentierte. Verschlussen wurde das Gefäss durch einen Deckel aus Ebonit, in dessen Mitte zunächst eine längere Messingröhre befestigt war. In letzterer liess sich eine andere Röhre aus demselben Stoffe verschieben, welche oben mit einer Kugel und unten mit einer abgerundeten Kuppe ausgerüstet war. Die letztere war massiv, und sie wurde wieder mittelst eines feinen Bohrers durchbohrt und in der Oeffnung eine Nadel befestigt, welche die zweite Electrode repräsentierte. Die äussere Röhre hatte Federkraft infolge geeignet angebrachter Schlitze, damit die innere leicht verschiebbar und doch genügend feststellbar wäre. Die innere hatte ausserhalb des Gefässes auch eine Eintheilung, damit man den Abstand der Electroden hiernach leichter bestimmen könnte. Für den Gebrauch wurde nun zunächst das Gefäss allemal soweit mit Flüssigkeit gefüllt, dass die innere Röhre mit ihrer Kuppe 2—3 cm von derselben bedeckt war. Das Gefäss wurde hierauf auf einen Porzellanteller gestellt, auf eine abgerundete Messingscheibe von 5 mm



Fig. 1.

Dicke, welche etwas grösser war als der Boden. Der Knopf der Nadel, welche in letzterem befestigt war, musste diese Scheibe berühren oder durch einen Zwischenleiter mit derselben in Verbindung gesetzt werden. Das Ganze wurde ferner so verschoben, dass das Gefäss nahe dem linken Conductorknopfe theilweise noch unter der betreffenden Entladungsstange stand, zu gleicher Zeit wurde die im Deckel feststehende Röhre mit letzterer durch einen elastischen Gummiring in sichere Berührung gebracht. Endlich wurde eine gebogene Röhre, welche den Rand des Tellers streifte, zwischen jener Messingscheibe, auf welcher das Gefäss stand, und dem rechten Conductor angebracht, mittelst kleiner, an den halbkugelförmigen Enden der Röhre sitzender Zapfen, welche in entsprechende Oeffnungen jener Theile passten. Beide Entladungsstangen wurden natürlich soweit nach aussen gezogen, dass zwischen ihnen keinerlei Ausgleichung möglich war. So war die Anordnung, wenn die Entladung zwischen zwei Spitzen erfolgen sollte. Andernfalls wurde eine Messingscheibe nach Verkürzung der untern Nadel einfach auf den Boden des Gefässes gelegt.

Für den zweiten Apparat (Fig. 2), der eine mehr gleichförmige Isolirung beider Pole gestattet, wandte ich besondere Glasgefässe an, welche ich auf einer Hütte anfertigen liess. Ein solches Gefäss hat die Form einer sehr weiten, aber kurzen Röhre mit ausgezogenen Enden, welche wie die Oeffnungen von Flaschen beschaffen sind. Zwei andere, etwas engere, tubusförmige Oeffnungen befinden sich an einer Längsseite des Gefässes an jedem Ende des cylindri-

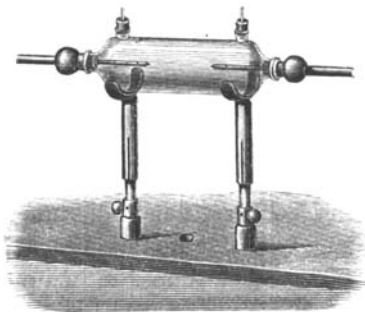


Fig. 2.

schen Theiles. Die Glaswand kann bei diesem Apparat etwas dünner sein, als bei dem ersten, weil wenigstens ein Durchbruch der Funken nicht so leicht zu befürchten ist. Die Endöffnungen sind zur Einführung der Electroden, zweier

zugespitzter Drähte von 3—4 mm Dicke bestimmt. Solches geschieht mit Hülfe durchbohrter Gummistöpsel, welche die Oeffnungen fest verschliessen und doch eine Verschiebung der Drähte gestatten. Die seitlichen Oeffnungen, welche für den Gebrauch natürlich nach oben zu richten sind, bezwecken einmal eine leichtere Füllung des Gefässes, dann sollen sie den sich entwickelnden Gasen einen Ausweg gestatten, endlich bei der plötzlichen Ausdehnung der Flüssigkeit infolge der Funkenbildung nach Art von Ventilen wirken. Um einem Ausfliessen der Flüssigkeit bei unvorsichtiger Neigung des Gefässes vorzubeugen, sind sie gleichfalls mit Stöpseln versehen, die jedoch durchbohrt, und durch welche kurze Glasröhren eingeführt sind. Alle diese Vorsichtsmassregeln sind rathsam, weil das Gefäss nicht theilweise, sondern vollständig bis an die seitlichen Oeffnungen mit Flüssigkeit gefüllt werden muss. Zur Haltung während des Gebrauches dienen Stützen aus Ebonit mit gabelförmigen oder halbkreisförmigen Aufsätzen. Man könnte diese Stützen auf einem besondern Brette befestigen. Ich benutzte hierzu, wie die Figur zeigt, den bekannten Einschaltungsapparat der Maschine. In jedem Falle muss auf die eine oder andere Weise dafür gesorgt werden, dass sich die Mittelaxe genau auf die Höhe der Entladungsstangen einstellen lässt. Die gewöhnlichen Electroden der Entladungsstangen aber sind für diese Versuche nicht zu verwenden, weil die Kugeln zu klein sind, und weil auch deren vordere Fläche nicht durchbohrt ist. Es sind grössere Kugeln erforderlich, weil sonst zu leicht Ausströmungen aus denselben erfolgen, und sie müssen durchbohrt sein, weil sonst keine Verschiebung jener in die Flüssigkeit reichenden Drähte möglich wäre. Denn in jedem Falle muss die vordere Kugelfläche dicht auf die Fläche des Stöpsels stossen, wenn an den Drähten selbst keine Ausströmung erfolgen soll. Noch besser wird jede Ausströmung vermieden, wenn man mehr scheibenförmige Electroden, gewissermassen breitgedrückte Kugeln, in Anwendung bringt. Auch bei diesem Apparate lässt sich wohl statt der einen Spitze eine Scheibe verwenden, wenn man diese an einer Röhre befestigt, welche auf den betreffenden

Draht aufgeschoben werden kann. Freilich kann sie nicht grösser sein, als die Oeffnungen des Gefässes sind, die der bessern Dichtung halber andererseits nicht allzugross gewählt werden dürfen.

Für beide Apparate ist es wesentlich, dass man eine Glassorte wählt, welche möglichst wenig hygroscopisch ist, weil man die Gefässe sonst innen und aussen mit einem farblosen Lacküberzug bekleiden müsste. Auch bei guter Glassorte aber müssen die Gefässe, ehe man die Flüssigkeit eingiesst, schwach erwärmt werden, damit jede dem Glase etwa anhaftende Feuchtigkeit ausgeschlossen sei. Auch die Flüssigkeiten selbst müssen natürlich vollständig frei von Wasser sein; ein einziger Tropfen könnte vielleicht den ganzen Versuch vereiteln. Uebrigens darf man die Flüssigkeiten nicht unnütz lange in den Gefässen lassen, weil die Dichtung der Oeffnungen fast ausnahmslos unter der Einwirkung derselben leitet.

Der Funke. — Die Funkenlänge in der Luft ist bekanntlich abhängig von der Grösse der sich entladenden Oberfläche oder allgemeiner von der Quantität der überhaupt angesammelten Electricität. Denn wir wissen, dass jede Influenzmaschine bei Anwendung der beiden Condensatoren viel längere Funken, als ohne dieselben liefert. Bei der Entladung in festen Isolatoren dagegen hatte sich durchaus keine derartige Abhängigkeit nachweisen lassen<sup>1)</sup>, und es interessirte mich daher ganz besonders, wie sich das Resultat bei flüssigen Isolatoren gestalten würde. Ich variirte für diese Versuche die Quantität in der Weise, dass ich einmal die gewöhnlichen Conductoren, dann diese in Verbindung mit grösseren, endlich die gewöhnlichen Condensatoren benutzte. Hierbei zeigte sich durchaus kein wesentlicher Unterschied im Maximum der Funkenlänge, welches mit ein und derselben Maschine zu erreichen war. Der Funke wurde nur stärker, d. h. dicker, lauter, leuchtender, wenn sich eine grössere, als wenn sich eine geringere Electricitätsmenge entlud. Bei der Entladung in festen Isola-

---

1) Holtz, Berl. Monatsber. 7. Aug. 1876.

toren hatte sich auch dadurch keine Abnahme der Funkenlänge ergeben, dass ich statt der gewöhnlichen Conductoren nur ganz dünne, von einem Isolator eingeschlossene Drähte verwandte. Als ich dasselbe Experiment nun bei flüssigen Isolatoren wiederholte, zeigte sich allerdings ein Unterschied, der jedoch immerhin nur wenig in die Augen fiel. Wir wissen ferner, dass die Funkenlänge in luftförmigen Isolatoren auch etwas von der Verzögerung der Entladung abhängig ist, da wir unter sonst gleichen Verhältnissen z. B. kürzere Funken erhalten, wenn wir die beiden Condensatoren nicht metallisch, sondern durch eine feuchte Schnur miteinander verbinden. Bei flüssigen Isolatoren dagegen zeigte sich auch hierbei kein wesentlicher Unterschied, wohl aber büsste der Funke wie in der Luft an Licht- und Schallwirkung mehr oder weniger ein. Hiernach lässt sich denn wohl behaupten, dass für die gewöhnliche Darstellungsweise derartiger Versuche die Funkenlänge in flüssigen Isolatoren kaum abhängig von Quantität und Verzögerung der Entladung sei.

Ueber die Abhängigkeit der Funkenlänge von der Dichtigkeit der Electricität konnte ich aus mannigfachen Rücksichten keine genauen Versuche anstellen, wie solche für Luft angestellt sind. Ich musste mich vielmehr darauf beschränken, nur das Maximum zu constatiren, welches sich bei Maschinen verschiedener Grösse oder bei Electroden verschiedener Grösse gewinnen liess. So erhielt ich in Petroleum zwischen Spitzen bei Anwendung des zweiten Apparates die nachstehenden Zahlen:

Rotirende Scheibe 300 mm . . .	Grösste Funkenlänge 35 mm
„ „ 400 mm . . .	„ „ 50 mm
„ „ 500 mm . . .	„ „ 68 mm

Ferner erhielt ich in Olivenöl bei einer kleinern Maschine unter Benutzung des ersten Apparates die nachstehenden Zahlen. Hierbei wurde nur die obere Electrode variirt, während die untere constant eine grössere Scheibe war.

Eine Nadel . . . . .	Grösste Funkenlänge 29 mm
Ein 1 mm dicker Draht, abgerundet	„ „ 23 mm
Ein 2 mm dicker Draht, abgerundet	„ „ 17 mm
Eine Kugel von 4 mm Durchmesser	„ „ 10 mm
Eine Kugel von 9 mm Durchmesser	„ „ 4 mm

Ich bemerke jedoch, dass die Einzelergebnisse ziemlich bedeutend schwankten, und dass die gegebenen Zahlen die Mittel aus einer längern Reihe solcher Versuche sind.

Es stand zu erwarten, dass sich in verschiedenen Flüssigkeiten für das Maximum der Funkenlänge wesentlich abweichende Werthe finden würden, einmal wegen ihres verschiedenen Widerstandes als Isolatoren, dann, weil sie vielleicht mehr oder weniger keine vollkommenen Isolatoren waren. Für den letztern Fall musste sich die Funkenlänge aber ändern, je nachdem man die Scheibe schnell oder langsam rotiren liess. Bei allen Flüssigkeiten, mit welchen ich operirte, Schwefeläther ausgenommen, brachte eine Aenderung der Rotationsgeschwindigkeit indessen keinen wesentlichen Unterschied hervor. Für diese würden also die umgekehrten Werthe der Funkenlänge direct die Grösse des Widerstandes bezeichnen. Bei Schwefeläther dagegen verhielt sich die Sache anders; hier nahm die Funkenlänge sehr mit der Geschwindigkeit der Scheibe zu. Derselbe war also ein wenig leitend, was sich auch darin documentirte, dass ich längere Funken erhielt, wenn ich die Electroden aus Glasröhren hervortreten liess. Ich glaubte aber weniger, dass der Schwefeläther diese Eigenschaft seiner Natur, als vielmehr, dass er sie seiner Behandlungsweise verdankt, denn ich fand, dass derselbe nach wiederholtem Umgiessen immer mehr leitend wurde, vermuthlich, weil sich bei dieser Gelegenheit Wasserdämpfe condensirten. So erklärt es sich auch wohl, dass Schwefelkohlenstoff und Benzin, wenn man sie häufig umgiesst, gleichfalls nicht ganz isolirend bleiben. Folgendes sind nun die Werthe, welche ich bei einer grössern Maschine zwischen Spitzen bei Anwendung des zweiten Apparates gewann:

Petroleum . . . .	Grösste Funkenlänge	68 mm
Benzin . . . . .	„	60 mm
Terpentinöl . . . .	„	58 mm
Kienöl <sup>1)</sup> . . . . .	„	58 mm
Schwefelkohlenstoff .	„	53 mm
Oliveöl . . . . .	„	48 mm
Mandelöl . . . . .	„	48 mm
Schwefeläther . . . .	„	20 mm

Die gegebene Zahl für Schwefeläther bezieht sich auf eine langsame Rotation der Scheibe. Sonst wurde die Zahl 28, und bei Anwendung von Glasröhren die Zahl 35 gewonnen. Alle Zahlen sind wieder die mittleren Ergebnisse aus einer grösseren Reihe von Versuchen.

Ein besonderes Interesse knüpfte sich an die Frage, ob bei ungleichen Electroden die Funkenlänge auch durch die Polarität der Electroden bedingt sei. In Luft findet bekanntlich solche Beziehung statt, in Glas hatte sich keine dergleichen erkennen lassen, und es war daher wahrscheinlich, dass sie mehr oder weniger von der Beweglichkeit des Stoffes abhängig wäre. Aus den Versuchen ergab sich mit Sicherheit, dass für isolirende Flüssigkeiten eine derartige Beziehung existirt, da ich allemal längere Funken erhalten konnte, wenn ich eine Spitze einer Fläche gegenüber stellte, und letztere die negative Electrode war. Auch darin zeigte sich eine Aehnlichkeit mit der Luft, dass die Polarität um so mehr ins Gewicht fiel, je grösser überhaupt die Funkenlänge war. Die Grösse des Unterschiedes aber war bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden und nicht gerade, wie ich vermuthet, bei den schwerer beweglichen fetten Oelen am geringsten. In keinem Falle jedoch erschien der Unterschied, wie ich auch die Electroden wählen mochte, so gross, als sich derselbe in luftförmigen Medien bei günstigster Wahl der Electroden gewinnen lässt.

Die Dicke, der Schall und die Leuchtkraft der Funken wird, wie in der Luft, vorzugsweise durch die electriche Quantität bedingt, ausserdem, wie bereits angedeutet, gleichfalls der Luft analog, durch die Verzögerung der Entladung bei eingeschalteten Widerständen. Der Schall und die Leuchtkraft aber wachsen zugleich mit der Intensität, wie es ebenso bei Funken in luftförmigen Medien der Fall ist, da bekanntlich die Entladung einer Batterie bei geringer Schlagweite weniger Schall und Licht erzeugt, als bei grosser Schlagweite die Entladung der gewöhnlichen Condensatoren. Die Leuchtkraft endlich hängt noch etwas von der Natur der angewandten Flüssigkeit ab. Der Funke erscheint übrigens unter gleichen Bedingungen viel dünner, als in der Luft,



aber wohl in demselben Verhältnisse ist die leuchtende Linie heller. Aeusserst dünne und zugleich sehr schwach leuchtende Funken erhielt ich, als ich statt metallischer Zul leitungsdrähte oder Electroden solche von Holz in Anwendung brachte. Die hellsten Funken erhielt ich in Schwefelkohlenstoff, die am wenigsten hellen wohl in Olivenöl und Aether.

Der Funke erscheint überall von gleicher Dicke und durchgehends weiss, solange die Schlagweite eine gewisse Grenze nicht überschreitet. Nur in Olivenöl und Mohnöl nimmt derselbe, wohl wegen der schwachen Färbung dieser Flüssigkeiten, stets eine gelbliche Farbe an. Bei grösserer Schlagweite aber, jemehr sich die Entladung einer sogenannten Büschelentladung nähert, ändert sich jene Beschaffenheit, ähnlich wie in der Luft. Der Funke erscheint alsdann dünner, lichtschwächer und mehr gefärbt in der Nähe der positiven Electrode. Auch hier tritt also der polare Unterschied hervor, der bei der Entladung in Glas wenig oder gar nicht erkennbar ist.

Die Gestalt des Funkens ist im übrigen wie in der Luft durch vielfache Krümmungen und Abwege charakterisirt, ja die Neigung zu solchen Krümmungen ist in Flüssigkeiten entschieden stärker, sei es wegen des grössern Widerstandes, oder wegen der sich entwickelnden Gase, oder weil die Flüssigkeit von festen Wänden eingeschlossen ist. Diese Neigung wächst beiläufig, wie in der Luft, mit grösserer Schlagweite und in grösserer Nähe der negativen Electrode. Auch Spaltungen des Funkens sind zahlreich, oder noch zahlreicher, als in der Luft, zumal, wenn die negative Electrode eine Scheibe ist.

Zwei andere Erscheinungen, welche man freilich erst bei genauer Beobachtung unterscheidet, sind jedoch ausschliesslich oder fast ausschliesslich nur flüssigen Isolatoren eigen. Einmal erscheint der Funke nämlich in der ganzen Länge seiner Ausdehnung von unzähligen, zum Theil ausserordentlich kleinen dunklen Räumen durchsetzt, vielleicht infolge der sich mehr oder weniger gleichzeitig entwickelnden gasförmigen Zersetzungsproducte. Dann erscheint der Funke,

wenigstens von grösserer Schlagweite an, niemals für sich allein, sondern allemal inmitten eines reichhaltig verzweigten Büschels oder ähnlicher schwach leuchtender Linien von bläulicher, violetter oder auch wohl grünlicher Farbe. Vielleicht geht diese Zweigbildung der Funkenbildung voran, vielleicht folgt sie derselben, wie jene bekannte Lichterscheinung am Glasrande einer sich entladenden Leydener Flasche. Das fragliche Phänomen ist ausserordentlich schön, aber freilich so lichtschwach, dass man hierfür eines dunklen Zimmers bedarf.

Noch zweier anderer begleitender Erscheinungen muss ich gedenken, welche sehr hübsch sind, zumal wenn man den zweiten Apparat benutzt. Die erstere ist eine wellenförmige Lichtbewegung in Gestalt einer sich langsam erweiternden Kugel, welche in der Flüssigkeit unmittelbar nach Erlöschen des Funkens in der Mitte des Gefässes beginnt. So ist es wenigstens bei geringerem Abstände der Electroden, bei grösserem hat die Welle mehr die Form eines Ellipsoids. Die zweite, welche ich jedoch nur in Olivenöl beobachtet habe, und welche vermuthlich eine Folge der Färbung dieser Flüssigkeit ist, charakterisirt sich als eine gelbliche fluorescenzartige Lichthülle, welche den ganzen Funken in Gestalt eines breiten Bandes umsäumt.

Einen hübschen Anblick bieten, beiläufig bemerkt, auch die zahlreichen, in der Flüssigkeit umherwirbelnden, aber wie festgebannt erscheinenden Gasbläschen im Reflexlichte des Funkens.

Der Büschel. — Der Büschel ist in isolirenden Flüssigkeiten bisher wohl nur einmal erzeugt, und zwar von Faraday, welcher hierüber folgendermassen berichtet<sup>1)</sup>: „Ich erzeugte sie (die Büschelform) in Terpentinöl am Ende eines Drahtes, welche durch eine Glasröhre in das in einem Metallgefäss enthaltene Oel ging. Der Büschel war indessen klein und sehr schwierig zu erhalten; die Verzweigungen waren einfach und ausgestreckt, sehr voneinander divergirend. Das Licht

---

1) Faraday, Exp. res. 1452.

war ausserordentlich schwach, seine Wahrnehmung erforderte ein völlig dunkles Zimmer. Wenn sich in der Flüssigkeit einige feste Theilchen, wie Staub oder Seide befanden, wurden die Büschel mit weit grösserer Leichtigkeit erzeugt.“ Hieraus scheint hervorzugehen, dass Faraday den Büschel überhaupt nur in Terpentinöl und überhaupt auch nur den positiven Büschel erzeugte.

Bei den von mir beschriebenen Apparaten und der beschriebenen Anstellungsweise der Versuche lassen sich Büschel indessen sehr leicht in allen oben genannten Flüssigkeiten erzeugen, und positive sowohl als negative Büschel; aber ihre Wahrnehmung setzt allerdings ein dunkles Zimmer voraus. Um Büschel zu erzeugen, braucht man die Electroden nur soweit voneinander zu entfernen, dass eben keine Funken entstehen. Am grössten jedoch erhält man sie, analog den Erscheinungen in der Luft, wenn man die Electroden nicht völlig soweit voneinander entfernt, nur dass dann zuweilen, weil der Uebergang ja kein schroffer ist, zwischen den Büschelentladungen auch intermittirende Funkenentladungen erfolgen. Natürlich richtet sich die Ausdehnung der Erscheinungen vor allem nach der intensiven Leistungsfähigkeit der Maschine.

Dass besser leitende in der Flüssigkeit schwimmende Partikelchen die Ausdehnung der Erscheinungen begünstigen, ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, da sich in diesen die entgegengesetzten Electricitäten jedenfalls besser und zugleich weiter voneinander trennen können, als in den Moleculen der Flüssigkeit selbst. Dergleichen Partikelchen entstehen aber durch die Zersetzung der Flüssigkeit infolge der electricischen Einwirkung sofort ohne weiteres Bemühen, wobei es dahingestellt sein mag, wieweit der Act der Entladung eine Folge dieser Zersetzung, oder letztere eine Folge der Entladung ist. Eine Zersetzung aber erfolgt allemal, wie die entstehenden Gasbläschen und die successive Färbung der Flüssigkeit verrathen, nicht nur bei der Entstehung der Funken, sondern auch der Büschel in ihren feinsten Zweigen. Vielleicht spielt gedachte Zersetzung auch eine wesentliche Rolle für die Entstehung der Funken, insofern eine durch

eine Büschelentladung gebildete Bläschenreihe gewissermassen als ein besserer Leiter zu betrachten ist.

Die Grösse und Gestalt der beiden Büschel sind aber in verschiedenen Flüssigkeiten sehr ungleich nicht bloss überhaupt, sondern auch bezüglich ihres beiderseitigen Charakters. Von einer genauern Beschreibung muss ich abstehen, da sie ohne beigelegte Abbildungen ziemlich schwer verständlich wäre, doch will ich einiges hervorheben, was mir besonders in die Augen fiel. Besonders gross und fast von gleicher Grösse erhielt ich beide Büschel in Petroleum, in wenigen verhältnissmässig langsam nacheinander ausbrechenden Zweigen, welche auch ihrerseits wenig verästelt waren. Wenig reichhaltig in der Verzweigung waren auch die Büschel in den meisten anderen Flüssigkeiten, nämlich in Terpentinöl, Olivenöl, Benzin und Schwefelkohlenstoff. In allen diesen war aber der negative bedeutend kleiner, als der positive, und die Zweige des erstern strebten mehr senkrecht von der Richtung der Electroden ab. Besonders auffallend war der Unterschied der Grösse in Benzin, wo der negative für gewöhnlich nur einem Glimmen ähnlich war. Eine besondere Gestalt hatten beide Büschel in Schwefeläther, sie waren nämlich vielstielig, viel verästelt, aber alles in mehr geraden, als krummen Linien. Ueberhaupt jedoch konnten die Büschel in Schwefeläther nur schwer erhalten werden, wenn die Drähte nicht bis auf ihre Spitzen mit Glas bekleidet waren.

Die Farbe der Büschel, namentlich in grösserer Nähe der Electroden, ist zwar in verschiedenen Flüssigkeiten nicht ganz genau gleich. Im grossen ganzen jedoch zeigt sich auffallenderweise ziemlich dieselbe Farbenabstufung, wie wir sie bei den analogen Erscheinungen in der Luft kennen. Die feinsten Verzweigungen der Büschel sind nämlich entschieden bläulich, während die dickeren mehr violett oder röthlich gefärbt sind. Nur bei Schwefeläther tritt entschieden in grösserer Nähe der Electroden eine grünliche Färbung ein. Man darf also wohl im grossen ganzen annehmen, dass die Farbe nicht auf moleculare Veränderungen, sondern nur auf eine grössere oder geringere Bewegung der Molecüle basirt ist.

Jede Büschelbildung wird von einem singenden Geräusche begleitet und wird hierdurch verrathen, wenn die Erscheinung selbst auch nicht wahrnehmbar ist.

Bei sehr geringer Dichtigkeit, oder zwischen Büschel- und Funkenbildung, tritt zuweilen eine Erscheinung auf, welche dem bekannten Glimmlicht ähnlich ist, am häufigsten als leuchtender Stern, aber unter Umständen auch als leuchtende Fläche an der Oberfläche des Drahts.<sup>1)</sup>

Nachtrag: Seit ich die vorliegende Mittheilung der Redaction dieser Blätter übergab, ist unter dem Titel: „Untersuchungen über electriche Zustände von Doubrava in Prag“ eine Arbeit erschienen, welche denselben Gegenstand streift und in einem Punkte scheinbar abweichende Ergebnisse enthält. Ich glaube indessen, dass diese eben nur scheinbar sind, sofern Doubrava zwischen den Electroden neben der betreffenden Flüssigkeit noch gewisse Halbleiter verwendet, welche, je nachdem sie mehr oder weniger von der Flüssigkeit durchtränkt werden, natürlich ihrerseits die electriche Entladungsphänomene in dieser sehr wesentlich modificiren. Dies erlaube ich mir meiner obigen Mittheilung als nachträgliche Bemerkung hinzuzufügen.

### VIII. *Ueber electriche Figuren auf der Oberfläche von Flüssigkeiten; von W. Holtz.*

Ich erlaubte mir vor längerer Zeit, in diesen Blättern eine vorläufige Mittheilung über electriche Figuren an der Oberfläche von Flüssigkeiten zu machen.<sup>2)</sup> Ich möchte diesen Figuren im Folgenden einige weitere Worte widmen und zugleich einige Abbildungen beifügen, welche die Darstel-

1) Eine ausführlichere Mittheilung über denselben Gegenstand gedenke ich in den Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Neuvorpommern und Rügen vom Jahre 1881 zu geben.

2) Pogg. Ann. 157. p. 327. 1876.