

II. Zwölfte Reihe von *Experimental-Untersuchungen über Elektrizität;*
 von *Michael Faraday.*

(Aus den *Phil. Transact. f. 1838 pl. I.* vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

§. 18. Von der Vertheilung. (Fortsetzung.)

1318. **M**einem Versprechen gemäß schreite ich nun dazu, die von mir aufgestellte Vertheilungstheorie (1165. 1295 u. s. w.) durch die großen Thatsachen der Elektrizitätslehre zu prüfen. Das Princip der Vertheilung ist so universell, daß es alle elektrischen Erscheinungen durchdringt; allein der allgemeine Fall, den ich jetzt vornehmen will, besteht in der bis zur Entladung gehenden und mit ihr endigenden Isolation, nebst den begleitenden Erscheinungen. Dieser Fall schließt die verschiedenen Arten der Entladungen ein, so wie auch den Zustand und die Charaktere eines Stromes; die Elemente der magnetischen Action unter letzteren mitbegriffen. Wiewohl diese Abhandlungen nur experimentelle Untersuchungen geben sollen, so werde ich doch manchmal in die Nothwendigkeit versetzt werden, theoretisiren und selbst hypothetisiren zu müssen. Indefs hoffe ich, daß ich, in Betracht der Thatsachen und Versuche, die in der letzten Abhandlung zur Stütze der von mir aufgestellten Theorie enthalten sind, mir nicht zu viel erlaube oder mich nicht zu weit vom Charakter dieser Abhandlungen entferne, zumal ich jede sich mir darbietende Gelegenheit benutzen werde, um zum Experimente, dieser strengen Probe der Wahrheit, zurückzukehren.

1319. Bis jetzt wurde in diesen Aufsätzen die *Vertheilung* nur in Fällen von *Isolation* betrachtet. Der *Isolation* gegenüber steht die *Entladung*. Der Vorgang

oder Erfolg, welcher durch den allgemeinen Ausdruck *Entladung* bezeichnet wird, kann, so weit wir gegenwärtig wissen, auf verschiedene Weisen geschehen. So begreift das, was wir *Leitung* nennen, keinen chemischen Prozeß und, wie es scheint, auch keine Verschiebung der Theilchen. Eine zweite Art kann *elektrolytische Entladung* genannt werden; bei dieser findet ein chemischer Prozeß statt, und die Theilchen müssen, in gewissem Grade verschoben werden. Eine dritte Art, nämlich die in Funken und Lichtbüscheln (*brushes*, wörtlich: *Bürsten*) kann, wegen der heftigen Verrückungen der Theilchen des im Wege liegenden di-elektrischen Körpers, *zerreißende Entladung* (*disruptive discharge*) genannt werden. Eine vierte endlich ließe sich vielleicht einstweilen ganz passend durch die Benennungen: *Fortführung* oder *fortführende Entladung* (*convection* oder *carrying discharge*) unterscheiden, nämlich die, bei welcher die Entladung durch die fortführende Kraft (*carrying power*) der Theilchen von starren, flüssigen oder gasigen Körpern bewirkt wird. Künftig mögen vielleicht alle diese Arten als Wirkungen einer und derselben Ursache erscheinen, allein für jetzt erfordern sie eine gesonderte Betrachtung. Zunächst will ich von der *ersten* Art sprechen, denn unter allen Formen von Entladung scheint die, welche wir *Leitung* nennen, die einfachste und mit der Isolation am meisten in Contrast stehende zu seyn.

VII. Leitung oder Leitungs-Entladung.

1320. Obwohl Isolation und Leitung als wesentlich verschieden angenommen werden, so hat doch weder Cavendish noch Poisson durch seine Theorie zu erklären oder in derselben auch nur anzugeben versucht, worin der wesentliche Unterschied beider bestehe. Auch ich habe in dieser Hinsicht nichts zu bieten, *ausgenommen*, dafs, nach meiner Theorie von der Vertheilung, sowohl diese als die Leitung von derselben Mole-

cular-Action des betreffenden di-elektrischen Mittels abhängt, beide nur äusserste Grade eines *gemeinsamen Zustands* oder Effects sind, und in jeder genügenden mathematischen Theorie als Fälle gleicher Art betrachtet werden müssen. Hieraus erhellt, wie wichtig bei unserer Theorie das Bestreben sey, den Zusammenhang zwischen ihnen nachzuweisen.

1321. Obgleich bei der Leidner Flasche die Wirkung des isolirenden Mittels sehr verschieden zu seyn scheint von der des entladenden Drahts, so können sie doch verknüpft werden durch viele Zwischenglieder, die uns von der einen zur andern führen, und, glaube ich, keinen nothwendigen Zusammenhang fehlen lassen.

1322. Wallrath ergab sich bei der Untersuchung als ein di-elektrisches Mittel, durch welches hin eine Vertheilung stattfinden kann (1240. 1246); sein specifisches Vertheilungsvermögen fanden wir ungefähr oder etwas über 1,8 (1279) und seine vertheilende Wirkung wurde wie in allen andern Substanzen, als eine Wirkung angrenzender Theilchen betrachtet.

1323. Allein Wallrath ist auch ein *Leiter*, obgleich in so schwachem Grade, dafs wir den Prozeß der Leitung Schritt für Schritt durch seine Masse verfolgen können (1247), und selbst wenn die elektrische Kraft eine gewisse Strecke derselben durchwandert hat, können wir durch Entfernung der Zwangskraft (welche zugleich die Vertheilungskraft ist) bemerken, dafs sie in ihrem Gange umkehrt und wieder an der früheren Stelle erscheint (1245. 1246). Hier scheint die Vertheilung eine nothwendige Vorläuferin der Leitung zu seyn. Sie versetzt von selbst die angrenzenden Theilchen des di-elektrischen Körpers in einen gewissen Zustand, welcher, wenn er von denselben festgehalten wird, die *Isolation* ausmacht, wenn er aber durch Mittheilung von Kraft von einem Theilchen zum andern, geschwächt wird, die *Leitung* darstellt.

1324. *Glas* und *Schellack* zeigen dieselbe Fähig-

keit, entweder Vertheilung oder Leitung durch sich hin zu gestatten (1233. 1239. 1247), allein nicht in demselben Grade. Die Leitung verschwindet fast (1239. 1242); die Vertheilung d. h. der Polarisationszustand, in welchen die Vertheilungskraft die an einander grenzenden Theilchen versetzt hat, wird also Stand halten, es findet nur eine geringe Ladung zwischen ihnen statt und daher ist die *Isolation* andauernd. Allein was hier Entladung ist, erscheint als eine Folge des Zustandes, in welchen die Theilchen durch die Vertheilung versetzt sind; und so nach sind die gewöhnliche *Isolation* und Leitung eng mit einander verknüpft oder vielmehr äusserste Fälle eines gemeinsamen Zustandes.

1325. An Eis oder Wasser haben wir einen besseren Leiter als Wallrath, und die Erscheinungen der Vertheilung und *Isolation* verschwinden daher schnell, weil Leitung schnell auf die Annahme des Vertheilungszustandes folgt. Versieht man indess eine Platte kalten Eises auf beiden Seiten mit metallischen Belegen, verbindet den einen mit einer guten Elektrisirmaschine, und den andern mit dem Boden, so lassen sich die Erscheinungen der Vertheilung leicht beobachten, durch die elektrische Spannung die an beiden Belegen erhalten und unterhalten werden kann (419. 426). Denn obwohl der Kraft-Antheil welcher in einem Moment die Theilchen in den Vertheilungszustand versetzt, im nächsten durch die von der Leitung bewirkte Entladung geschwächt wird, so folgt ihm doch sogleich ein anderer Krafttheil aus der Maschine, der den Vertheilungszustand wieder herstellt. Wenn das Eis in Wasser verwandelt worden, läßt sich dieselbe Folge von Vorgängen eben so leicht nachweisen, sobald nur das Wasser destillirt worden und (wenn die Maschine nicht kräftig genug ist) eine Volta'sche Säule angewandt wird.

1326. Alle diese Betrachtungen prägten mir tief die Ueberzeugung ein, dafs *Isolation* und gewöhnliche

Leitung nicht füglich getrennt werden können, wenn wir in ihre Natur d. h. in das allgemeine Gesetz, welchem ihre Erscheinungen untergeordnet sind, eindringen wollen. Sie scheinen mir aus einer Wirkung an einander gränzender Theilchen zu bestehen, die von den bei der Elektricitäts-erregung entwickelten Kräften abhängt. Diese Kräfte bringen die Theilchen in einen Spannungs- oder Polaritätszustand, welcher beides, die *Vertheilung* und die *Isolation*, ausmacht. In diesem Zustand befindlich, haben die an einander gränzenden Theilchen ein Vermögen oder eine Fähigkeit, ihre Kräfte einander mitzuthemen; dadurch werden letztere geschwächt und es tritt Entladung ein. Alle Körper scheinen zu entladen (444), einige in *größerem*, andere in *geringerem* Grade, und dadurch werden sie bessere oder schlechtere Leiter, schlechtere oder bessere Isolatoren. *Vertheilung* und *Leitung* scheinen eins zu seyn in der Ursache und der Wirkung (1320), nur dafs bei der letzteren ein beiden gemeinsamer Effect aufs Höchste gesteigert ist, der bei der ersteren, selbst in den besten Fällen, nur in ganz unmerklichem Grade vorkommt.

1327. Dafs wir bei unseren Versuchen in die Natur der elektrischen Action einzudringen und allgemeinere Gesetze als die bisher bekannten abzuleiten, uns bestreben müssen widersprechende Erscheinungen in Einklang zu bringen, ist eine längst von den geschicktesten Physikern aufgestellte und sanctionirte Meinung. Ich hoffe daher entschuldigt zu seyn, wenn ich versuche, die höchsten Fälle von *Leitung* als analog oder selbst gleichartig mit denen der *Vertheilung* und *Isolation* anzusehen.

1328. Betrachten wir das schwache Eindringen der Elektricität in Schwefel (1241. 1242) oder Schellack (1234), oder die schwächere *Isolation* des Wallraths als wesentliche Folgen und Anzeigen ihres *Leitungsvermögens*, dann können wir den Widerstand, den Metalldrähte dem Durchgang der Elektricität darbieten, als *Iso-*

lationsvermögen ansehen. Unter den vielen wohlbekanntesten Fällen, welche diesen Widerstand in den sogenannten vollkommenen Leitern zu erweisen geeignet sind, passen die Versuche des Professors Wheatstone am besten für meinen Zweck, weil sie in so großem Maassstabe ausgeführt sind, um darzuthun, daß *Zeit* ein Element zu den Bedingungen der Leitung sey, selbst in Metallen ¹). Als die Entladung durch einen 2640 Fufs langen und $\frac{1}{15}$ Zoll dicken Kupferdraht so bewerkstelligt ward, daß an beiden Enden und in der Mitte des Drahts die Funken an demselben Orte beobachtet werden konnten, zeigte sich der an der Mitte merklich später als die an den beiden Enden, die durch die Bedingungen des Versuchs gleichzeitig erscheinen mußten. Hier haben wir einen Beweis von Verzögerung, und aus welchem Grunde sollte diese Verzögerung nicht von gleicher Art seyn wie die in Wallrath, Schellack oder Schwefel? Da aber in diesen Körpern Verzögerung Isolation ist, und Isolation Vertheilung, warum sollen wir uns weigern dieselbe Beziehung für dieselben Kraft-Aeufserungen in den Metallen anzunehmen?

1329. Erfahrung lehrt, daß mit der *Zeit* der Widerstand (*retardation*) überwältigt wird, und beim Wallrath, Schellack und Glas gleiche Resultate erhalten werden. Man lasse nur *Zeit* im Verhältniß zum Widerstand (*retardation*) und dieser wird zuletzt besiegt. Wenn aber dem so ist und alle Resultate gleicher Art sind, der einzige Unterschied nur in der Länge der *Zeit* besteht; warum sollten wir denn den Metallen die vorausgehende Vertheilungs-Wirkung verweigern, die wir in allen andern Körpern annehmen? Die Verkürzung der *Zeit* ist keine Negation der Wirkung, auch nicht der niedrigere Grad von Spannung, der bei den Metallen, im Vergleich zum Durchgang der Kräfte erfordert wird. Diese Unterschiede würden bloß zu dem Schlusse

1) *Philosoph. Transact. f.* 1834, p. 583. (Ann. Bd. XXXIV S. 464).

führen, daß, in den Metallen, die unter Vertheilung stehenden Theilchen ihre Kräfte schon bei einem geringen Grade von Spannung oder Polarität und mit größerer Leichtigkeit fortpflanzen können als in anderen Körpern.

1330. Betrachten wir Hrn. Wheatstone's schönen Versuch unter einem anderen Gesichtspunkt. Lassen wir die Vorrichtung an der Mitte und den beiden Enden des langen Kupferdrahts ungeändert, nehmen bloß die beiden dazwischen befindlichen Drahtlängen fort und ersetzen sie durch Drähte von Eisen oder Platin; wir werden dann eine weit größere Verzögerung des mittleren Funken haben als früher: Noch bedeutender wird die Verzögerung, wenn wir statt des Eisendrahts einen eben so dicken Cylinder von Wasser auch nur von 5 bis 6 Fufs Länge einschalten. Gehen wir vom Wasser zum Wallrath über, entweder geradezu oder schrittweise durch andere Körper (selbst wenn wir das Volum bedeutend vergrößern, um das Auftreten von Funken anderswo als an den dazu bestimmten Stellen (1331) zu vermeiden), so haben wir eine noch stärkere Verzögerung, bis wir zuletzt, durch Stufen so klein, daß sie untrennbar sind, zu einer wirklichen und dauernden Isolation gelangen. Was scheidet nun die Ursache beider Extreme, der vollkommenen Leitung und vollkommenen Isolation, von einander? So wie wir den geringsten Grad von Vollkommenheit des einen Extremes verlassen, schließen wir das Element zur Vollkommenheit des andern ein. Ueberdies haben wir in der Natur weder bei dem einen noch dem anderen Extrem, weder bei der Isolation noch bei der Leitung, den Fall der Vollkommenheit.

1331. Kehren wir nochmals zu diesem schönen Versuch zurück, um ihn unter den verschiedenen Formen, die man ihm geben könnte, zu betrachten. Die Kräfte, nachdem sie die Leidner Flasche verlassen haben, sind während der ganzen Zeit (1328) nicht vollständig mit der Entladung beschäftigt; zum Theil werden sie zur

Vertheilung unter der bekannten Form, durch das umgebende Mittel hin, verwendet, und wenn Luft das dielektrische Mittel ist, findet vom Draht aus durch die Luft zu den umgebenden Leitern eine Vertheilung statt, so lange bis die Enden des Drahts, durch dessen Länge hin, in elektrische Beziehung getreten sind und Entladung erfolgt ist, d. h. die *Zeit* hindurch, während welcher der mittlere Funke hinter den beiden andern zurückbleibt. Dies zeigt gut ein alter Versuch, bei welchem ein langer Draht so gebogen wird, daß zwei Stellen desselben *a* und *b* Fig. 1. Taf. I. unweit seiner Enden ungefähr einen Viertel Zoll Abstand in der Luft bekommen. Sendet man die hinreichend starke Ladung einer Leidner Flasche durch einen solchen Draht, so wird bei weitem der größte Theil der Elektrizität an dem Zwischenraum durch die Luft gehen, nicht durch das Metall. Wirkt nun hier nicht der mittlere Theil des Drahts, wiewohl er von Metall ist, wie ein isolirendes Mediums? und ist nicht der Funke durch die Luft eine Anzeige von Spannung (gleichzeitig mit *Vertheilung*) der Elektrizität an den Enden dieses einfachen Drahts? Warum sollte man nicht den Draht und die Luft beide als dielektrische Media und die Wirkung zu Anfange und während der Spannung als eine vertheilende betrachten können? Wenn sie durch die Krümmungen des Drahts wirken kann, so wirkt sie auch in krummen Linien durch die Luft (1219. 1224) und andere dielektrische Körper (1228); und es scheint wir können, wenn wir nur den Fall auf Vertheilungswirkung beschränken, sogar so weit gehen, daß wir behaupten, unter den isolirenden dielektrischen Mitteln, leiten einige die Kraftlinien eben so von andern weg (1229), wie es der Draht thut von schlechten Leitern, obwohl der Haupt-Effect in demselben unzweifelhaft davon herrührt, daß die Theilchen desselben, während sie in einem niederen Spannungszustand sind, leicht entladen. Die Verzögerung ist eine Zeitlang Isola-

tion; und es scheint mir, daß wir so weit es die ersten Vertheilungsphänomene betrifft, die Luft an dem Zwischenraum $a b$ (Fig. 1. Taf. I.) mit dem Entladungsdraht vergleichen, und ungeachtet der Verschiedenartigkeit der zuletzt erfolgenden Entladung ¹⁾, als zwei Körper von gleicher Art und nach denselben Principien wirkend betrachten können, eben so als wir nach Coulomb's Untersuchungen ²⁾ verschiedene zu demselben Isolations-Effect erforderliche Längen von verschiedenen isolirenden Körpern mit einander vergleichen.

1332. Dieser Vergleich wird noch auffallender, wenn wir den Versuch von Harris betrachten, in welchem ein feiner Draht in einer mit verdünnter Luft erfüllten Glas- kugel ausgespannt ist ³⁾. Als er durch diese zusammengesetzte Vorrichtung von Metall und verdünnter Luft eine Ladung sandte, ging eben so viel, wenn nicht mehr Elektricität durch die letztere als durch das erstere. In der Luft, verdünnt wie sie war, ging ohne Zweifel der Entladung eine Vertheilung voran (1284), und meiner Meinung nach zeigen alle Umstände an, daß dasselbe auch mit dem Metall der Fall war; daß in der That beide Media di-elektrisch waren, und in Folge der Wirkung aus gleichen Ursachen gleiche Effecte zeigten, der einzige Unterschied bei den angewandten Substanzen nur ein quantitativer war.

1333. Nach diesen Principien zu urtheilen, kann die Geschwindigkeit der Entladung bedeutend verändert werden, wenn man die Umstände beachtet, die bei der Entladung durch Wallrath oder Schwefel Veränderungen bewirken. So z. B. muß sie variiren mit der Spannung oder Intensität der ersten Treibkraft (*urging force*) (1234. 1240), und diese Spannung ist Ladung und Ver-

1) Diese wird späterhin (1348) betrachtet werden.

2) *Mém. de l'acad.* 1785, p. 612 oder *Encyclop. Britan. Suppl.* Vol. I p. 611.

3) *Philosoph. Transact. f.* 1834, p. 242.

theilung. Wenn so, in Hrn. Wheatstone's Versuch, die beiden Enden des Drahts sogleich mit zwei großen isolirten und der Luft ausgesetzten Metallflächen verbunden würden, so daß der erste Act der Vertheilung, nach Vollziehung des Contacts für die Entladung, im ersten Augenblick zum Theil von der innern Portion des Drahts entfernt und für einen Augenblick auf seine gemeinschaftliche Oberfläche mit der Luft und den umgebenden Leitern verlegt würde, so wage ich voraus zu sagen, daß der mittlere Funken mehr als zuvor verzögert seyn werde. Und wenn diese beiden Metallflächen der innere und äußere Beleg einer großen Flasche oder Leidner Batterie wären, würde die Verzögerung dieses Funkens noch größer seyn.

1334. Cavendish war vielleicht der Erste, welcher deutlich zeigte, daß die Entladung nicht immer auf einem Wege geschieht, sondern, wenn mehr als einer vorhanden, auch auf mehren Wegen zugleich ¹). Wir können diese Wege aus verschiedenen Substanzen bilden; bei passenden Dicken und Längen, sogar von Substanzen wie Luft, Schellack, Wallrath, Wasser, Eisenoxydul, Eisen und Silber; können durch eine einzige Entladung machen, daß jede ihren Antheil Elektrizität fortführt. Vielleicht wäre die Luft auszunehmen, da ihre Entladung durch Leitung für jetzt zweifelhaft ist; allein alle übrigen können in ihrer Entladungsweise auf reine Leitung begränzt werden. Dennoch erfahren mehre von ihnen zuvor eine Vertheilung, genau wie die Vertheilung durch Luft, und diese ist eine nothwendige Vorläuferin ihrer entladenden Wirkung. Wie können wir demnach in den *Principien* und der *Art* der Isolation und Leitung einen dieser Körper von dem anderen trennen, anders als etwa dem Grade nach? Alle scheinen mir di-elektrisch zu seyn, und gleich zu wirken, nach denselben gemeinschaftlichen Gesetzen.

1335. Ein anderes Argument zu Gunsten der all-

1) *Phil. Transact.* 1776, p. 197.

gemeinen Gleichheit in Natur und Wirkung der guten und schlechten Leiter (und alle Körper halte ich für mehr oder weniger leitend) möchte ich ziehen aus dem Gleichgewicht in der Wirkung sehr verschiedener Körper, wenn sie, wie früher (213) beschrieben, einander in der magneto-elektrischen Action entgegen gestellt werden; doch ich wünsche mich so kurz zu fassen als es mit der klaren Untersuchung der wahrscheinlichen Wahrheit meiner Ansichten vereinbar ist.

1336. Ob die Gase ein Leitungsvermögen von der hier betrachteten einfachen Art besitzen ist sehr schwierig für jetzt zu entscheiden. Versuche scheinen anzuzeigen, daß sie gewisse niedrige Grade von Spannungen vollkommen isoliren, und daß die Effecte, welche durch *Leitung* scheinen veranlaßt zu seyn, aus der fortführenden Kraft (*carrying power*) der geladenen Theilchen der Luft oder des Staubes in ihnen entsprungen sind. Eben so gewiß ist jedoch, daß sie, bei höheren Graden von Ladung oder Spannung, entladen, und das ist Leitung. Wenn sie das Vermögen, eine Spannung von gewisser Schwäche zu isoliren anhaltend und vollkommen besitzen, so mag dies herrühren von ihrem eigenthümlichen Zustand und von der Trennung, in der sich ihre Theilchen befinden. Allein in diesem oder jedem anderen Fall dürfen wir nicht die schönen Versuche von *Cagniard de la Tour* vergessen, in welchen er gezeigt, daß Flüssigkeiten und deren Dämpfe allmählig in einander übergehen können bis zum gänzlichen Verschwinden jedes bestimmten Unterschiedes beider Zustände ¹). So können trockner Dampf und kaltes Wasser durch unmerkliche Abstufungen in einander übergehen; und doch ist jener ein Isolator und dieses ein verhältnismäßig guter Leiter. Hinsichtlich des Leitvermögens ist also der Uebergang von den Metallen selbst bis zu den Gasen ein stufenweiser; die Substanzen bilden in dieser Bezie-

1) *Ann. de Chim. et Phys.* XXI. p. 127 et 178.

hung nur Eine Reihe, und die verschiedenen Fälle müssen unter Eine Bedingung und Ein Gesetz kommen. Die specifischen Unterschiede der Körper im Leitungsvermögen dienen nur dazu das allgemeine Argument zu verstärken, daß *Leitung*, wie *Isolation*, ein Resultat der *Vertheilung* ist, und aus einer Wirkung angränzender Theilchen besteht.

1337. Ich möchte nun noch die *Vertheilung* und ihre Begleiterin, die *Leitung*, in gemischten di-elektrischen Mitteln betrachten, z. B. in dem Fall, wo ein geladener Körper statt durch die Luft hin auf einen entfernten und isolirten Leiter zu wirken, gemeinschaftlich durch sie und einen dazwischen gestellten isolirten Leiter wirkt. In solch einem Fall sind die Luft und der Leiter gemischte di-elektrische Substanzen, und der Leiter nimmt in Masse einen ähnlichen Polarisationszustand an, wie meine Theorie für *jedes Theilchen* der Luft in derselben Zeit voraussetzt. Doch ich fürchte für jetzt zu weitschweifig zu werden, und schreite daher zur Betrachtung eines andern Gegenstandes.

1338. Um das Gesagte kurz zusammenzufassen, besteht, nach mir, die erste Wirkung eines erregten Körpers auf die benachbarten Substanzen in der Hervorbringung eines Polarisationszustandes ihrer Theilchen, und das ist die *Vertheilung*; sie entspringt aus der Wirkung auf die unmittelbar berührenden Theilchen, welche wiederum auf die anliegenden wirken und sofort die Kräfte in die Ferne forttragen. Bleibt die Vertheilung ungeschwächt, so erfolgt vollkommene Isolation, und je höher der Polarisationszustand ist, welchen die Theilchen erlangen oder unterhalten können, desto höher ist die Intensität, welche den wirkenden Kräften gegeben werden kann. Wenn dagegen die anliegenden Theilchen, nach Erlangung des Polarisationszustands, das Vermögen haben, ihre Kräfte mitzutheilen, so erfolgt Leitung, und die Spannung ist vermindert; Leitung ist ein besonderer Act

der Entladung zwischen benachbarten Theilchen. Je schwächer der Spannungszustand, bei welchem die Entladung zwischen den Theilchen eines Körpers stattfindet, ein desto besserer Leiter ist dieser Körper. Nach dieser Ansicht, kann man sagen, sind Isolatoren diejenigen Körper, deren Theilchen den Polarisationszustand festhalten können, Leiter dagegen solche, welche nicht bleibend polarisirt werden können. Irre ich mich nicht bei meiner Vertheilungstheorie, so ist die Reduction dieser beiden (so lange getrennt gehaltenen) Effecte auf eine Wirkung anliegender Theilchen und auf Ein gemeinschaftliches Gesetz ein sehr wichtiges Resultat, und andererseits ist die Identität des Charakters, welche beide durch Betrachtung nach meiner Theorie erlangen (1326), muthmaaflich ein neuer Beweis zu Gunsten der Richtigkeit dieser letzteren.

1339. Dafs Wärme einen grossen Einfluss auf die blofse Leitung ausübt, ist bekannt (445); in einigen Fällen verändert sie den Charakter der Körper gänzlich (432. 1340). Harris hat indess gezeigt, dafs sie auf die Gase oder wenigstens die Luft in keiner Beziehung wirkt ¹), und Davy hat uns gelehrt, dafs bei einer Klasse, den Metallen, das Leitungsvermögen durch sie *verringert* wird ²).

1340. Ich beschrieb früher eine Substanz, deren Leitungsvermögen durch Wärme *erhöht* wurde, nämlich *Schwefelsilber* (433. 437. 438). Seitdem habe ich eine andere gefunden, die sich eben so verhält; dies ist *Fluorblei*. Als ein Stück dieser Substanz, das geschmolzen worden und erkaltet war, in den Kreis einer Volta'schen Batterie gebracht wurde, hemmte es den Strom. Als es

1) *Phil. Transact. f. 1834 p. 230.*

2) *Ibid. p. 1821 p. 431.*

erhitzt wurde, erlangte es, noch ehe es im Tageslicht sichtbar roth glühte, Leitungsvermögen, und während es noch starr war, konnten selbst Funken aus ihm gezogen werden. Der Strom allein steigerte dann die Temperatur desselben (wie beim Schwefelsilber) bis es schmolz, wo es dann eben so gut zu leiten schien als das Metallgefäß, welches dasselbe enthielt, denn es war kein Unterschied in der Stärke des Stroms zu erblicken, der zur Schließung der Batterie dienende Draht mochte das Fluorblei allein, oder das Platingefäß, worin es lag, berühren. Während der ganzen Zeit zeigte sich kaum eine Zersetzung am Fluorid, und diese Spur schien von der Luft und Feuchtigkeit der Atmosphäre herzurühren, nicht von elektrolytischer Action.

1341. Ich zweifle nun sehr wenig, daß es sich mit dem Quecksilberjod (414. 448. 691), und auch mit dem Quecksilberchlorid (692) eben so verhalte. Mit der Anstellung obiger Versuche bin ich auch geneigt zu glauben, daß die früher beobachtete und beschriebene Anomalie des *Antimonoxyds* (693. 801) zum Theil von derselben Ursache abzuleiten sey.

1342. Ich beabsichtige für jetzt nicht, in die eigenthümliche Beziehung zwischen Wärme und Elektrizität einzugehen, allein wir dürfen hoffen, künftig durch Versuche das Gesetz zu entdecken, welches wahrscheinlich alle obigen Erscheinungen, so wie die *Erregung* und *Vernichtung* der Wärme durch den Strom, und die auffallenden und schönen Resultate der Thermo-Elektricität im gemeinsamen Verband erhält.

VIII. Elektrolytische Entladung.

1343. Schon in einer früheren Abhandlung (1164) habe ich die Ansicht ausgesprochen, durch welche ich hoffe die gewöhnliche Vertheilung mit der Elektrolyse zu verknüpfen. Nach dieser Ansicht ist die Entladung elektrischer Kräfte durch Elektrolyse eher ein

Effect, der bei einer gewissen Klasse von Körpern, zu dem bereits beschriebenen, die Vertheilung und Isolation ausmachenden, hinzutritt, als ein von diesen Erscheinungen unabhängiger und verschiedener.

1344. Elektrolyte gehören, rücksichtlich ihrer leitenden und isolirenden Kräften zu der allgemeinen Kategorie der Körper (1320. 1334); und im Zustande der Starrheit (den sie fast alle annehmen können) halten sie ihre Stelle fest und bieten keine neue Erscheinung dar (426), oder, wenn es der Fall ist, in so geringem Grade, dafs es fast ganz ohne Belang ist. Im flüssigen Zustand gehören sie auch in dieselbe Klasse, so lange die elektrische Intensität unter einer gewissen Stufe bleibt; allein bei einer gegebenen, für jeden Elektrolyt bestimmten und für alle sehr schwachen Intensität, spielen sie eine neue Rolle, bewirken Entladung im Verhältnifs (783) zur Entwicklung gewisser chemischen Effecte von Verbindung und Zersetzung, und bei diesem Punkt treten sie aus der allgemeinen Klasse von Isolatoren und Conductoren, um eine eigenthümliche zu bilden. Die ersteren Erscheinungen sind bereits betrachtet worden (1320. 1338); ich habe also nur noch die letzteren durchzusehen und als Beweis für die vorgeschlagene Vertheilungstheorie zu benutzen.

1345. Die Theorie nimmt an, dafs die Theilchen des *Dielectricum* (jetzt ein Elektrolyt) im ersten Augenblick durch die gewöhnliche Vertheilungswirkung in einen Polarisationszustand gebracht und bis zu einem gewissen Grad von Spannung oder Intensität gesteigert werden, bevor die Entladung anfängt. Der Vertheilungszustand ist in der That eine *nothwendige Vorläuferin* der Entladung. Benutzt man die geeigneten Umstände, so wird es nicht schwer halten die diesen Vertheilungszustand anzeigende Spannung zu erhöhen und so den Zustand selbst sichtbarer zu machen. Wenn z. B. destillirtes Wasser angewandt und eine lange schmale Portion des-

selben zwischen die Elektroden einer kräftigen Volta'schen Batterie gebracht wird, so bekommt man sogleich Anzeigen von der Intensität, welche an diesen Elektroden, vermöge der Vertheilungswirkung durch das Wasser, als di-elektrisches Mittel, sich erhalten kann, denn man kann Funken bekommen, Goldblätter zum divergiren bringen, und Leidner Flaschen laden. Das Wasser ist im Zustand des Wallraths (1322. 1323) ein schlechter Leiter und ein schlechter Isolator; es isolirt vermöge Vertheilung, und diese ist die Vorbereiterin und Vorläuferin der Entladung (1338).

1346. Die an den Enden der Wasserportion in Richtung des Stroms erscheinende Vertheilung und Spannung sind nur die Summen der Vertheilungen und Spannungen an den zwischen diesen Gränzen liegenden Punkten; und diese Begränzung der inductiven Spannung zeigt bis zu einem Grad (indem dabei jedesmal Zeit ein wichtiges Element des Resultats ist), dafs wenn die Theilchen einen gewissen relativen Zustand erlangt haben, eine *Entladung* oder eine der gewöhnlichen Leitung entsprechende Uebertragung der Kräfte stattfindet.

1347. Bei dem Vertheilungszustand, welchen das Wasser vor der Entladung annimmt, sind die polarisirten Theilchen Wassertheilchen, wenn Wasser als *Dielectricum* angewandt wird; allein die Entladung zwischen Theilchen und Theilchen ist nicht, wie zuvor, ein blofser Austausch ihrer Kräfte (*power or forces*) an den polaren Stellen, sondern eine wirkliche Zerfällung derselben in ihre Bestandtheile, wobei der Sauerstoff in einer Richtung fortwandert und seinen Betrag von der während der Polarisation erlangten Kraft mit sich führt, während der Wasserstoff dasselbe in entgegengesetzter Richtung thut, bis sie jeder das nächstliegende Theilchen, welches in gleichem Zustande ist wie das von ihnen verlassene, begegnen und durch Vereinigung ihrer Kräfte mit diesem dasjenige hervorbringen, was eine Entladung aus-

ausmacht. Dieser Theil der Wirkung kann als eine fortführende betrachtet werden (1319), ausgeübt durch die Bestandtheile des Dielectricums. Das letztere ist immer ein zusammengesetzter Körper (664. 823); und Diejenigen, welche über den Gegenstand nachgedacht, und mit den zuerst von Grotthufs ¹⁾ aufgestellten Ansichten der Ueberführung vertraut sind, werden leicht die Theilchen desselben vergleichen mit einer Reihe metallischer Leiter, die unter Vertheilung stehen und während sie sich in diesem Zustand befinden, in diese elementaren beweglichen Hälften theilbar sind.

1348. Die elektrolytische Entladung hängt nothwendig von der Nichtleitung des Dielectricums als Ganzes ab, und es giebt zwei Stufen oder Acte in dem Vorgang: erst eine Polarisation der Theilchen des Körpers und dann eine Schwächung der Kräfte durch die Trennung, hierauf Vorrücken in entgegengesetzten Richtungen, und Wiedervereinigung der Elemente, welche, wie es scheint, die Hälften der ursprünglich polarisirten Leiter oder Theilchen sind.

1349. Diese Ansichten von der Zersetzung der Elemente und dem darauf folgenden Entladungs-Effect, welche, für den besonderen Fall, mit denen von Grotthufs (481) und Davy (482) eins sind, aber von denen Biot's (487), De la Rive's und Anderen abweichen, scheinen mir vollständig übereinzustimmen, nicht blofs mit der von mir über die Vertheilung im Allgemeinen gegebenen Theorie, sondern auch mit allen bekannten *Thatsachen* der gemeinen Vertheilung, Leitung und elektrolytischen Entladung, und in dieser Hinsicht befestigen sie mich in dem Glauben an die Richtigkeit der aufgestellten Theorie. Die neue Art von Entladung, welche die Elektrolytisation darbietet, muß sicherlich ein Beweis von der *Wirkung angränzender Theilchen* seyn; und da diese, wie es scheint, direct abhängt von einem

1) *Ann. de chim.* LVIII p. 60 und LXIII p. 20.

vorausgegangenem Vertheilungszustand, welcher einerlei ist mit der gemeinen Vertheilung, so verstärkt sie bedeutend das Argument, welches alle Fälle von Vertheilung ebenfalls auf eine Wirkung anliegender Theilchen zurückführt (1295).

1350. Zur Erläuterung des Zustandes der polarisirten Theilchen in einem unter Vertheilung stehenden dielektrischen Mittel will ich einen Versuch beschreiben. Man bringe in ein Glasgefäß etwas klares rectificirtes Terpenthinöl und stecke zwei Drähte hinein, die da, wo sie an der Oberfläche des Terpenthinöls sind, durch Glasröhren gehen, und entweder in Knöpfen oder Spitzen enden. Man schneide sehr saubere, trockne, weisse Seide in kleine Stückchen und bringe etwas davon auch in die Flüssigkeit. Dann elektrisire man einen der Drähte durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine und entlade durch den andern. Sogleich wird die Seide von allen Theilen der Flüssigkeit sich zusammenhäufen und von einem Draht zum andern einen Streifen bilden, der bei Berührung mit einem Glasstab eine bedeutende Zähigkeit zeigt; im Augenblick jedoch, wo der Zufluss von Elektrizität aufhört, fällt der Streifen aus einander und seine Theile zerstreuen sich. Die *Leitung* der Seide ist hierbei sehr gering; und nach der besten Untersuchung, die ich anstellen konnte, ist meine Ansicht: dafs der Zusammenhang der Fasern durch die von jeder erlangten Polarität bedingt werde, genau so wie Eisentheilchen zwischen den Polen eines Hufmagneten durch eine ähnliche Anordnung der Kräfte zusammengehalten werden. Die Seidetheilchen sind hier also ein Abbild von dem Zustand der Molecule in einem Dielectricum, welches ich als polar betrachte, gerade wie es die Seide ist. In allen Fällen von Leitungs-Entladung vermögen die an einander gränzenden polarisirten Theilchen des Körpers eine Neutralisation ihrer Kräfte mit gröfserer oder geringerer Leichtigkeit zu bewirken, wie es auch die Seide

in sehr geringem Grade thut. Weiter sind wir nicht im Stande die Parallele fortzuführen; es sey in der Einbildung; könnten wir indess jedes Seidetheilchen in zwei Hälften theilen, und jede Hälfte fortwandern lassen, bis sie eine Hälfte in einem entgegengesetzten Zustand träge und sich mit ihr vereinigte, so würde sie dann ihr Fortführungs-Vermögen (1347) ausüben und in so weit eine elektrolytische Entladung vorstellen.

1351. Angenommen die elektrolytische Entladung sey eine Folge vorausgegangener Vertheilung, — wie deutlich weisen nicht dann ihre zahlreichen Fälle auf eine Vertheilung in krummen Linien (1216), auf die divergirende oder laterale Wirkung der Linien der Vertheilungskraft (1231) hin, und verstärken so jenen Theil des allgemeinen Arguments in dem früheren Aufsatz! Wenn zwei Platinkugeln, welche die Elektroden einer Volta'schen Batterie bilden, in ein großes Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure gestellt werden, so überzieht sich das Ganze der Oberflächen mit den respectiven Gasen in schön abgemessenen Verhältnissen, und ohne Schwierigkeit begreift man die Richtung der Entladungscurven, und selbst die Intensität der Kraft der verschiedenen Linien durch die an verschiedenen Stellen der Oberfläche entwickelte Gasmenge. Hier hat man die allgemeinen Effecte der Diffusion; das Auftreten der Anionen und Kathionen an den Ecken und den Rückseiten der Elektroden, wenn diese die Form von Platten haben; die Art, wie der Strom oder die Entladung allen auch wie unregelmäßigen Gestalten des Elektrolyten folgt. Hier auch die Erscheinungen, welche Nobile in seinen Aufsätzen über die Verbreitung der Ströme in leitenden Massen so schön untersucht und beschrieben hat ¹). Alle diese Erscheinungen zeigen die Richtung der in den und durch die di-elektrischen Körper gehenden Ströme oder Entladungen an, und diesen *gehen* jedesmal entsprechende

1) *Biblioth. univers.* 1835, *LIX*, p. 263. 416.

Vertheilungswirkungen der an einander gränzenden Theilchen *voraus*.

1352. Hieraus ergibt sich auch der Vortheil bei schwachen erregenden Kräften, die Masse der Elektrolyten zu vergrößern, das Zink von dem Kupfer umschließen zu lassen. — Alles steht in Uebereinstimmung mit der Vertheilungstheorie, welche ich zu untersuchen bemüht bin. Ich sehe bis jetzt keine Thatsache gegen sie.

1353. Es giebt viele Punkte in der *elektrolytischen Entladung*, welche noch eine genaue Untersuchung erfordern. Ich kann sie hier nur leicht berühren; indessen so weit ich sie untersucht habe, stehen sie nicht in Widerspruch mit der gefassten Ansicht (denn ich habe sorgfältig, wiewohl vergebens, nach solchen Fällen gesucht), und es ist nur Mangel an Zeit, der mich verhindert, sie hier näher zu betrachten.

1354. Einer dieser Punkte besteht darin, daß verschiedene Elektrolyte oder di-elektrische Körper verschiedene Anfangs-Intensitäten zu ihrer Zersetzung erfordern (912). Dies kann abhängen von dem Grade der Polarisation, welche die Theilchen erfordern, ehe die elektrolytische Entladung beginnt. Es steht in directer Beziehung zur chemischen Verwandtschaft der betreffenden Substanzen, und wahrscheinlich auch in Beziehung zum specifischen Vertheilungsvermögen derselben (1252. 1296).

1355. Ein anderer Punkt ist die Erleichterung der elektrolytischen Leitung oder Entladung durch Zusatz gewisser Substanzen zu der angewandten di-elektrischen. Diese Erscheinung ist besonders beim Wasser auffallend, doch hat man bis jetzt kein allgemeines Gesetz bei diesen Phänomenen entdecken können. So erhöhen Säuren, wie Schwefelsäure, Phosphor-, Salpeter-, Kleesäure die Kraft (*power*) des Wassers ungeheuer, während andere, wie Wein- und Citronensäure, es nur in geringem Grade thun, und wiederum andere, wie Essig- und Borsäure, keine

merkliche Veränderung in den Angaben des Voltameters hervorbringen (739). Reines Ammoniak bewirkt nichts, wohl aber kohlen-saures. Aetzende und kohlen-saure Alkalien geben eine schöne Wirkung. Schwefelsaures Natron, Salpeter (753) und viele andere lösliche Salze wirken stark. Quecksilbercyanid und Quecksilberchlorid, Jod, Gummi und Zucker zeigen im Voltameter keine Wirkung. In vielen Fällen wird die hinzugefügte Substanz entweder direct oder indirect angegriffen, und dann sind die Erscheinungen verwickelter; dergleichen Substanzen sind Salzsäure (758), lösliche Protochloride (766), Jodide (769), Salpetersäure (752) u. s. w. In anderen Fällen ist die hinzugefügte Substanz für sich kein Leiter der Kräfte der Volta'schen Batterie, und dennoch giebt und empfängt sie Kraft (*power*), wenn sie mit Wasser vermischt ist. Hr. De la Rive hat diefs Resultat bei der schwefligen Säure ¹⁾, beim Jod und Brom beobachtet ²⁾; Arsenikchlorür verhält sich eben so. Ein weit auffallenderes Beispiel von solchem Einflufs bietet die Schwefelsäure dar (681); und wahrscheinlich verhält sich auch so die Phosphorsäure.

1356. In den Fällen, wo jene Körper an sich keine Veränderung erleiden, wie Schwefelsäure (und vielleicht in allen Fällen) könnte es scheinen, als afficirten sie das Wasser in seinem Leitungsvermögen blofs als Electrolyt; denn es mag wenig oder viel erhöht seyn, so ist doch die Zersetzung proportional der durchgehenden Elektrizitätsmenge (727. 730), und die Ueberführung entspringt also aus elektrolytischer Entladung. Diefs stimmt überein mit der in Betreff des Wassers schon angegebenen Thatsache (984), dafs das Leitungsvermögen nicht erhöht wird für eine Elektrizität von geringerer Kraft

1) *Biblioth. univers. XL*, p. 205. — Kemp sagt, schweflige Säure sey ein sehr guter Leiter. *Quarterly Journ.* 1831, p. 613.

2) *Annal. de chim. et de phys. XXXV*, p. 161 (*Annalen Bd. XV*, S. 526).

als die elektrolytische Intensität der Substanz, die als Di-electricum wirkt; allein beide Thatsachen (und einige andere) widersprechen der Meinung, die ich früher äufserte, dafs das Vermögen der Salze u. s. w. davon abhängig sey, dafs sie bei Lösung in dem angewandten Wasser den flüssigen Zustand annehmen (410). Vielleicht könnte die Erscheinung mit Unterschieden des specifischen Vertheilungsvermögens zusammenhängen und darin ihre Erklärung finden.

1357. Im letzten Aufsatz habe ich Fälle beschrieben, wo Schellack durch Absorption von Ammoniak leitend wurde (1294). Dasselbe geschieht mit Salzsäure; dennoch sind beide Substanzen im Gaszustand Nichtleiter, Ammoniak sogar auch in concentrirter Lösung (748). Harris hat Fälle erwähnt ¹⁾, wo das Leitungsvermögen der Metalle durch eine geringe Legirung mit anderen bedeutend abgeändert wird. Diefs hat wohl keine Beziehung zu den früheren Fällen, verdient indess bei einer allgemeinen Untersuchung, die der Gegenstand erfordert, nicht übersehen zu werden.

1358. Nichts ist vielleicht auffallender in der Klasse von di-elektrischen Körpern, die wir Elektrolyte nennen, als die ungewöhnliche und fast vollständige Aufhebung ihrer eigenthümlichen Entladungsweise nach Annahme des *starren* Zustandes (380. etc.), selbst wenn die Intensität der durch sie wirkenden Vertheilung um's Hundertfache und mehr gesteigert worden ist (419). Diefs errichtet nicht nur eine sehr allgemeine Beziehung zwischen den physischen Eigenschaften dieser Körper und der vertheilend durch sie wirkenden Elektrizität, sondern verknüpft auch ihre physischen und chemischen Beziehungen so mit einander, dafs wir hoffen dürfen, im Kurzen den Einflufs, den sie wechselseitig auf einander ausüben, vollständig zu begreifen.

1) *Phil. Transact.* 1827, p. 22.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

III. *Zwölfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität;*
von Hr. Michael Faraday.

(Fortsetzung von S. 54.)

IX. *Zerreissende Entladung und Isolation.*

1359. Die nächste Form der Entladung habe ich durch den Beinamen der *zerreisenden* unterschieden (1319), da sie die Theilchen, unter welchen und durch welche sie plötzlich hervorbricht, immer mehr oder weniger verschiebt. Ich begreife darunter die Entladung in Gestalt von Funken, Lichtbüscheln und Glimmen (*glow*) (1405), schliesse aber aus die Fälle von Strömen in Luft, Flüssigkeiten u. s. w., da diese, obwohl die ersteren häufig begleitend, wesentlich anderer Natur sind.

1360. Die Bedingungen zur Erzeugung eines elektrischen Funkens in der einfachsten Gestalt sind bekannt. Zwei leitende Flächen, die im entgegengesetzten Elektrizitätszustand befindlich sind, müssen einen isolirenden di-elektrischen Stoff einschliessen, und wenn dann die Einwirkungen fortdauernd verstärkt oder anderweitig befördert werden, indem man entweder den Elektrizitätszustand beider Leiter erhöht oder dieselben näher zusammenbringt, oder die Dichtigkeit des di-elektrischen Stoffs verringert, erscheint zuletzt ein *Funke*, und die beiden Kräfte sind zur Zeit vernichtet, da eine Entladung stattgefunden hat.

1361. Die Leiter (welche als Begränzer (*termini*) der Vertheilungswirkung angesehen werden können), sind in den meisten Fällen Metalle, während als di-elektrische Körper in der Regel gemeine Luft und Glas ange-

wandt werden. Bei meiner Vertheilungstheorie wird indess jeder di-elektrische Körper von Wichtigkeit; denn da die Resultate als wesentlich von diesen Körpern abhängig betrachtet werden, so stand zu vermuthen, daß sich bei näherer Untersuchung früher nicht geahnete Unterschiede in der Wirkung zeigen, und dadurch neue Thüren zu Entdeckungen auf dem ausgedehnten Felde unserer Wissenschaft eröffnen würden. Diese Hoffnung unterhielt sich besonders in Bezug auf die Gase, wegen deren hohen Isolationsvermögens, Gleichförmigkeit in physischer Beschaffenheit und großer Verschiedenheit in den chemischen Eigenschaften.

1362. Alle Wirkungen vor der Entladung sind vertheilender Art; und der Spannungsgrad, welcher dem Erscheinen des Funkens vorausgehen muß, ist bei der jetzt beabsichtigten Prüfung meiner Vertheilungstheorie ein sehr wichtiger Punkt; es ist die Gränze des Einflusses, welchen der di-elektrische Körper beim Widerstehen der Entladung ausübt. Es ist folglich ein Maass des Beharrungsvermögens der di-elektrischen Substanz, welches seinerseits als ein Maass, und daher als ein Ausdruck der Intensität der in Thätigkeit begriffenen elektrischen Kräfte betrachtet werden kann.

1363. Viele Physiker haben die Umstände dieser begränzenden Wirkung in der Luft untersucht; allein, was die Genauigkeit und Ausdehnung der Untersuchungen betrifft, hat Keiner, meines Wissens, Hrn. Harris erreicht¹⁾. Einige seiner Resultate muß ich hier kurz erwähnen, voraus bemerkend, daß sie alle mit Anwendung von Luft als di-elektrisches Mittel zwischen den leitenden Flächen erhalten worden sind.

1364. Zuerst untersuchte er den *Abstand* der gebrauchten Kugeln, oder, anders gesagt, die *Dicke* des di-elektrischen Körpers, durch welchen hin die Vertheilung

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 225.

lung unterhalten wurde. Die zur Erzeugung einer Funken-Entladung erforderliche Elektrizitätsmenge der geladenen oder vertheilenden Kugel, gemessen durch eine Maafsflasche (*unit jar*) oder sonst nach einem mit dieser Flasche identischen Princip, ergab sich genau im Verhältniß stehend mit dem gegenseitigen Abstand der Kugeln oder der entladenden Spitzen, und zwar unter sehr verschiedenen und genauen Formen des Experiments ¹).

1365. In Bezug auf *Druck* oder *Dichtigkeit* der Luft fand er, dafs die Elektrizitätsmengen, welche zur Hervorbringung einer Entladung durch einen *constanten* Zwischenraum erforderlich waren, sich genau wie die Dichtigkeiten verhielten. Wenn also die Elektrizitätsmenge dieselbe blieb, standen der Zwischenraum und die Dichtigkeit der Luft im einfachen umgekehrten Verhältniß zu einander; bei doppeltem Zwischenraum ging dieselbe Menge über, wenn die Luft bis zur Hälfte verdünnt war ²).

1366. Es ist dabei zu erinnern, dafs diese Wirkungen stattfinden, ohne dafs die vertheilende Kraft irgend eine Veränderung durch die Verdichtung oder Verdünnung erfährt. Diese Kraft bleibt sich gleich in Luft ³) und in allen Gasen (1284. 1292), wie auch deren Verdünnungsgrad seyn mag.

1367. Eine *Temperaturänderung* der Luft war ohne Einfluß auf die Elektrizitätsmenge, welche zur Hervorbringung einer Entladung durch einen gegebenen Zwischenraum erforderlich war ⁴).

Das sind unter Hrn. Harris's Resultaten die, welche ich für jetzt gebrauche, und sie scheinen mir unzweifelhaft.

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 225.

2) Ebendaselbst, p. 229.

3) Ebendaselbst, p. 237. 244.

4) Ebendaselbst, p. 230.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXXVII.

1368. In der auf eine Molecularthätigkeit des Dielectricums begründeten Vertheilungstheorie haben wir den Zustand dieses Körpers besonders wegen der Ursache und der Bedingungen obiger Wirkungen in Betracht zu nehmen. Nach der Voraussetzung befinden sich die Theilchen des di-elektrischen Körpers während der Vertheilung in einem Polarisationszustande, und die Spannung dieses Zustandes steigt in jedem Theilchen höher, so wie die Vertheilung gesteigert wird, entweder durch gegenseitige Annäherung der vertheilenden Flächen, Formveränderungen, Verstärkung der ursprünglichen Kraft oder andere Mittel, bis zuletzt, wenn die Spannung der Theilchen den höchsten Grad, den sie ohne Umsturz der ganzen Anordnung ertragen können, erreicht haben, sogleich darauf eine Entladung eintritt.

1369. Die Theorie setzt jedoch nicht voraus, daß *alle* Theilchen des unter Vertheilung stehenden Dielectricums in gleichem Grade ergriffen werden oder eine gleiche Spannung erlangen. Was Seitenwirkung der Linien der Vertheilungskraft (1231 und 1297), und divergirende und zufällig gekrümmte Form dieser Linien genannt wurde, spricht gegen diese Annahme. Die Idee ist: daß, durch *sämmtliche* Linien der Vertheilungskraft gehend, jeder Querschnitt des Dielectricums an Summe der Kräfte jedem anderen Querschnitt gleich sey, mithin der Gesamtbetrag der Spannung in jedem solchen Querschnitt gleich sey.

1370. Entladung tritt wahrscheinlich ein, nicht wenn alle Theilchen einen gewissen Grad von Spannung erreicht haben, sondern wenn das meist ergriffene Theilchen bis zu dem Umsturz- oder Wendepunkt (*subverting or turning point*) (1410) gesteigert worden ist. Denn obwohl *alle* Theilchen in der Vertheilungslinie der Ladung widerstehen und in ihren Wirkungen so verknüpft sind, daß sie eine Summe von Widerstandskräften geben, so müssen doch, wenn irgend eins bis zum

Sturzpunkt (*overturning point*) gebracht ist, bei einem Funken zwischen Kugel und Kugel *alle* nachgeben. Das Weichen (*breaking down*) des einen (Theilchens) muß nothwendig den Umsturz des ganzen Dammes (*barrier*) nach sich ziehen; denn er befand sich auf dem höchsten Grad des Widerstands, als er, neben den übrigen Theilchen, von jenem einen Theilchen unterstützt wurde, und diese Stütze ist nun fort. Daher kann *Spannung* oder *Intensität* ¹⁾, gemäß der Theorie, als ein besonderer Zustand der Theilchen, oder als der Betrag ihrer gezwungenen Abweichung von dem normalen Zustand betrachtet werden.

1371. Der Gesamt-Effect zwischen einem geladenen Leiter und einem entfernten, isolirten oder nicht isolirten, Leiter entspringt, nach meiner Theorie, aus einer Wirkung, die von Theilchen zu Theilchen des dazwischenliegenden und isolirenden Dielectricums fortgepflanzt wird, und die Theilchen werden betrachtet, als zur Zeit in einen Zwangszustand versetzt, aus welchem sie streben in ihren normalen oder natürlichen Zustand zurückzukehren. Die Theorie scheint daher eine leichte Erklärung des Einflusses der *Entfernung* auf die Vertheilung zu liefern (1303. 1364). So wie die Entfernung abnimmt, wächst die Vertheilung; denn dann sind in der Linie der Vertheilungskraft weniger Theilchen, die sich der Annahme des Zwangs- oder Polarisationszustands widersetzen, und so umgekehrt. So wie der Abstand abnimmt, geschieht ferner die Entladung bei einer geringeren Ladung von Elektrizität; denn, wenn, wie bei Harris's Versuchen (1364), der Zwischenraum auf die Hälfte verringert wird, ist zur Entladung nur halb so viel Elektrizität erforderlich als bei dem ursprünglichen Zwischenraum, und einleuchtend ist, dafs dann auch nur

1) Siehe Harris über einen vorgeschlagenen besonderen Begriff dieser Ausdrücke. *Phil. Transact.* 1834, p. 222.

halb so viel Theilchen dazwischen sind, die ihre Kräfte zum Widerstande gegen die Entladung vereinigen.

1372. Das Vergrößern der bei dem Act der Vertheilung einander gegenüberstehenden Leitungsflächen, bewirkt, wenn der Zufluss der Elektrizität beschränkt ist, eine Schwächung der Vertheilung; und dies ergibt sich als eine natürliche Folge des vergrößerten Flächenraums des Dielectricums, durch welches hin die Vertheilung geschieht. Denn bei Ausbreitung der vertheilenden Wirkung, welche anfangs durch einen Querschnitt des Dielectricums von einem Quadratzoll ausgeübt wurde, auf einen solchen Querschnitt von zwei oder drei Quadratzoll werden zwei oder drei Mal so viel Theilchen des Dielectricums in den Polarisationszustand versetzt und zur Unterhaltung der vertheilenden Wirkung verwandt. Die Spannung der kleineren Anzahl, auf welcher die beschränkte Kraft ursprünglich angehäuft war, muß also in einem verhältnismäßigen Grade sinken.

1373. Aus demselben Grunde muß eine Verringerung der gegenüberstehenden Flächen, selbst bis zur Zurückführung auf bloße Spitzen, die Intensität erhöhen. Allein in diesem Fall ist die Spannung der Theilchen des Dielectricums zunächst an den Spitzen höher als die der Theilchen in der Mitte, wegen der Seitenwirkung und dadurch erfolgenden Bauchung der Linien der Vertheilungskraft in dem mittleren Abstand (1369).

1374. Dafs die Vertheilungs-Effecte an einer Spitze p oder an einer kleinen Fläche, wie das zugerundete Ende eines Stabes, einer großen Fläche gegenüber stärker sind als bei einer Kugel oder Platte, die in gleichem Abstände einer anderen Spitze oder einem anderen Ende gegenübersteht, stimmt hiemit ebenfalls überein (1302). Denn im letzteren Fall wird die kleine Fläche p nur von denjenigen Theilchen ergriffen, die durch die eben so kleine Fläche des gegenüberstehenden Leiters in den Vertheilungszustand versetzt ist, wogegen, wenn diese

eine Kugel oder Platte ist, die Linien der Vertheilungskraft gleichsam auf das Ende p concentrirt sind. Obwohl nun die Theilchen des Dielectricums gegen die große Fläche einen weit schwächeren Spannungszustand besitzen mögen als die gegen die ähnliche kleinere Fläche, so sind deren auch weit mehre vorhanden, und da die Linien der Vertheilungskraft gegen einen Punkt convergiren, so vermögen sie, den näher der kleinen Fläche in einem Querschnitt liegenden Theilchen (1369) einen dem ihrigen gleichen, und folglich für jedes einzelne Theilchen höheren Betrag von Spannung mitzutheilen, so daß an der Oberfläche des kleineren Leiters die Spannung eines Theilchens sehr steigt, und, wenn der Leiter in einer Spitze endigt, die Spannung, wenn sie nicht, wie zuvor (1368), begränzt wäre, bei der Entladung zu einem unendlichen Grad steigen würde. Die Natur der Entladung aus kleinen Flächen oder Spitzen, die unter Vertheilung stehen, wird späterhin (1425 etc.) betrachtet werden.

1375. *Verdünnung* der Luft ändert die *Intensität* der vertheilenden Wirkung nicht (1284. 1287); auch giebt es, so weit ich sehen kann, keinen Grund, warum sie es thun sollte. Wenn Elektrizitätsmenge und Abstand gleich bleiben und die Luft auf die Hälfte verdünnt worden, so ist zwar eine Hälfte der Theilchen des Dielectricums entfernt; allein die zurückgebliebene Hälfte nimmt in ihrer Polarität die doppelte Spannung an; deshalb sind die Vertheilungskräfte balancirt, und das Resultat bleibt dasselbe, so lange als die Vertheilung und Isolation unterhalten werden. Allein bei der *Entladung* verhält es sich ganz anders; denn da nur halb so viel dielektrische Theilchen in der verdünnten Atmosphäre da sind, so werden diese schon durch die Hälfte der früheren Elektrizitätsmenge zur Entladungs-Intensität gebracht. Es erfolgt daher Entladung, und diese Folge-

rung aus der Theorie steht im vollen Einklang mit Hrn. Harris's Resultaten (1365).

1376. Dafs bei gleichem Abstände eine *Verstärkung* der Elektricität erforderlich ist, wenn der Druck oder die Dichte der Luft vergrößert wird, folgt eben so und nach denselben Grundsätzen aus der Moleculartheorie.

1377. Hier hat, glaube ich, meine Vertheilungstheorie einen entschiedenen Vorzug vor den übrigen, besonders vor der, welche das Verbleiben der Elektricität auf der Oberfläche von Leitern in Luft dem *Druck der Atmosphäre* zuschreibt. Die letztere, von Poisson und Biot angenommene Theorie ist, glaube ich, die allgemein herrschende ¹⁾, und doch verknüpft sie zwei so unähnliche Dinge, wie die wägbare Luft und die feine, und selbst hypothetische Flüssigkeit (oder Flüssigkeiten) der Elektricität durch die Bande eines bloßen statischen Drucks. Meine Theorie dagegen geht sogleich davon aus, dafs sie die elektrischen Kräfte mit den Körpertheilchen verknüpft; sie entnimmt alle ihre Beweise und selbst ihren Ursprung in erster Instanz von dem Experiment, und dann scheint sie, ohne alle weitere Voraussetzung, von diesen und vielen anderen sonderbaren und, ich glaube, bisher unbeachteten Erscheinungen eine vollständige Erklärung zu liefern.

1378. Noch ein wichtiger experimenteller Grund entspringt aus der Verschiedenheit der Vertheilungsfähigkeit der verschiedenen di-elektrischen Körper (1269. 1274. 1278). Man denke sich eine positiv elektrisirte Kugel, isolirt in der Mitte einer anderen gröfseren nicht isolirten Kugel aufgestellt, und dazwischen ein gleichförmiges Dielectricum, wie Luft. Der Fall ist genau der meines Apparats (1187) und auch in der That der ir-

1) *Enc. Britann. Suppl. Vol. IV Article Electricity, p. 76. 81.*
(Auf die Unrichtigkeit dieser Ansicht wurde schon in dies. Annalen, Bd. XXXI S. 99, aufmerksam gemacht. P.)

gend einer elektrisirten Kugel, die in einem Zimmer, etwas entfernt von unregelmäßig gestalteten Leitern befindlich ist. Unter diesen Umständen ist die Elektrizität (so zu sagen) gleichförmig auf der Oberfläche der elektrisirten Kugeln verbreitet. Bringt man aber ein Di-electricum, wie Schwefel oder Schellack in den Raum zwischen den beiden Leitern oder an eine Seite oder gegenüber einer Stelle der inneren Kugel, so wird die Elektrizität sogleich auf der letzteren ungleichmäßig vertheilt (1229. 1270. 1309), obschon die Gestalt der leitenden Oberflächen, die Abstände derselben und der *Druck* der Luft vollkommen unverändert bleiben.

1379. Fusinieri bildete sich eine andere Ansicht als die von Poisson, Biot und Anderen, aus dem Grunde, weil Verdünnung der Luft ein leichtes Entweichen der Elektrizität veranlafst. Er betrachtet die Wirkung als entspringend aus der Entfernung des *Hindernisses*, welches die Luft der Expansion der Substanzen, aus welchen die Elektrizität übergeht, darbietet ¹⁾. Allein Kugeln von Platin zeigen im Vacuo die Erscheinungen so gut als solche von flüchtigen Metallen und anderen Substanzen. Ueberdies entweicht die Elektrizität, wenn die Verdünnung sehr beträchtlich ist, fast ohne Widerstand und ohne merkliche Wärme-Entwicklung. Ich glaube daher, daß auch Fusinieri's Ansicht wenig Beifall finden könne.

1380. Ich habe wohl nicht nöthig auf das Entladungs- und Einsaugungs- (*Collecting*) Vermögen der Flamme zu verweisen. Ich glaube mit Harris, daß die Wärme an sich nichts bewirkt (1367), sondern nur die Luftverdünnung von Einfluß ist. Die Wirkung einer Verdünnung ist schon im Allgemeinen betrachtet (1375), und die, erzeugt durch die Hitze eines brennenden Lichts mit zugespitzten Docht und dem damit verknüpften Fort-

1) *Bibl. univers.* 1831, *XLVIII*, p. 375.

führungsvermögen kohligter Theilchen, sind vollkommen hinreichend alle diese Erscheinungen zu erklären.

1381. Wir sind nun zu der wichtigen Frage gelangt, wie in Gasen, welche gleichen physischen Zustand, *gleichen Druck* und *gleiche Temperatur* wie die Luft besitzen, nur in specifischem Gewicht und chemischen Eigenschaften verschieden sind, die zur Isolation und Zerreißungs-Entladung erforderliche Vertheilungs-Spannung unterhalten wird.

1382. In diese Frage kann ich für jetzt nur in sofern eingehen, als sie wesentlich ist für den vorliegenden Satz, daß Isolation und Vertheilungs-Spannung nicht bloß von den angewandten geladenen Leitern abhängt, sondern auch, und hauptsächlich, von dem dazwischen befindlichen Dielectricum, in Folge der Molecular-Action von dessen Theilchen.

1383. Eine Glasflasche *a* (Taf. I Fig. 13 giebt sie in $\frac{1}{6}$ der wahren Größe), von welcher Hals und Boden abgeschnitten, war durch zwei abgeschliffene Messingplatten verschlossen. In der Stopfbüchse auf *b* saß ein verschiebbarer Stab *d*, der unten in einer Messingkugel und oben in einem Ringe endete. Die untere Platte war versehen mit einem Fufs *e*, einem Hahne *f* und einer Dille *g*, auch mit einer Messingkugel *l*, welche mittelst eines durch die Dille gehenden Stifts in verschiedenen Höhen befestigt werden konnte. Die metallischen Theile dieses Apparats waren nicht gefirnißt; allein das Glas mit einer Schicht von zuvor in Alkohol aufgelöstem Schellack überzogen. Das Gefäß konnte, nachdem es ausgepumpt worden, mit einem beliebigen Gase gefüllt werden, und dieses Gas wurde zuvor durch geschmolzenes Chlorcalcium getrocknet.

1384. Der andere Theil des Apparats bestand aus zwei isolirten Stützen *h* und *i*, an denen zwei Messing-

kugeln befestigt waren; durch diese gingen zwei verschiebbare Stäbe k und m , die an beiden Seiten in Messingkugeln endeten; n war das Ende eines isolirten Conductors, welcher durch eine Elektrisirmaschine positiv oder negativ gemacht werden konnte; o und p waren Drähte zur Verbindung desselben mit den zuvor beschriebenen Theilen; q war ein Draht, welcher die beiden entgegengesetzten Seiten der Nebenvorrichtungen verband, und auch mit einer guten Entladungs-Leitung r (292) in Verbindung stand.

1385. Klar ist, daß die Entladung der Maschinen-Elektricität entweder zwischen s und l oder S und L übergehen konnte. Bei den ersten Versuchen war die Anordnung so, daß der Abstand zwischen s und l *ungeändert* blieb, aber ein Gas nach dem andern in das Gefäß α gebracht, und die Entladung an der einen Stelle gegen die an der andern *aequilibriert* wurde; denn wenn man den Zwischenraum u hinlänglich verringerte, mußte offenbar alle Entladung hier geschehen, eben so wie sie, bei hinreichender Vergrößerung dieses, gänzlich am Zwischenraum v im Recipienten vor sich gehen mußte. Es ist einleuchtend, daß man auf diese Weise den veränderlichen Zwischenraum u als Maass nehmen konnte, oder vielmehr als Anzeiger des Widerstandes bei der Entladung durch das Gas am constanten Zwischenraum v . Folgendes sind die constanten Dimensionen:

Kugel s	0,93 Zoll	Kugel l	2,02 Zoll
Kugel S	0,96 -	Kugel L	1,95 -
		Zwischenraum v	0,62 -

1386. Bei Anstellung der Versuche ergab sich, daß wenn sich Luft oder sonst ein Gas im Recipienten α befand, der Zwischenraum kein fester war. Er konnte um ein Gewisses geändert werden, und dennoch erschienen dort oder bei v im Recipienten Funken. Man zeichnete die Gränzwerthe auf, d. h. den größten Abstand, bei dem noch eben die Entladung *immer* bei v im Gase statt-

fund, und den kleinsten Abstand, bei dem noch eben die Entladung immer bei u in der Luft geschah. So waren die Gränzwerte bei u , wenn Luft im Recipienten war, 0,56 und 0,79 Zoll; innerhalb der 0,23 Zoll sprangen die Funken bald an dem einen, bald an dem andern Zwischenraum über.

1387. Die kleinen Kugeln konnten durch die Maschine entweder positiv oder negativ gemacht werden, und da es sich ergab, wie zu erwarten war, daß die Gase sich in Bezug auf diese Veränderung verschieden verhielten, so wurden die dabei erhaltenen Resultate ebenfalls aufgezeichnet.

1388. Folgende Tafel enthält einige solcher Resultate. Die angeführten Gase befanden sich nach einander in dem Gefäße a . Die Zahlen bezeichnen in Zollen den kleinsten, größten und mittleren Zwischenraum bei u in Luft; der Zwischenraum bei v betrug beständig 0,62 Zoll.

	Kleinsten.	Größten.	Mittleren.
Luft, s und S positiv	0,60	0,79	0,695
dito s und S negativ	0,59	0,68	0,635
Sauerstoff, s und S negativ	0,41	0,60	0,505
dito s und S positiv	0,50	0,52	0,510
Stickstoff, s und S positiv	0,55	0,68	0,615
dito s und S negativ	0,59	0,70	0,645
Wasserstoff, s und S positiv	0,30	0,44	0,370
dito s und S negativ	0,25	0,30	0,275
Kohlensäure, s und S positiv	0,56	0,72	0,640
dito s und S negativ	0,58	0,60	0,590
Öelbildendes Gas, s und S pos.	0,64	0,86	0,750
dito - s und S neg.	0,69	0,77	0,730
Steinkohlengas, s und S pos.	0,37	0,61	0,490
dito s und S neg.	0,47	0,58	0,525
Salzsäuregas s und S pos.	0,89	1,32	1,105
dito s und S neg.	0,67	0,75	0,720

1389. Die obigen Resultate wurden alle zur selben Zeit erhalten. Fernerweitige Versuche gaben im Allgemeinen, was die Ordnung betraf, dieselben Resultate, doch nicht in den Zahlen. So fand sich:

Wasserstoff, <i>s</i> und <i>S</i> pos.	0,23	0,57	0,400
Kohlensäure, <i>s</i> und <i>S</i> pos.	0,51	1,05	0,780
Oelbildendes Gas, <i>s</i> und <i>S</i> pos.	0,66	1,27	0,965.

Den Unterschied der Barometerstände an den Tagen der Versuche habe ich nicht aufgezeichnet.

1390. Man hätte erwarten sollen, es gäbe nur zwei Abstände, einen für jeden Zwischenraum, bei welchen die Entladung entweder an dem einen oder anderen geschehen wäre, und es würde die geringste Aenderung an einem, ein beständiges Vorwalten des einen über den andern bewirkt haben. Allein dies ist unter den gewöhnlichen Umständen nicht der Fall. Mit Luft im Gefäß stieg die Veränderung beinahe auf 0,2 Zoll an dem kleineren Zwischenraum von 0,6, und mit Salzsäuregas betrug sie mehr als 0,4 an dem kleineren Zwischenraum 0,9. Wie geschieht es, daß ein fester Zwischenraum einen Funken, der zur selben Zeit nicht 0,6 Luft durchspringen kann, durchläßt, während er unmittelbar darauf und anscheinend unter genau denselben Umständen einen Funken, der durch 0,8 Luft gehen kann, nicht durchläßt?

1391. Wahrscheinlich rührt ein Theil dieser Veränderung von in der Luft schwebenden Staubtheilchen her, die in und um den Strom gezogen werden, vielleicht auch von einem veränderlichen Ladungszustand des Glasgefäßes *a*. Daß die ganze Wirkung nicht auf den Einfluß von Umständen in dem Gefäße *a* zurückführbar ist, ergibt sich aus der Thatsache, daß wenn in freier Luft Funken zwischen Kugeln erscheinen, sie häufig nicht gerade sind, sondern auf andern als dem kürzesten Wege gehen. Diese Veränderungen in der Luft selbst und an verschiedenen Theilen der nämlichen Kugeln er-

weisen das Daseyn und den Einflufs von Umständen, welche berechnet sind, Wirkungen von der hier betrachteten Art hervorzubringen.

1392. Wenn an einem der Zwischenräume einmal ein Funke übergegangen ist, so hat er gewöhnlich eine stärkere Neigung zum Erscheinen an *demselben* Zwischenraum, gleich wie wenn dort eine Vorbereitung zum Uebergange der späteren Funken gemacht wäre. So erscheinen auch, wenn man mit schnellem Drehen der Maschine fortfährt, die Funken gewöhnlich an derselben Stelle. Diese Wirkung entspringt vermuthlich zum Theil aus der von den früheren Funken bewirkten Erwärmung der Luft, zum Theil von Staub, zum Theil auch von Etwas bisher in den Umständen der Entladung noch nicht Wahrgenommenem.

1393. Ein sehr merkwürdiger, in seiner Richtung *constanter* Unterschied tritt ein, wenn mit der den Kugeln *s* und *S* mitgetheilten Elektricität vom Positiven in's Negative oder umgekehrt gewechselt wird. Er besteht darin, dafs der Umfang der Variation bei positiver Ladung der kleinen Kugeln immer gröfser ist als bei negativer. Diefs zeigt sich in der folgenden, aus den früheren Versuchen gezogenen Tafel:

Umfang der Veränderung	Positiv.	Negativ.
in Luft	0,19	0,09
- Sauerstoff	0,19	0,02
- Stickstoff	0,13	0,11
- Wasserstoff	0,14	0,05
- Kohlensäure	0,16	0,02
- ölbildendem Gas	0,22	0,08
- Steinkohlengas	0,24	0,12
- Salzsäuregas	0,43	0,08.

Ich zweifle nicht, dafs diese Zahlen eine bedeutende Berichtigung erfordern; allein das allgemeine Resultat

ist auffallend und der Unterschied in mehren Fällen sehr groß.

1394. Wiewohl in Folge der Veränderung der Schlagweite (1386) der Zwischenraum in Luft für jetzt kein Maafs des Isolations- oder Widerstandsvermögens des Gases in dem Gefäße ist, so können wir doch für gegenwärtige Zwecke den mittleren Zwischenraum als ungefähren Ausdruck jenes Vermögens ansehen. Bei Betrachtung dieser mittleren Zwischenräume, wie sie in der dritten Kolumne (1388) gegeben sind, wird sogleich einleuchtend, daß Gase, als Dielectrica angewandt, besondere elektrische Beziehungen zur Isolation, und deshalb auch zur Vertheilung besitzen, ganz andere, als man vielleicht von ihren bloßen physikalischen Eigenschaften des specifischen Gewichts oder des Drucks erwarten sollte.

1395. Zuerst ist klar, daß sie *unter demselben Druck* nicht gleich sind, indem die Unterschiede von 37 auf 110 steigen. Bei positiver Ladung der Kugeln, bei gleichen Oberflächen und gleichem Druck hat Salzsäuregas ein drei Mal größeres Isolations- oder Hemm- (*restraining*) Vermögen (1362) als Wasserstoffgas, und ein nahe doppeltes als Sauerstoff, Stickstoff und Luft.

1396. Es ist indess klar, daß die Verschiedenheit nicht aus dem specifischen Gewicht entspringt; denn obwohl Wasserstoff am tiefsten steht, und deshalb tiefer als Sauerstoff, steht Sauerstoff viel unter Stickstoff oder ölbildendem Gas; und Kohlensäure, obwohl bedeutend schwerer als ölbildendes oder Salzsäure-Gas, steht niedriger als beide; Sauerstoff als ein schweres und ölbildendes Gas als ein leichtes stehen im strengsten Contrast zu einander, und wenn wir aus Harris's Versuchen mit Luft (1365) auf ölbildendes Gas schließen dürfen, so könnte dasselbe bis zu zwei Drittel seiner gewöhnlichen Dichte oder bis zum specifischen Gewicht von 9,3 (Wasserstoff = 1) verdünnt werden, und würde

doch, ohne dieselbe Dichte und demselben Druck wie Sauerstoff zu haben, gleiches Isolationsvermögen oder gleiches Entladungs-Widerstreben wie dieses besitzen.

1397. Versuche, welche die Gleichheit der Gase in ihrem Vertheilungsvermögen erweisen, sind bereits beschrieben (1291. 1292). Diefs Resultat steht nicht im Widerspruch mit dem Daseyn grosser Unterschiede in ihrem Isolationsvermögen. Dasselbe ist bereits in Bezug auf dichte und lockere Luft bemerkt worden (1375).

1398. Hieraus entspringt ein neues Argument zum Erweise, dafs es nicht blofs der Druck der Luft seyn kann, was die Entladung verhütet oder bedingt (1377. 1378), sondern dafs es eine spezifische elektrische Eigenschaft des gasigen Mediums seyn mufs. Hieraus auch ein neuer Grund für die Theorie der molecularen Vertheilungs-Action.

1399. Wie roh die vorstehende Reihe von Versuchen auch seyn mag, so lassen sich doch noch andere Verschiedenheiten der Gase aus derselben ableiten. So geben die positive und die negative Reihe der mittleren Zwischenräume nicht dieselben Unterschiede. Es ist schon bemerkt, dafs die negativen Zahlen kleiner sind als die positiven (1393); allein ausserdem ist auch die *Ordnung* der positiven und negativen Resultate nicht gleich. Vergleicht man z. B. die Mittel-Zahlen (welche für jetzt die Isolations-Spannung bezeichnen), so erhellt, dafs in Luft, Wasserstoff, Kohlensäure, ölbildendem Gas und Salzsäure-Gas die Spannung höher steigt, wenn die kleine Kugel positiv gemacht, als wenn sie negativ ist, während in Sauerstoff, Stickstoff und Steinkohlengas das Umgekehrte stattfindet. Wiewohl nun die Zahlen nicht für genau zu erachten sind, und wiewohl Luft, Sauerstoff und Stickstoff wahrscheinlich auf der einen Seite stehen, so zeigen doch einige der Resultate, z. B. die mit Salzsäure-Gas, dafs in dieser Beziehung eine besondere Verschiedenheit zwischen den Gasen vorhanden ist.

Dies erwies sich ferner, als der Zwischenraum in Luft gleich 0",8 gemacht und das Gefäß *a* mit Luft gefüllt war; denn bei *positiver* Ladung der kleinen Kugeln *s* und *S* geschah die *ganze* Entladung durch die *Luft*, während sie bei *negativer* Ladung *ganz* durch das *Salzsäuregas* ging.

1400. So fand sich auch, daß, wenn der Conductor *n* *nur* mit dem Salzsäuregas-Apparat verbunden war, die Entladung leichter bei negativer Ladung der kleinen Kugel *s* als bei positiver geschah; denn im letzteren Fall ging viel von der Electricität als Lichtbüschel-Entladung aus dem Verbindungsdraht *p* durch die Luft; allein im ersteren Fall schien alles durch das Salzsäuregas zu gehen.

1401. Die Betrachtung der positiven und negativen Entladung durch Luft und andere Gase wird indess in dem ferneren Theile dieser oder in der nächsten Abhandlung wieder aufgenommen werden.

1402. Für jetzt muß ich diesen Theil des Gegenstands verlassen; er bezweckte nur zu zeigen, in wie weit die Gase in dem Vermögen übereinkommen oder abweichen, auf Körper, die vertheilend durch sie hin (die Gase) wirken, eine Ladung zurückzuhalten. Alle Resultate neigen dahin zu zeigen, daß die Vertheilung eine Wirkung angränzender Molecule sey (1295 etc.); allein außerdem, daß sie diesen Hauptsatz der gegenwärtigen Untersuchung bestätigen, tragen sie auch dazu bei, die specifischen Eigenschaften der gasigen Dielectrica zu enthalten; zugleich zeigen sie, daß weitere und ausgedehnte Experimental - Untersuchungen nöthig sind, dabei neue Entdeckungen als Belohnung für die erforderliche Arbeit versprechend.

1403. Gehen wir von den gasigen Dielectricis zu den flüssigen oder starren über, so muß für jetzt unser Raisonement mehr den Charakter einer bloßen Hypothese annehmen; doch erblicke ich in den Erscheinun-

gen, welche diese Körper darbieten, nichts, was der Theorie widerspräche. Nehmen wir drei Dielectrica, wie Luft, Terpenthinöl und Schellack, gebrauchen dieselben Kugeln oder Conductoren bei denselben Zwischenräumen in diesen Substanzen, und erhöhen die Intensität der Induction bis eine Entladung stattfindet, so ergiebt sich, dafs sie in der Flüssigkeit mehr als in dem Gase, und in dem Starren mehr als in dem Flüssigen erhöht werden mufs. Diefs ist nicht unvereinbar mit der Theorie; denn mit der Flüssigkeit, obgleich sich deren Theilchen fast eben so leicht als die des Gases bewegen, werden viel mehr Theilchen in einen gegebenen Zwischenraum eingeführt, und was diesen Umstand betrifft, so tritt bei Anwendung eines starren Körpers der nämliche Fall ein. Ueberdiefs wird die Cohäsion des gebrauchten Körpers einigen Einflufs ausüben; denn wiewohl die Erzeugung des Polarisationszustandes in dem Theilchen eines starren Körpers durch dessen Starrheit oder durch andere Umstände nicht verhindert, sondern im Gegentheil in einigen Fällen selbst befördert werden mag (1163. 1344), so kann doch die Starrheit einen Einflufs auf die endliche Vernichtung desselben ausüben (just so wie sie Entladung in einem Elektrolyten verhindert) und so ein weit gröfseres Steigen der Vertheilungs-Intensität zulassen.

1404. Ueberdiefs finden sich in der Fähigkeit zur Annahme des Polarisationszustandes und so auch in der zur Entladung nothwendigen Erhöhung dieser Polarität sehr wahrscheinlich specifische Verschiedenheiten bei den starren und flüssigen Körpern. Eine analoge Verschiedenheit in dem specifischen Vertheilungsvermögen ist bereits für ein Paar Substanzen (1278) in dem letzten Aufsatz nachgewiesen. Solch eine Verschiedenheit würde selbst die verschiedenen Grade des Isolations- und Leitungsvermögens verschiedener Körper erklären, und wenn sie vorhanden wäre, dem Argument zu Gunsten der Mole-

leculartheorie von der Vertheilung eine fernere Verstärkung verleihen.

(Fortsetzung folgt.)

IV. Ueber einige Fragen des Tages in der organischen Chemie; von J. Berzelius.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f. 1838.*)

Das chemische Studium der organischen Natur ist einer der interessantesten Gegenstände der Naturforschung geworden. Lange Zeit vernachlässigt, als nothwendige Folge von noch unausgebildeten Begriffen, ist es, in dem Maasse wie diese sich weiter entwickelten, ein Lieblingsstudium geworden, mit dem sich die Mehrzahl der Chemiker vorzugsweise beschäftigt. Die Fortschritte sind erstaunlich, und der Anwuchs unserer Kenntnifs darin seit den letzten zehn oder zwölf Jahren so grofs, dafs die organische Chemie eine weit ausgedebntere und umfassendere Wissenschaft geworden ist, als die ganze unvergleichlich mehr ausgearbeitete unorganische Chemie. Und wie viele der bekannten organischen Körper sind noch ununtersucht, wie viele bis jetzt unbekannte dürften nicht noch entdeckt werden!

Die Untersuchungen lieferten zahlreiche, nicht selten gute und zuverlässige Resultate, oft genug aber beurtheilt von verschiedenartigen Ansichten, welche Benennungen und Zusammenstellungen von Verbindungsverhältnissen veranlassen, deren Unvereinbarkeit zu einem Ganzen am stärksten hervortritt, wenn man versucht die zerstreuten Angaben zu sammeln und in wissenschaftlichen Zusammenhang zu bringen. Dann zeigt sich sogleich, dafs ein allgemeiner Leitfaden mangelt. Ohne

I. *Zwölfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität; von Michael Faraday.*

(Schluss von S. 289.)

1405. Nachdem wir die verschiedenen Fälle von unterhaltener Isolation in nicht leitenden di-elektrischen Körpern bis zu den höchsten Punkt, den sie erreichen können, betrachtet haben, finden wir, daß sie zuletzt mit einer *Zerreißungs-Entladung* endigen; wobei der besondere Zustand der Theilchen des Di-elektricums, der zur Fortdauer der Vertheilung nöthig war, eben so wesentlich ist zum Eintreten des Vorgangs, welcher alle Erscheinungen beschließt. Diese Entladung ist nicht nur in ihrem Ansehen und ihrer Beschaffenheit verschieden von den früher betrachteten Vorgängen (*modes*), welche eine Schwächung der Kräfte bewirken (1320. 1343), sondern auch, obwohl im Principe wirklich gleich, in sich selbst verschieden durch gewisse Charaktere, und so zeigt sie sich uns unter der Form von *Funken*, *Lichtbüscheln* und *Erglimmungen* (*glow*) (1359). Zuvörderst will ich den *Funken* betrachten, denselben jedoch für jetzt beschränkend auf den Fall der Entladung zwischen zwei engengesetzt elektrisirten leitenden Flächen.

Der elektrische Funke oder Blitz (*flash*).

1406. Der *Funke* ist eine Entladung oder Schwächung des inductiven Polarisationszustandes vieler di-elektrischer Theilchen durch eine besondere Wirkung einiger wenigen dieser Theilchen, die einen sehr kleinen und beschränkten Raum einnehmen; alle zuvor polarisirten Theilchen kehren dabei in ihren anfänglichen oder

normalen Zustand zurück, in umgekehrter Ordnung, in welcher sie ihn verlassen haben, und sie vereinigen mittlerweile ihre Kräfte (*powers*), um den Entladungs-Effect zu erzeugen oder vielmehr fortzusetzen (1417. 1436), an dem Ort, wo der Umsturz der Kraft (*force*) zuerst stattfand. Meine Meinung (*impression*) ist, dafs die wenigen Theilchen, welche am Orte der Entladung befindlich sind, nicht blofs bei Seite gestofsen, sondern in einen eigenthümlichen, einen temporär höchst aufgeregten (*exalted*) Zustand versetzt werden, d. h. dafs sie nach und nach alle umgebenden Kräfte auf sich häufen, und demgemäß zu einer Intensität des Zustandes (*intensity of condition*) steigen, die vielleicht der von chemisch sich verbindenden Atomen gleich ist, und so die Kräfte (*possibly in the same manner as they do theirs*) durch eine uns für jetzt unbekannte Operation entladen. Der End-Effect ist genau so, wie wenn ein Metalldraht an die Stelle der entladenden Theilchen gesetzt wäre, und es scheint nicht unmöglich, dafs die Principien der Action sich späterhin in beiden Fällen als gleich erweisen.

1407. Die *Bahn des Funkens* oder der Entladung hängt ab von dem Spannungsgrad, den die Theilchen in der Entladungslinie erlangt haben, von Umständen, welche, in jedem gewöhnlichen Fall sehr einleuchtend, und durch die Theorie leicht verständlich, denselben in ihnen mehr steigern als in den benachbarten, und indem sie sie erst auf den erforderlichen Zustand erheben, sie veranlassen, die Bahn der Entladung zu bestimmen. Hieraus dann die Auswahl der Bahn und die Lösung des nach der alten Theorie vorhandenen und von Harris so schön beschriebenen Wunders ¹). Alles ist, durch die vorausgegangene Vertheilung, unter den Theilchen vorbereitet für die Bahn des elektrischen Funkens oder des Blitzes selbst (*for the path either of electric spark or of Lightning itself*).

1) *Nautical Magazine*, 1834, p. 229.

1408. Dieselbe Schwierigkeit ist von Nobili ¹⁾ als Princip für die Volta'sche Elektricität ausgesprochen, fast in Harris's Worten, nämlich so: »die Elektricität richtet sich gegen den Punkt, wo sie sich am leichtesten entladen kann,« und die Resultate hievon als Princip hat er für die Volta'schen Ströme wohl darge- than (*wrought out*). Allein die *Lösung* der Schwierigkeit, oder der nächsten Ursache der Effecte ist dieselbe; Vertheilung bringt die Theilchen auf oder an einen gewissen Zustand (1370); und durch die, welche ihn am ersten erreichen, wird die Entladung am ersten und wirk- samsten ausgeführt.

1409. Der *Moment* der Entladung wird wahrschein- lich durch dasjenige Theilchen des Di-elektricums be- dingt, welches, der Umstände wegen, in seiner Span- nung am schnellsten auf das Maximum der Intensität ge- steigert ist. In allen Fällen, wo die Entladung von ei- nem Leiter zum anderen übergeht, muß dieses Theilchen auf der Oberfläche eines von ihnen befindlich seyn; wenn sie aber von einem Leiter zu einem Nichtleiter übergeht, ist dem vielleicht nicht immer so (1453). Wenn dieses Theilchen das Maximum seiner Spannung erreicht hat, so wird der ganze Widerstandsdamm (*barrier of resistance*) in der an ihm (*it* — dem Theilchen) entspringenden Vertheilungslinie (oder Linien) niedergerissen, und es erfolgt eine zerreißende Entladung (1370). Ein solcher Schluß, gezogen wie er ist aus der Theorie, scheint mir im Einklang mit Harris's Thatfachen und Folgerungen in Bezug auf den Widerstand der Atmosphäre, nämlich dafs er bei Einer Schlagweite nicht gröfser ist als bei ir- gend einer andern ²⁾.

1410. Es ist wahrscheinlich, dafs die zur Entladung nöthige Spannung eines Theilchens eines und desselben

1) *Bibl. unicers.* 1835, *LLX*, p. 275.

2) *Phil. Transact.* 1834, p. 227. 229.

Di-elektricum, wie Luft, eine *constante Größe* ist, gleichviel, ob der mit ihm in Berührung stehende Theil des Leiters eine Kugel- oder Spitzen- oder sonst eine Gestalt besitzt, was für eine Dicke oder Tiefe, vielleicht sogar was für eine Verdünnung oder Verdichtung das Di-elektricum durch welches die Vertheilung geschieht, auch haben mag, und gleichviel ob der Leiter, mit welchem das Theilchen für den Moment verknüpft ist, ein guter oder schlechter ist. Ich will damit nicht sagen, daß nicht durch die Einwirkung der benachbarten Theilchen auf das entscheidende Theilchen kleine Unterschiede entspringen können; denn in der That muß die für ein Theilchen erforderliche Intensität in Beziehung stehen zu der der benachbarten Theilchen. Allein wenn die Erwartung sich annähernd als wahr erweist; was für eine Allgemeinheit des Charakters bietet sie nicht dar! Und dürfen wir nicht hoffen, in der Bestimmtheit der Kraft eines besonderen Theilchens eine unmittelbare Beziehung zu finden zu jener Kraft, die, als elektrisch, ebenfalls bestimmt ist, und die chemische Verwandtschaft ausmacht?

1411. Theoretisch genommen scheint es, als müßten im Moment der Entladung durch den Funken in Einer Linie der Vertheilungskraft nicht bloß alle übrigen Linien ihre Kräfte in diese eine werfen (1406), sondern auch, der Seiten-Effect, welcher einer Abstofsung dieser Linien gleichkommt (1224. 1297), unterstützt werden, und ihm Etwas folgen, was einer entgegengesetzten Wirkung, einem Collapsus oder einer Attraction dieser Theilchen gleichwerthig wäre. Lange suchend nach einer Transversalkraft bei der statischen Elektrizität, welche dem Magnetismus oder der Transversalkraft der strömenden Elektrizität entspräche, und glaubend, daß sie zusammenhängen möchte mit der schon beschriebenen Transversalwirkung der Vertheilungslinien (1297) war ich begierig durch verschiedene Versuche die Wirkung einer solchen Kraft nachzuweisen, und sie in Zusammen-

hang zu setzen mit den Erscheinungen des Elektromagnetismus und der Magneto-Elektricität.

1412. Unter andern erwartete ich, dafs zwischen zwei gleichen Funken, wenn man sie gleichzeitig und hinreichend nahe neben einander hervorbringen könnte, eine Seitenwirkung (*mutual affection or even lateral coalition*) stattfinden würde. Zu dem Ende wurden zwei gleiche Leidner Flaschen an ihren Knöpfen mit zwei horizontalen Stiften von 0,2 Zoll Dicke und zugerundeten Enden versehen. Die Flaschen wurden auf ein Blatt Zinnfolie gestellt, und zwar so, dafs ihre Stifte *a* und *b*, einander nahe, in der in Fig. 2 Taf. I abgebildeten Lage befindlich waren; *c* und *d* waren zwei isolirte und durch einen Messingstab verbundene Messingkugeln; *e* war auch eine Messingkugel, die durch einen Draht mit dem Boden und mit der Zinnfolie, auf welcher die Leidner Flaschen standen, in Verbindung gesetzt waren. Indem ich nun einen isolirten Metallstab quer auf *a* und *b* legte, die Flaschen lud und den Stab fortnahm, konnte ich beiden Flaschen eine gleich starke Ladung geben (1370). Als ich nun die Kugel *e* der Kugel *d* näherte, schlugen, im Moment als dort der Funke erschien, zwischen den Stiften *n* und *o* und der Kugel *c* zwei Funken über, und zwar, so weit als das Auge entscheiden konnte, gleichzeitig.

1413. Unter diesen Umständen fanden zwei Entladungsweisen statt. Entweder sandte jedes Ende seinen eignen Funken auf die Kugel, oder nur das eine Ende wurde mit der Kugel durch einen Funken verknüpft, während zugleich zwischen diesem und dem andern Ende ein Funke überschlug.

1414. Wenn die Kugel *c* etwa einen Zoll im Durchmesser hatte, und die Enden *n* und *o* etwa einen halben Zoll von ihr und etwa 0,4 Zoll von einander standen, konnten die beiden Funken auf die Kugel *c* erhalten werden. Wenn, um die Funken näher an einander zu

bringen, die Enden n und o dichter zusammengerückt wurden, so schlug, aller sorgfältigen Adjustirung ungeachtet, nur zwischen dem einen Ende und der Kugel ein Funke über, während zugleich zwischen ihm und dem andern Ende ein Funke erschien; und die geringste Aenderung in der Lage machte, daß eins der beiden Enden n oder o der Kugel den Funken gab, und zugleich durch oder mittelst dieses das andere seine Elektricität entlud.

1415. Bei Verkleinerung der Kugel c fand ich, daß es nützlich war, den Abstand zwischen den Enden n und o zu vergrößern im Verhältniß des Abstandes zwischen ihnen und der Kugel c . Bei Vergrößerung von c konnte ich den Abstand verringern und so die beiden gleichzeitigen Funken einander näher bringen, bis zuletzt der Abstand zwischen ihnen, an der weitesten Stelle, nicht mehr als 0,6 ihrer ganzen Länge war.

1416. Ich liefs viele Funken überschlagen und beobachtete sie sorgfältig. Sie waren sehr selten gerade, vielmehr entweder gekrümmt oder unregelmäßig gebogen. In der Regel waren sie, glaube ich, entschieden convex gegen einander; vielleicht waren zwei Drittel so gestaltet, die übrigen mehr oder weniger auswärts gebogen. Niemals war ich jedoch im Stande Funken zu erhalten, welche die Drahtenden n und o einzeln verließen, und, ehe sie die Kugel c erreichten, in einzigen zusammenflossen. Bis jetzt kann ich das Zusammenfließen der Funken noch nicht als Thatsache hinstellen, wiewohl ich glaube eine Neigung dazu bemerkt zu haben.

1417. Doch zeigte sich hier eine sehr interessante Erscheinung, analog oder zum Theil vielleicht gleich mit der von mir gesuchten, nämlich eine erhöhte Leichtigkeit der Entladung dort, wo schon ein Funke übergeschlagen war. In den Fällen z. B. wo das eine Ende, wie n , die Elektricität beider Enden auf die Kugel c entlud, hatte die Elektricität des andern Endes o eine

Luftdicke zu durchdringen 1,5 Mal so groß als die, welche sie bei directem Uebergang von diesem zu der Kugel durchlaufen haben würde. In solchen Fällen konnte das Auge, selbst mit Anwendung des Wheatstone'schen Mittels ¹⁾ nicht unterscheiden, daß der Funke aus dem Ende n , welcher beide Portionen von Elektrizität enthielt, ein doppelter war. Er konnte nicht aus zwei gesondert gehenden Funken bestanden haben, denn dies würde dem Auge sichtbar gewesen seyn; doch ist es auch möglich, daß der Funke des ersten Endes n und seiner Flasche, indem er sehr kurze Zeit vor dem des andern o überging, die Luft auf seinem Wege erhitzt und ausdehnt, und somit für Entladung geeigneter gemacht hatte, so daß die Elektrizität des Endes o lieber durch diese Luft ging und einen Umweg machte, als den geraden Weg zu der Kugel einschlug. Es muß jedoch gegen diese Voraussetzung bemerkt werden, daß der Eine Funke zwischen d und e durch seinen Einfluß eine gleichzeitige Entladung bei n und o hervorzubringen gesucht, und wirklich hervorgebracht haben würde, wenn dem einen Draht kein Uebergewicht über den andern in Bezug auf die vorausgegangene Vertheilung (1414) gegeben worden wäre.

1418. Thatsache ist jedoch, daß die zerreisende Entladung sich selbst begünstigt. Sie ist anfangs ein Fall von wankendem Gleichgewicht, und wenn *Zeit*, auch nur im kleinsten Verhältniß (1436) ein Element der Entladung ist, so begünstigt der Anfang der Action an irgend einem Punkt ihre Fortdauer und Steigerung daselbst, und Portionen der Kraft werden auf einem Wege entladen, den sie sonst nicht eingeschlagen haben würden.

1419. Die bloße Erhitzung und Ausdehnung der Luft durch die erste übergehende Portion von Elektri-

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 584 et 585. (Annalen, Bd. XXXIV S. 464.)

tät muß einen großen Einfluss auf die Hervorbringung dieser Resultate ausüben.

1420. Was das Resultat selbst betrifft, so sehen wir dessen Einfluss bei jedem überschlagenden Funken. Denn es ist nicht die ganze übergehende Menge, was die Entladung bedingt, sondern bloß der kleine Kraft-Antheil, welcher das entscheidende Molecül (1370) auf sein Maximum von Spannung bringt; dann, wann dessen Kräfte überwältigt sind und Entladung beginnt, geht der ganze Rest, vermöge des Einflusses der eben erwähnten begünstigenden Umstände, auf demselben Wege über; und die Entladung ist vollkommen, es mag die Elektrizität die von Einem oder von tausend Quadratzoll geladenen Glases seyn. Späterhin werden wir den Einfluss dieses Effects auf Bildung der Lichtbüschel (1435) kennen lernen, und es ist nicht unmöglich, daß wir ihn auch bei Erzeugung der gekerbten Funken und gezackten Blitze wieder finden.

1421. Die Charaktere des elektrischen Funkens sind in *verschiedenen Gasen* ungleich, und das *vielleicht* bloß wegen der Wirkung der in dem Moment entwickelten Wärme, vielleicht aber auch wegen der von mir als Basis der Vertheilungstheorie angenommenen specifischen Relation zwischen den Theilchen und elektrischen Kräften. Die Thatsachen sind einer solchen Ansicht nicht zuwider, und in dieser Ansicht verstärkt jene Ungleichheit das Argument für die Molecular-Action, so wie sie auch den Einfluss der letzteren in jedem Theil des elektrischen Effects (1423. 1454) zu zeigen scheint.

1422. Die Erscheinungen bei den Funken in verschiedenen Gasen sind oft beobachtet und beschrieben ¹⁾, doch halte ich es nicht für überflüssig folgende Resultate in Kürze anzugeben. Sie wurden mit Messingkugeln

1) Van Marum's Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 112 und Vol. II p. 196; *Encyc. Brit. Vol. VI, Art. Electricity*, p. 505. 507.

(Platinflächen würden besser gewesen seyn) und unter gewöhnlichem Druck erhalten. In *Luft* haben die Funken jenes intensive Licht und jene blaue Farbe, welche so bekannt sind, und wenn die übergehende Elektrizitätsmenge nicht groß ist, haben sie oft schwache oder dunkle Stellen in ihrem Laufe. In *Stickgas* sind sie sehr schön, im Allgemeinen von gleichem Ansehen wie in der Luft, doch entschieden von mehr blauer und purpurrother Farbe, und, wie mir schien, merkwürdig laut (*sonorous*). In *Sauerstoff* waren die Funken weißer als in Luft oder Stickgas, doch, glaube ich, nicht so glänzend. In *Wasserstoff* hatten sie eine feine Carmoisinfarbe, nicht wegen dessen Lockerheit, denn die Farbe verschwand beim Verdünnen der Atmosphäre (1459)¹⁾; das Geräusch war in diesem Gase sehr schwach, doch dieß ist eine Folge der physischen Beschaffenheit des letzteren²⁾. In *Kohlensäuregas* war die Farbe der in Luft ähnlich, doch mit Beimischung von etwas Grün. Die Funken waren von merkwürdig unregelmäßiger Gestalt, mehr als in gemeiner Luft; sie konnten auch, bei Gleichheit in Größe der Kugel u. s. w., von größerer Länge als in Luft erhalten werden, indem das Gas eine besondere Leichtigkeit zeigte, die Entladung in Form von Funken übergehen zu lassen. Im *Salzsäuregas* war der Funke fast weiß, durch und durch gleich hell, nirgends jene dunkeln Stellen zeigend, welche in Luft, Stickgas und andern Gasen vorkommen. Das Gas war trocken, und während des ganzen Versuchs blieb die Oberfläche des Glases inwendig vollkommen trocken und hell. In *Steinkohlengas* war der Funke zuweilen grün, zuweilen roth, zuweilen an einer Stelle grün, und an einer andern roth. Auch kommen in der Linie des Funkens

1) Van Marum sagt, sie seyen in Wasserstoff ungefähr vier Mal so lang als in Luft, Vol. I p. 122.

2) Leslie.

sehr plötzlich dunkle Stellen vor (*Black parts also occur very suddenly in the line of spark i. e. they are not connected by any dull part with bright portions, but the two seem to join directly one with the other*).

1423. Diese Verschiedenheiten des Ansehens erweckten in mir den Gedanken, daß sie von einer directen Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des Di-elektricums, durch welches hin die Entladung geschieht, herrührten, und nicht von einem zufälligen Glühen oder einer secundären Wirkungsweise der Elektrizität auf die Theilchen, welche sie auf ihrem Wege antrifft und bei Seite stößt.

1424. Die Funken können (*may*) in weit dichteren Mitteln als die Luft, z. B. in Terpenthinöl, Baumöl, Harz, Glas u. s. w. erhalten werden, auch in dichteren Körpern, die den Leitern näher kommen, wie Wallrath, Wasser u. s. w. Allein in diesen Fällen zeigt sich nichts, was, so weit ich einsehen kann, den hier aufgestellten allgemeinen Ansichten zuwider wäre.

Der elektrische Lichtbüschel.

1425. Der *Lichtbüschel* (*brush*) ist die nächste Form von Zerreißungs-Entladung, welche ich betrachten will. Es giebt verschiedene Wege ihn zu erhalten, oder vielmehr seine Charaktere zu steigern; und alle diese Wege erläutern die Principien, nach denen er gebildet wird. Wenn von einem isolirten Leiter, der mit dem positiven Conductor der Elektrisirmaschine verbunden ist, ein 0",3 dicker und in einem zugerundeten Ende oder Knopf endigenden Metallstab abwärts von der Maschine hervorragt, so giebt er gewöhnlich gute Lichtbüschel, oder wenn die Maschine nicht in rechter Wirksamkeit ist, läßt sich die Bildung der Büschel durch verschiedene Mittel befördern; so kann man die Hand oder irgend eine *große* leitende Fläche jenem Ende nähern, um die Vertheilungskraft zu erhöhen (1374), oder man

kann das Ende kleiner und von schlecht leitender Substanz, z. B. Holz, nehmen, oder zwischen dem ersten Conductor der Maschine und dem zweiten, zu welchem das die Büschel liefernde Ende gehört, Funken überschlagen lassen, oder endlich, was den Büscheln ein außerordentlich schönes Ansehen und eine bedeutende Größe giebt, die Luft rings um die Spitze entweder durch Erwärmung oder durch Auspumpen mehr oder weniger verdünnen, und dabei auch die ersten begünstigenden Umstände beibehalten.

1426. Erhalten durch eine kräftige Maschine an einem Knopf von 0",7 Durchmesser am Ende eines langen, auf dem positiven ersten Conductor befestigten Messingstabes hat der Büschel im Allgemeinen das Ansehen der Fig. 3 Taf. I. Ein kurzer kegelförmiger heller Theil schießt geradezu von der Mitte des Knopfes aus, und breitet sich, in einem kleinen Abstände von der Kugel, plötzlich in einen breiten Büschel von blassen Zweigen aus, die in zitternder Bewegung sind, begleitet von einem leisen knisternden Geräusch.

1427. Auf den ersten Blick scheint der Büschel zusammenhängend zu seyn; allein Hr. Wheatstone hat gezeigt, daß er aus einer Reihe intermittirender Entladungen besteht ¹⁾. Wenn man das Auge, nicht durch eine Bewegung des Kopfs, sondern des Augapfels selbst, rasch quer durch die Richtung des Büschels führt, indem man standhaft erst 10° bis 15° darüber und dann plötzlich eben so viel darunter wegsieht, so löst sich der allgemeine Büschel in eine Anzahl besonderer Büschel auf, die auf der Linie, die das Auge durchlief, in einer Reihe stehen; jeder besondere Büschel ist das Resultat einer einzelnen Entladung, und der Raum zwischen ihnen repräsentirt sowohl die Zeit, während das Auge durch diesen Raum geführt ward, als auch die, welche zwischen der einen und der andern Entladung verstrich.

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 586. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

1428. Die einzelnen Büschel konnten leicht zu acht bis zehn Mal ihrer eignen Breite von einander getrennt werden, waren aber nicht zur selben Zeit ausgedehnt, d. h. sie wurden nicht unbestimmter in Gestalt, sondern im Gegentheil, vermöge ihrer Sonderung von einander, bestimmter in Gestalt, Verzweigung und Charakter. Sie waren daher instantan in ihrer Existenz (1436). Jeder hatte die konische Wurzel vollständig.

1429. Bei Anwendung einer kleineren Kugel war der allgemeine Büschel kleiner, und das Geräusch, obwohl schwächer, doch continuirlicher. Bei Auflösung des Büschels in seine elementaren Bestandtheile, wie zuvor, zeigten diese sich in weit kürzeren Intervallen auftretend, doch war die Entladung noch intermittirend.

1430. Bei Anwendung eines Drahts mit rundem Ende war der Büschel noch kleiner, jedoch, wie zuvor, in successive Entladungen trennbar. Das Geräusch, obwohl schwächer, war höher im Klang und ein deutlicher musikalischer Ton.

1431. In der That entspringt das Geräusch aus dem wiederholten Laut einer jeden einzelnen Entladung, und da diese unter gewöhnlichen Umständen in fast gleichen Zwischenzeiten eintreten, so entsteht ein bestimmter Ton, welcher, da seine Höhe mit vermehrter Schnelligkeit und Regelmäßigkeit der intermittirenden Entladungen steigt, ein leichtes und genaues Mittel zur Messung der Intervalle liefert, und dadurch allemal, wenn die Entladung gehört wird, selbst im Fall man die Erscheinungen nicht sieht, zur Bestimmung des Elements der *Zeit* benutzt werden kann. So auch, wenn wir die Hand einem hervorspringenden Stab oder Knopf nähern, lehrt uns die steigende Höhe des von der Büschel-Entladung erzeugten Tons, das wir die Vertheilung (1374) und damit die Schnelligkeit der Abwechslungen von Ladung und Entladung erhöht haben.

1432. Bei Anwendung von Drähten mit dünneren

Enden wurden kleinere Lichtbüschel erhalten, bis sie endlich kaum noch als Büschel erkannt werden konnten. So lange indefs noch ein Geräusch gehört ward, liefs sich die Entladung, durch das Auge, als intermittirend erkennen; und wenn das Geräusch verschwand, wurde das Licht continuirlich, ein Glimmen (1359. 1405).

1433. Für die, welche nicht gewohnt sind das Auge in eben beschriebener Weise zu gebrauchen, oder im Fall die Wiederholungen für das Auge zu rasch geschehen, wird der schöne Apparat des Hrn. Wheatstone mit dem rotirenden Spiegel nützlich seyn ¹⁾. Ein anderes vortreffliches Verfahren besteht darin, dafs man den Lichtbüschel oder das leuchtende Phänomen an dem Ende eines Stabes erzeugt, den man in der Hand einem positiv oder negativ geladenen Conductor gegenüber hält, und darauf rasch von einer Seite zur andern bewegt, während das Auge ruhig bleibt. Die successiven Entladungen geschehen dem zufolge an verschiedenen Orten, und man kann den Zustand der Dinge vor, bei und nach einem einzigen Aufblitzen (*coruscation*) oder Büschel aufserordentlich gut auseinanderlegen.

1434. Der *Lichtbüschel* ist in Wirklichkeit eine Entladung zwischen einem schlechten oder einem Nicht-Leiter und einem Leiter oder einem anderen Nichtleiter. Unter den gewöhnlichen Umständen ist der Büschel eine Entladung zwischen einem Leiter und Luft, und ich glaube, er findet ungefähr in folgender Weise statt. Wenn das Ende eines elektrisirten Stabes in die Mitte eines Zimmers hineinragt, so findet zwischen ihm und den Wänden des Zimmers quer durch das Di-elektricum, die Luft, eine Vertheilung statt; und die Linien der Vertheilungskraft häufen sich auf jenes Ende in gröfserer Menge als irgendwo, oder die Lufttheilchen am Ende des Stabes werden, aus schon angegebenen Gründen, (1374), höher polarisirt als an irgend einer anderen Stelle des Stabes.

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 584, 588. (Ann. Bd. XXXIV S. 469.)

Die in Querschnitten auf den Linien der Vertheilungskraft liegenden Lufttheilchen sind am wenigsten polarisirt in Schnitten gegen die Wälle hin, und am meisten polarisirt in denen näher am Ende der Drähte (1369); so kann es wohl geschehen, daß ein Theilchen am Ende des Drahts sich in einer Spannung befindet, die unmittelbar in Entladung übergeht, während die nur wenige Zoll davon entfernten in ihrer Spannung noch unter diesem Punkte sind. Gesetzt aber der Stab sey positiv geladen und ein ihm nahes Lufttheilchen *A* (Fig. 4 Taf. I) sey polarisirt, habe demnach seine negative Kraft gegen den Stab und seine positive Kraft von ihm ab gekehrt. Im Augenblick, da eine Entladung stattfindet zwischen der positiven Kraft des der Luft gegenüberstehenden Stabtheilchens und der negativen Kraft des dem Stab zugewandten Lufttheilchens, wird das ganze Lufttheilchen positiv elektrisirt; und wenn im nächsten Augenblick der entladene Theil des Stabs, vermöge Zuleitung von der hinteren Metallfläche, seinen positiven Zustand wieder annimmt, wirkt er nicht nur auf die Theilchen jenseits *A*, indem er *A* wieder in den Polarisationszustand versetzt, sondern *A* selbst übt, vermöge seines Polarisationszustands, eine besondere Vertheilungswirkung auf diese entfernteren Theilchen aus, und dem zufolge ist die Spannung zwischen *A* und *B* so erhöht, daß auch dort eine Entladung stattfindet, so gut wie zwischen dem Metall und *A*.

1435. Dazu kommt, daß wenn, wie gezeigt worden, der Act der Entladung einmal begonnen hat, die ganze Operation gleich einem unstabilen Gleichgewicht rasch zu Ende geführt wird (1370. 1418), der Act wird in seinem andern Fortgang erleichtert, und andere Electricität als die, welche die erste nothwendige Spannung erzeugt, eilt zu dem Ort. Wenn demnach die Zerreißungs-Entladung an der Wurzel eines Licht-Büschels einmal angefangen hat, so findet die elektrische Kraft,

welche in dem am Stabe befestigten Conductor angehäuft ist, dort eine leichtere Entladung als anderswo, und folgt dem gleichsam für sie bezeichneten Weg, dabei den Conductor in einen partiell entladenen, und die Luft am Ende des Drahts in einen geladenen Zustand zurücklassend. Die zur Wiederherstellung der vollen Ladung des Conductors nöthige Zeit und die mehr oder weniger große Zerstreung der geladenen Luft durch die vereinte Abstossung von dem Conductor und Anziehung zu den Wänden des Zimmers, gegen welche die Vertheilung gerichtet ist, ist genau die Zeit, die zwischen einem Büschel und dem nächsten verstreicht (1420. 1427. 1431).

1436. Diese Beschreibung in Worten ist lang; allein so weit wir den Act oder die Kräfte, auf denen derselbe beruht, schätzen und messen können, giebt es nichts in dem Act, was verhinderte, dafs er *instantan* sey. Die Betrachtung von *Zeit* ist jedoch unter mehreren Gesichtspunkten wichtig (1418) und in Bezug auf Zerreißungs-Entladung scheint es der Theorie nach weit wahrscheinlicher, sie in einem Lichtbüschel als in einem Funken zu entdecken, denn bei einem Büschel befinden sich die Theilchen in der Linie, durch welche die Entladung geht, in sehr verschiedenen Intensitätszuständen, und die Entladung ist schon an der Wurzel des Büschels vollendet, ehe noch die Theilchen an den Spitzen der Verzweigungen das Maximum ihrer Intensität erreicht haben.

1437. Ich halte für wahrscheinlich, dafs eine Büschel-Entladung ein successiver Effect in dieser Weise sey. Die Entladung beginnt an der Wurzel (1426), und, indem sie sich nach und nach auf alle Theile des elementaren Büschels ausdehnt, geht sie fortdauernd von der Wurzel und den vorher gebildeten Theilen aus, bis der ganze Büschel vollendet ist; durch die Intensitäts- und Kraft-Abnahme an dem Conductor hört er nun auf

einmal in allen Theilen auf, bis er, wenn diese Kraft wiederum bis zu einem hinlänglichen Grade gestiegen ist, wieder hergestellt wird. Allein bei den Funken sind, vermöge der Umstände, die Theilchen in der Entladungslinie, von nahe gleicher Intensität in ihrer Polarisation, und daher erleiden sie die Entladung so nahe in Einem Moment, das die Wahrnehmung der Zeit für uns ganz unmöglich ist.

1438. Hr. Wheatstone hat bereits Versuche angestellt, welche diesen Punkt vollkommen erläutern. Er fand, das der Büschel im Allgemeinen eine merkliche Dauer habe, konnte aber bei dem Funken nichts davon entdecken ¹). Ich wiederholte, obwohl mit unvollkommeneren Mitteln, in der Absicht seinen Versuch, um zu sehen, ob man an dem Stiel oder der Wurzel des Büschels eine längere Dauer als an den Verzweigungen wahrnehmen könnte, und die Erscheinungen waren wirklich so, das sie mich an einen solchen Vorgang glauben machten.

1439. Das die Entladung in Verzweigungen zerfällt, und von diesen aus durch Luftstrecken geht, die rücksichtlich der daselbst erlangten Polarisation und Spannungsstufe ihrer Theilchen ganz oder nahe gleich sind, ist ein sehr natürliches Resultat des vorbergehenden Zustands der Dinge, und eher zu erwarten, als das die Entladung geradeaus in den Raum, in einer einzigen Linie zwischen den Theilchen hindurchginge, welche, in einigen Abstand am Ende des Stabes einen niedrigeren Spannungszustand besitzen als die näheren; und während wir nicht anders schließen können, als das die Theilchen, wo die Zweige eines elementaren Büschels erscheinen, sich unter günstigeren Umständen zur Entladung befinden, als die dunkeln Stellen zwischen den Verzweigungen, können wir auch folgern, das an den Stellen, wo das Licht der be-

1) *Phil. Transact.* 1835, p. 586, 590. (Ann. Bd. 34 S. 466.)

gleitenden Entladung gleich ist, auch die Umstände gleich seyen. Die elementaren Büschel sind keineswegs von gleicher Gestalt, selbst wenn man sie ohne Bewegung des Stabs oder der umgebenden Gegenstände (1427. 1433) beobachtet, und es läßt sich annehmen, daß die successiven Entladungen in die umgebende Luftmasse stattfinden, durch verschiedene Wege an jedem Büschel, je nachdem kleine Umstände, wie Staub u. s. w. (1391. 1392) die Bahn bei einer Reihe von Theilchen mehr als bei der anderen begünstigt haben.

1440. Die Büschel-Entladung erfordert nicht nothwendig einen Strom des Mediums, in welchem der Büschel erscheint; der Strom ist zwar fast immer da, allein er ist eine Folge des Büschels, und soll späterhin betrachtet werden. Hält man eine positiv geladene stumpfe Spitze gegen unisolirtes Wasser, so erscheint ein Stern oder ein Glimmen an der Spitze, ein Luftstrom geht von ihm aus und die Oberfläche des Wassers wird eingedrückt; bringt man aber die Spitze so nahe, daß ein hörbarer Büschel übergeht, so verschwindet der Luftstrom augenblicklich, und die Oberfläche des Wassers wird vollkommen eben.

1441. Die Entladung durch einen Büschel geschieht nicht durch alle Lufttheilchen in der Nähe des elektrisirten Conductors, von welchem der Büschel ausgeht; sondern es sind bloß die Theile elektrisirt, von denen die Verzweigungen ausgehen; die Luft in den centralen dunkeln Stellen zwischen ihnen erhalten keine Ladung, und in der That ist ihre elektrische und inductive Spannung zur Zeit der Entladung bedeutend geschwächt. Denn gesetzt Fig. 14 Taf. I stelle einen elementaren Büschel vor; die Vertheilung vor der Entladung geht von dem Stab ab und auswärts in divergirenden Linien gegen die entfernten Leiter, wie z. B. die Wände des Zimmers, und ein Theilchen α hat Polarität von einem gewissen Spannungsgrad, und strebt mit einer gewissen Kraft geladen

zu werden; allein im Moment der Entladung erlangt auch die Luft in den Verzweigungen *b* und *d* einen positiven Zustand, und setzt ihren Einfluß dem des positiven Conductors auf *a* entgegen, und dadurch wird die Spannung des Theilchens bei *a* eher verringert als erhöht. Die geladenen Theilchen bei *b* und *d* sind nun inductive Körper; allein die Linien ihrer Vertheilungskraft sind nach auswärts gegen die Wände des Zimmers gerichtet. Die Richtung der Polarität und die Tendenz der übrigen Theilchen, sich von diesen laden zu lassen werden durch diese Kraftlinien oder in Uebereinstimmung mit ihnen bedingt.

1442. Die Theilchen, welche geladen sind, sind es wahrscheinlich sehr stark; allein da das Medium ein Nichtleiter ist, so können sie diesen Zustand nicht den benachbarten mittheilen. Sie wandern daher unter dem Einfluß der anziehenden und abstoßenden Kräfte von dem geladenen Leiter gegen den nächsten unisolirten Leiter oder den nächsten Körper, der zu ihnen in einem verschiedenen Zustand befindlich ist, gerade wie Staubtheilchen wandern würden, und werden dann geladen; jedes Theilchen wirkt dabei auf seinem Wege als ein Centrum von Vertheilungskraft auf jeden ihm nahe kommenden Körper.

1443. Das Wandern dieser geladenen Theilchen bewirkt, wenn sie zahlreich sind, Wind und Ströme, allein diese kommen bei der *fortführenden Entladung* in Betracht (1319). Wenn es heißt, Luft sey elektrisirt, und sie wird es oft in der Nähe von Elektrisirmaschinen, so besteht sie, meiner Ansicht nach, aus einer Mischung von elektrisirten und nicht elektrisirten Theilchen, von denen die letzteren bei weitem die Mehrzahl ausmachen. Wenn wir durch eine Flamme oder durch Drähte Electricität aus der Luft einsammeln, so geschieht dieß entweder durch eine wirkliche Entladung dieser Theilchen oder durch Effecte, die auf deren vertheilenden Wirkung beruhen, und es steht in unserem Belieben den

einen oder den andern Fall hervorzubringen. Dafs das Gesetz der Gleichheit zwischen den beiden Kräften oder Formen von Kraft in der vertheilenden Wirkung eben so streng bei diesen Fällen aufrecht erhalten wird als in andern, ergiebt sich aus der früher (1173. 1174) angeführten Thatsache, dafs, wie stark auch die Luft in einem Gefäfse positiv geladen werden mochte, doch ein genau gleicher Betrag von negativer Kraft an der Innenfläche des Gefäßes selbst vorhanden war, denn es konnte kein Rückstand von der einen oder andern Kraft erhalten werden.

1444. Ich habe nirgends gesagt, noch folgt es, dafs die Luft nur da geladen sey, wo ein Lichtbüschel erscheint. Die Ladung kann sich jenseits der sichtbaren Theilchen ausdehnen, d. h. Theilchen rechts und links von den Lichtlinien mögen Elektrizität erhalten; die Theilchen, welche leuchten, thun es nur, weil viel Elektrizität von ihnen zu andern Theilchen übergeht (1437); gerade wie bei der Funken-Entladung das Licht um so stärker ist, als mehr Elektrizität übergeht, obwohl es in keiner Beziehung steht zu der Menge, welche zum Beginn der Entladung erfordert wird (1370. 1420). Hienach ist die Gestalt eines Lichtbüschels keinesweges der Repräsentant der ganzen Menge von elektrisirter Luft; denn auch eine unsichtbare Portion, welche die sichtbare bis zu einer gewissen Tiefe überzieht, mag zugleich eine Ladung erhalten.

1445. Verschiedene Erscheinungen bei dem Salzsäuregas lassen mich glauben, dafs dieses Gas eine dunkle Entladung gestatte. Zugleich ist es aus der Theorie ganz klar, dafs in einigen Gasen das Umgekehrte stattfindet, d. h. dafs die Ladung der Luft sich nicht so weit wie das Licht erstreckt. Wir kennen das elektrische Licht noch zu wenig, um angeben zu können, worauf es beruht, und sehr möglich ist, dafs wenn Elektrizität in Luft ausbricht, deren sämtliche Theile sich in einem Span-

nungszustand befinden, das Licht von den Theilchen entwickelt wird, welche nicht zu der Zeit wirklich eine Ladung empfangen, sondern dieser blofs sehr nahe sind.

1446. Je weiter ein Büschel sich in ein Gas erstreckt, desto weiter wird ohne Zweifel die Ladung oder Entladung vorwärts geführt; diess mag nach den Gasen verschieden seyn, und doch die zum ersten Moment der Entladung erforderliche Intensität nicht in demselben, sondern in einem andern Verhältniß variiren. So haben meine Versuche gezeigt, daß Stickgas weit feinere und grössere Büschel giebt als Salzsäuregas (1458. 1462), während die zum Beginn der Entladung erforderliche Intensität bei dem letzteren Gase weit höher als bei dem ersten ist (1395). Hier zeigen sich also wieder, wie bei vielen andern Qualitäten, spezifische Unterschiede bei den verschiedenen gasigen Di-elektriciis, zum Beweise der speciellen Relation dieser zu dem Act und den Phänomenen der Vertheilung.

1447. Um diese Betrachtungen über den Charakter und die Beschaffenheit des Büschels zu vollenden, muß ich sagen, daß er ein Funke gegen Luft ist, eine Ausbreitung elektrischer Kraft auf Materie, nicht durch Leitung, sondern durch Zerreißungs-Entladung, ein verdünnter Funke, welcher, indem er zu sehr schlecht leitender Materie übergeht, häufig nur einen kleinen Antheil der in dem Leiter angehäuften Kraft entladet: denn da die geladene Luft auf den Leiter reagirt, während der Leiter, durch Verlust an Elektricität, in seiner Kraft abnimmt, so hört die Entladung rasch auf, bis, durch die Zerstreung der geladenen Luft und die Erneuerung der Erregungszustände auf dem Leiter, die Umstände wieder auf ihren ersten wirksamen Zustand gestiegen sind, um wieder eine Entladung zu veranlassen, und wieder zu fallen und zu steigen.

1448. Büschel und Funke gehen allmählig in einander über. Macht man durch eine gute Elektrisirungs-

schine mit grossem ersten Conductor eine kleine Kugel positiv und nähert ihr eine grosse unisolierte Entladungskugel, so kann man sehr schöne Uebergänge vom Funken zum Lichtbüschel erhalten. Die von Van Marum ¹⁾, Harris ²⁾ und Anderen gelieferten Abbildungen langer und kräftiger Funken zeigen auch dieselben Erscheinungen an. Nach meinen Beobachtungen ist die Elektrizität, wenn der Funke in Luft unter gewöhnlichem Druck büschelförmig geworden, nicht vollständig entladen, sondern nur theilweise, mehr oder weniger, je nach den Umständen; wogegen die Entladung vollkommen ist, sobald die Lichterscheinung auf ihrem ganzen Wege ein deutlicher Funke ist.

1449. Wenn ein elektrischer Büschel, von einem bis sechs Zoll Länge oder mehr, in freie Luft ausstrahlt, so hat er die Gestalt der Figur 3 Taf. I. Nähert man ihm aber eine Hand, eine Kugel oder irgend einen geknopften Leiter, so biegen sich die Enden der Ausstrahlung gegen diesen Körper und gegen einander, so dass das Ganze, nach Umständen, Gestalten wie Fig. 5, 6, 7 Taf. I annimmt. Der Einfluss der Umstände ist hier in jedem einzelnen Fall leicht nachzuweisen, und ich würde sie hier beschreiben, schäme ich mich nicht, die Zeit der K. Gesellschaft mit so einleuchtenden Dingen in Anspruch zu nehmen. Wie schön erläutert indess nicht die Krümmung der Verzweigungen die gekrümmte Form der Linien der vor der Entladung vorhandenen Vertheilungskraft! Denn die ersteren sind Folgen der letzteren, und nehmen ihren Weg bei jeder Entladung, wo die vorausgegangene inductive Spannung bis zu den geeigneten Grad gestiegen ist. Sie repräsentiren diese Curven gerade wie Eisenfeile die magnetischen Curven, und

1) Beschreibung der Teyler'schen Maschine, Vol. I p. 28, 32. Vol. II p. 226.

2) *Phil. Transact.* 1834, p. 243.

die sichtbaren Effecte sind bei beiden die Folgen der Wirkung der Kräfte *an den Orten*, wo die Effecte erscheinen. Diese Erscheinungen sind also abermalige und kräftige Zeugnisse (1216. 1230) zu Gunsten der aufgestellten Ansicht sowohl von der Vertheilung durch Di-elektrica hin in krummen Linien (1231) als auch von der Seitenwirkung dieser Linien, welche durch eine Art von Repulsion die Divergenz oder, wie in den abgebildeten Gestalten, die Bauchung erzeugen.

1450. In Bezug auf die Theorie der Molecular-Vertheilungswirkung muß ich hier noch anführen, daß der lange büschelförmig verzweigte Funke, welcher zwischen einer kleinen Kugel auf dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine und einer größeren, etwas entfernten Kugel erhalten werden kann (1448), einen abermaligen Beleg für sie liefert. Wie schön erläutert nicht dieser Funke den vorausgehenden Zustand *aller* Theilchen des Di-elektricums zwischen den Entladungsflächen, und wie verschieden sind nicht die Erscheinungen von jeglichen, die aus der Theorie, welche die Vertheilung als eine Wirkung in die Ferne und nur in geraden Linien, so wie die Ladung als eine auf der Oberfläche der Leiter durch den bloßen Druck der Atmosphäre zurückgehaltene Elektrizität annimmt, hergeleitet werden könnten!

1451. In verdünnter Luft sind die Erscheinungen beim Lichtbüschel nach den Umständen sehr mannigfaltig und ungemein schön. Zuweilen erhält man einen Büschel von nur sechs bis sieben Zweigen, die breit und sehr leuchtend sind, eine Purpurfarbe haben und an einigen Stellen um einen Zoll und mehr auseinanderstehen. Durch eine Funken-Entladung am ersten Conductor (1455) lassen sich einzelne Büschel nach Belieben erhalten. Die Entladung unter der Form eines Büschels wird durch

Verdünnung der Luft auf dieselbe Weise und aus demselben Grunde begünstigt, als die Entladung unter der Funkenform (1375); allein in jedem Fall geht eine Vertheilung und Ladung durch das Di-elektricum hin, so wie eine Polarität der Theilchen voraus (1437), und die Vertheilung wird, wie in jedem andern Falle, abwechselnd durch die Maschine gehoben und durch die Entladung geschwächt. Bei gewissen Versuchen wurde die Luftverdünnung bis zum äußersten Grad getrieben, und die einander gegenübergestellten leitenden Flächen möglichst nahe zusammengebracht, ohne dafs indess ein Glimmen entstand. Die Büschel zogen sich dann in ihren Seitendimensionen zusammen, und folgten so rasch auf einander, dafs anscheinend ein continuirlicher Lichtbogen von Metall zu Metall gebildet ward. Indess liefs sich doch die Entladung als intermittirend erkennen (1427), so dafs selbst unter diesen Umständen einem jeden Büschel eine Vertheilung vorausging, und der gespannte Polarisationszustand der an einander gränzenden Theilchen, war eine nothwendige Vorbereitung für die Entladung.

1452. Die Büschelform der Zerreißungs-Entladung läfst sich nicht blofs in Luft und Gasen, sondern auch in einem weit dichteren Medium erhalten. Ich erzeugte sie in Terpenthinöl an dem Ende eines Drahts, welches durch eine Glasröhre in das in einem Metallgefäfs enthaltene Oel ging. Der Büschel war indess klein und sehr schwierig zu erhalten; die Verzweigungen waren einfach und ausgestreckt, sehr stark von einander divergirend. Das Licht war auferordentlich 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 gröfserer Leichtigkeit erzeugt.

1453. Das Zusammenlaufen oder Verschwimmen verschiedener Entladungslinien (1412) ist sehr schön an

dem Büschel in Luft zu sehen. Diese Erscheinung mag einige Schwierigkeit darbieten für Diejenigen, welche nicht gewohnt sind, in jeder Entladung eine gleiche Kraftäufserung in entgegengesetzten Richtungen zu erblicken, sondern einen positiven Büschel (vielleicht wegen des gewöhnlichen Ausdrucks: *Richtung eines Stroms*) eher als Anzeige des Ausbruchs der ursprünglichen Kraft in verschiedenen Richtungen betrachten, denn als eine Tendenz zur Convergenz und Einigung in Eine Linie des Durchgangs. Allein der gewöhnliche Fall des Büschels kann, zu seiner Erläuterung, verglichen werden mit dem, wo man den Knöchel dem höchst erregten Glase gegenüber hält und eine Entladung eintritt; es gehen dann die Zweige eines Büschels von dem Glase aus und convergiren an dem Knöchel zu einem Funken. Obwohl etwas schwierig, ist es doch möglich eine Entladung zu bekommen zwischen höchst erregten Schellack und dem erregten Glase einer Maschine; wenn die Entladung geschieht, so ist sie, vermöge der Natur der geladenen Körper, ein Büschel an jedem Ende und ein Funke in der Mitte, ein schönes Beispiel liefernd von der früher (1418) beschriebenen Tendenz der Entladung, gleiche Wirkung zu erleichtern.

1454. Der Büschel hat in verschiedenen Gasen *specifische Charaktere*, welches eine Relation zu den Theilchen dieser Körper anzeigt, selbst in stärkerem Grade als der Funke (1422. 1423). Diese Erscheinung steht im strengen Contrast mit der Einflußlosigkeit des Gebrauches verschiedener Substanzen als *Conductoren*, um an ihnen den Büschel hervorzubringen. Gebraucht man z. B. Holz, Karte, Holzkohle, Salpeter, Citronsäure, Klee-säure, Bleioxyd, Chlorblei, kohlen-saures Kali, Aetzkali, starke Kalilösung, Vitriolöl, Schwefel, Schwefelantimon oder Hämatit, so zeigt sich in dem Charakter der erhaltenen Büschel keine Verschiedenheit, ausgenommen, daß sie (was von dem Grade ihrer Leitungsfähigkeit abhängt)

die Entladung aus der Maschine mit gröfserer oder geringerer Leichtigkeit und Schnelligkeit bewirken ¹).

1455. Folgendes sind einige der Erscheinungen, die ich an positiv geladenen Flächen in verschiedenen Gasen unter verschiedenem Druck beobachtet habe. Die Verdünnung hatte im Allgemeinen in allen Gasen dieselbe Wirkung. Zuerst gingen Funken über, allmählig verwandelten diese sich in Büschel, welche breiter und deutlicher in ihren Verzweigungen wurden, bis endlich die letzteren, bei fernerer Verdünnung, anfangen zusammenzusinken und einander anzuziehen, einen Streifen (*stream*) bildend von einem Leiter zum andern; dann schossen einige Seitenstreifen von den Leitern zu den Glaswänden des Gefäßes aus, welche dick (*thick, flossy*) und weich im Ansehen waren, und ihnen folgte ein volles constantes Glimmen, welches den Entladungsdraht bedeckte. Die Erscheinungen veränderten sich mit der Gröfse des Gefäßes (1477), dem Grade der Verdünnung und der Elektrizitäts-Entladung aus der Maschine. Wenn letztere in successiven Funken begriffen war, zeigten sie sich am schönsten. Die Wirkung eines Funkens aus einer kleinen Maschine war gleich und oft besser als die, welche die *constante* Entladung einer weit kräftigeren liefert.

1456. *Luft*. — Unter gewöhnlichem Druck sind in der Luft schöne positive Büschel von dem wohl bekannten Purpurlicht leicht zu erhalten. In verdünnter Luft sind die Verzweigungen sehr lang und die Kugel ausfüllend (1477), das Licht ist sehr stark und von schöner Purpurfarbe, zuweilen mit einem Stich in's Rosenrothe.

1) Ausnahme muß natürlich von den Fällen gemacht werden, wo die Wurzel des Büschels ein Funke geworden ist, und daselbst eine kleine Fortschleuderung (Diffusion) und selbst Zersetzung bewirkt, dadurch denn an dieser Stelle mehr oder weniger von einer besondern Farbe erlangend.

1457. *Sauerstoff*. — Unter gewöhnlichem Druck ist der Büschel sehr dicht und zusammengedrückt, von matt weißlicher Farbe. In verdünntem Sauerstoff sind Gestalt und Ansehen besser, die Farbe etwas purpurn, doch alle Eigenschaften sehr ärmlich im Vergleich zu denen in der Luft.

1458. *Stickstoff* giebt an der positiven Fläche die Büschel weit leichter als irgend ein anderes von mir untersuchtes Gas; sie sind in Gestalt, Licht und Farbe fast immer schön, im verdünnten Stickgas sogar herrlich. Sie übertreffen, was entwickelte Lichtmenge betrifft, die Entladungen in jedem anderen Gase.

1459. *Wasserstoff*, unter gewöhnlichem Druck, giebt einen besseren Büschel als Sauerstoff, doch keinen solchen wie Stickstoff; die Farbe ist grünlich. In verdünntem Wasserstoff sind die Verzweigungen, was Gestalt und Deutlichkeit betrifft, sehr schön, aber blaß von Farbe; mit einem weichen, sammtartigen Ansehen, und gar nicht gleich denen in Stickstoff. Bei höchst verdünntem Zustand des Gases ist die Farbe des Licht sein blasses Graugrün.

1460. *Steinkohlengas*. — Die Büschel sind etwas schwierig zu erzeugen, darin einen großen Contrast mit denen im Stickstoff darstellend. Sie sind kurz und stark, gewöhnlich von grüner Farbe. Sie besitzen viel vom Charakter des Funkens; denn sie kommen an der positiven und negativen Fläche vor, und oft ist zwischen den beiden Büscheln ein dunkler Raum von einiger Länge, bis das kurze scharfe Geräusch eines Funkens sich hörbar macht, wie wenn die Entladung durch dies Gas plötzlich geschähe. Im verdünnten Steinkohlengase sind die Formen besser, aber das Licht ist sehr schwach und die Farbe grau.

1461. *Kohlensäuregas* liefert unter gewöhnlichem Druck einen in Bezug auf Größe, Licht und Farbe sehr ärmlichen Büschel, was wahrscheinlich zusammenhängt

mit der Neigung dieses Gases die Elektrizität in Funkenform zu entladen (1422). In verdünntem Kohlen säuregase ist der Büschel besser von Gestalt, doch schwächer an Licht, und von matt grünlicher oder purpurrother Farbe, verschieden nach Druck und anderen Umständen.

1462. *Salzsäuregas*. — Unter gewöhnlichem Druck hält es sehr schwer einen Büschel in diesem Gase zu bekommen. Bei allmäliger Vergrößerung des Abstandes zwischen den zugerundeten Enden, verschwinden die Funken plötzlich, wenn der Abstand ungefähr einen Zoll beträgt, und die dann noch durch das Gas in der Kugel stattfindende Entladung ist eine ruhige und dunkle. Hin und wieder ist zwar auf wenige Augenblicke ein kurzer Büschel zu erhalten; allein er verschwindet wiederum schnell. Selbst bei Anwendung eines intermittirenden Funkenstroms aus der Maschine (1455) konnte ich nur schwierig einen Büschel erhalten, und zwar einen sehr kurzen, obwohl ich Stäbe mit zugerundeten Enden (von etwa 0,25 Zoll Durchmesser) anwendete, die in Luft und Stickgas mit größter Leichtigkeit einen gegeben hatten. Während der Zeit dieser Schwierigkeit mit dem Salzsäuregas gingen prachtvolle Büschel von verschiedenen Stellen der Maschine in die umgebende Luft über. Beim Verdünnen des Gases ward die Bildung des Büschels erleichtert; allein gewöhnlich war er doch von kleiner untersetzter Gestalt, sehr arm an Licht und sehr ähnlich an beiden Flächen, der positiven und negativen. Bei noch größerer Verdünnung des Gases wurden einige wenige große Verzweigungen von blafsbläulicher Farbe erhalten, die denen im Stickgas äußerst ungleich waren.

1463. In allen Gasen können die verschiedenen Formen der Zerreißungs-Entladung mit einander verknüpft und allmähig von einem Extrem bis zum andern, d. h. vom Funken bis zum Glimmen (1405) oder vielleicht bis zu einem anderweitigen Zustand der dunkeln Entladung,

in einander verfolgt werden; allein defsungeachtet ist es sehr überraschend zu sehen, was für einen specifischen Charakter eine jede, unter der Herrschaft eines allgemeinen Gesetzes, annimmt. So ist in Salzsäuregas der Funke sehr schwer zu erhalten, und an seine Stelle tritt fast eine dunkle Entladung, theilnehmend an der Leichtigkeit der Funkenwirkung. Ueberdies habe ich in Salzsäure niemals den Funken mit einem dunkeln Zwischenraum darin beobachtet. In Stickgas ändert der Funke leicht seinen Charakter in den des Büschels um. Das Kohlensäuregas gewährt eine Funken-Entladung mit Leichtigkeit, während es durch Schwierigkeit der Büschelbildung vom Stickgas, und durch Leichtigkeit, den Funken zu unterhalten vom Salzsäuregas verschieden ist. Diese Verschiedenheit bekräftigt erstens die über den Funken in verschiedenen Gasen (1422. 1423) schon gemachten Beobachtungen, und dann die daraus herleitbaren Beweise über die Relation der elektrischen Kräfte zu den Körpertheilchen.

1464. Die Eigenthümlichkeiten des Stickgases in Bezug auf elektrische Entladungen (1422. 1458) äußern offenbar einen wichtigen Einfluß auf die Gestalt und selbst auf das Erscheinen der Blitze. Denn dieses Gas, welches am leichtesten Verästelungen: (*Coruscations*) erzeugt, und dadurch die Entladung in weit größere Ferne verpflanzt als irgend ein anderes untersuchtes Gas, macht auch bekanntlich vier Fünftel unserer Atmosphäre aus. Und da bei den atmosphärisch-elektrischen Erscheinungen die eine und zuweilen beide Vertheilungskräfte sich in den Lufttheilchen aufhalten, welche, obwohl in ihrer Leitungsfähigkeit wahrscheinlich durch die Wassertheilchen abgeändert, doch nicht als gute Leiter betrachtet werden können, so hat die Eigenthümlichkeit des Stickstoffs, Entladungen unter der Gestalt von Büscheln und Verästlungen zu veranlassen und zu bewirken, vermuthlich eine wichtige Beziehung zu seinem elek-

trischen Dienst in der Natur, indem es die Beschaffenheit einer eintretenden Entladung am bedeutendsten ändert. Die Entladung aus und durch Gase bildet einen der wichtigsten Gegenstände der Elektrizitätslehre, der schon allein in Bezug auf atmosphärische Elektrizität die ausgedehnteste und wichtigste Untersuchung verlangt.

Verschiedenheit der Entladung an der positiven und negativen leitenden Fläche.

1465. Ich vermied, mehr als es nöthig war, von dieser wohlbekanntem Erscheinung zu sprechen, um Alles, was ich über dieselbe zu sagen habe, hier zusammenzufassen. Bei der Büschel-Entladung in Luft an der positiven und negativen Fläche zeigt sich ein sehr auffallender Unterschied, dessen volles Verständniß unzweifelhaft von größter Wichtigkeit für die Elektrizitätslehre seyn würde.

1466. Diesen Unterschied bezeichnete man früher so, daß man sagte, eine positiv geladene Spitze gäbe Büschel in der Luft, eine negativ geladene einen Stern: Dies ist jedoch nur wahr für schlechte Leiter oder für metallische Leiter, die intermittirend geladen oder sonst durch Seiten-Vertheilung afficirt werden. Wenn Metallspitzen frei in die Luft hineinragen, ist das positive und negative Licht auf ihnen sehr wenig im Ansehen verschieden, und der Unterschied läßt sich nur bei genauer Untersuchung wahrnehmen.

1467. Die Erscheinungen sind nach den Umständen sehr verschieden, lassen sich indefs wohl so angeben: Wenn ein Metalldraht mit rundem Ende in freier Luft zur Bildung der Büschel-Entladung gebraucht wird, so sind die Büschel, bei negativer Ladung des Drahts, sehr ärmlich und klein in Vergleich zu denen bei positiver Ladung; oder wenn eine große, mit der Elektrisirmaschine verbundene Metallkugel *positiv* geladen und

ibr eine feine unisolirte Spitze allmählig genähert wird, so erscheint an dieser, so lange sie in beträchtlichem Abstände ist, ein Stern, der, obwohl heller werdend, seine Gestalt nicht ändert, bis er dicht an die Kugel gekommen; ist dagegen die Kugel *negativ* geladen, so erscheint, bei bedeutendem Abstand der Spitze, an dieser ebenfalls ein Stern, wie zuvor; allein bei gröfserer Annäherung (bei mir bis zum Abstände von 1,5 Zoll) bildet sich an der Spitze ein Büschel, der sich bis zur negativen Kugel ausdehnt, und noch näher (bei 0",125 Abstand) hört der Büschel auf, und es schlagen Funken über. Diefs möchte die ganze Reihe von Verschiedenheiten einschließen und zugleich zeigen, dafs die negative Fläche ihren Entladungscharakter unverändert behält, während die positive Fläche unter ähnlichen Umständen eine grofse Mannigfaltigkeit darbietet.

1468. Bei dem Charakter der negativen Entladung in die Luft giebt es mehr beachtenswerthe Punkte. Ein Metallstab von 0,3 Zoll Durchmesser und zugerundetem, in die Luft hineinragenden Ende, gab bei negativer Ladung einen kurzen lauten Büschel (Fig. 8 Taf. I). Sowohl durch das Auge (1427. 1428), als durch das Ohr (1431) wurde ermittelt, dafs die successiven Entladungen sehr rasch auf einander folgten, indem in gleicher Zeit sieben bis acht Mal mehr eintraten als bei positiver Ladung des Stabes zu gleichem Grade. Bei positiver Ladung des Stabes war es leicht durch etwas schnelleres Drehen der Maschine den Büschel in ein Glimmen (1405. 1463) zu verwandeln; allein bei negativer Ladung liefs sich die Umwandlung durchaus nicht bewirken. Selbst wenn man die Hand gegen den Draht hielt, war der Erfolg nur der, dafs die Anzahl der Büschel-Entladungen in gegebener Zeit vergröfsert und zugleich der Ton erhöht wurde.

1469. Eine Spitze gegenüber dem negativen Büschel zeigte einen Stern, und bei gröfserer Annäherung

bewirkte sie erstlich eine Abnahme des negativen Büschels in Gestalt und Geräusch, und zuletzt ein gänzlichliches Aufhören desselben, so daß das negative Ende ruhig und finster ward, doch noch zu entladen fortfuhr.

1470. Wurde das zugerundete Ende eines dünneren Drahts (Fig. 9 Taf. I) dem negativen Büschel genähert, so zeigte es (durch Vertheilung positiv geworden) bei 8 Zoll Abstand ein ruhiges Glimmen, während der negative Büschel fortbestand. Mehr genähert, erhöhte sich das Geräusch des negativen Büschels, eine schnellere Intermittenz anzeigend (1431); noch näher, sandte das positive Ende Verästelungen und deutliche Büschel aus, und zugleich zog sich der negative Büschel in seinen Seiten-Richtungen zusammen, eine eigenthümliche schmale, längliche Gestalt, wie ein Haarpinsel, annehmend; die beiden Büschel waren gleichzeitig vorhanden, doch sehr verschieden in ihrer Gestalt und ihrem Aussehen, besonders darin, daß die negativen Entladungen weit rascher erfolgten als die positiven. Als zu demselben Versuch ein kleinerer positiver Draht gebraucht ward, erschien auf ihm zuerst ein Glimmen und dann ein Büschel, während zugleich der negative Büschel afficirt wurde. Bei Einem Abstände wurden beide außerordentlich gleich im Ansehen, und die Töne kamen, glaube ich, in Einklang; jedenfalls waren sie in Harmonie, so daß die Intermittenzen entweder isochron waren oder in einem einfachen Verhältniß zu einander standen. Bei stärkerer Wirkung der Maschine, sonst aber ungeänderten Drähten, ward die negative Fläche dunkel und ruhig, und an der positiven erschien ein Glimmen. Eine noch stärkere Wirkung verwandelte das letztere in einen Funken. Noch dünnere positive Drähte gaben andere Veränderungen dieser Erscheinung.

1471. Nun wurde ein dünnerer Stab mit dem negativen Conductor anstatt des dickeren (1468) verbunden, und dessen Ende wurde nach und nach in eine

stumpfe Spitze, wie in Fig. 10 Taf. I, verwandelt; es war niedlich dabei zu beobachten, dafs, ungeachtet der Veränderung des Büschels, im Allgemeinen dieselbe Ordnung von Erscheinungen erzeugt ward. Das Ende gab einen kleinen knisternden (*sonorous*) negativen Büschel, welcher bei Annäherung der Hand oder einer grossen leitenden Fläche sich nicht änderte, so langé diese nicht so nahe war, dafs ein Funke entstand. Eine feine Spitze ihm gegenübergestellt, ward in einigem Abstand leuchtend; näher heran, zerstörte sie nicht das Licht und das Geräusch des negativen Büschels, sondern es suchte sich nur auf ihr selbst ein Büschel zu erzeugen, welcher, bei noch gröfserer Nähe, in einen die beiden Flächen vereinigenden Funken überging.

1472. Wenn negative und positive Büschel gleichzeitig und in Bezug auf einander in Luft gebildet werden, hat der erstere immer eine zusammengezogene Gestalt, wie in Fig. 11 Taf. I, sehr ähnlich der, welche der positive Büschel besitzt, wenn von seitwärts her positive Theile durch Vertheilung auf ihn wirken. So hat ein Büschel, der von der Spitze eines einspringenden Winkels am positiven Conductor erscheint, dieselbe gedrungene Form (Fig. 12 Taf. I).

1473. Der Charakter des negativen Büschels wird nicht durch die chemische Natur der Leiter abgeändert, sondern nur durch deren Grad von Leitungsfähigkeit.

1474. Verdünnung der gemeinen Luft um eine negative Kugel oder stumpfe Spitze erleichtert die Entwicklung des negativen Büschels, mehr, glaube ich, als die des positiven, obwohl die von beiden bedeutend. Ausgedehnte Verästelungen lassen sich erhalten aus einem negativ elektrisirten Knopf oder Ende gegen die Platte der Luftpumpe, auf welcher die, den Knopf oder das Ende enthaltende Flasche steht.

1475. Eine sehr wichtige Veränderung in den relativen Gestalten und Beschaffenheiten des positiven und ne-

negativen Büschels erfolgt, wenn man mit dem Di-elektricum, in welchem sie gebildet werden, wechselt. Die Verschiedenheit ist so groß, daß sie auf eine spezifische Relation dieser Entladungsform zu dem besonderen Gase, worin sie stattfindet, hindeutet, und der Ansicht widerspricht, als seyen die Gase bloß Hindernisse für die Entladung, die einander gleich und bloß im Verhältnisse zu deren Druck wirkten (1377).

1476. In *Luft* ist bekanntlich der positive Büschel der überwiegende (1467. 1472). In *Stickgas* ist er ebenso groß und selbst größer als in *Luft* (1458). In *Wasserstoff* verliert der positive Büschel etwas von seiner Ueberlegenheit, indem er nicht so gut als in *Stickgas* und *Luft* ist, während der negative Büschel nicht beeinträchtigt erscheint (1459). In *Sauerstoff* ist der positive Büschel gedrungen und ärmlich (1457), während der negative nicht verschlechtert scheint; beide sind so gleich, daß das Auge sie häufig nicht von einander unterscheiden kann, und diese Gleichheit bleibt bei allmählicher Verdünnung der *Luft*. Im *Steinkohlengas* sind die Büschel im Vergleich zum *Stickgas* (1460) schwierig hervorzubringen, und der positive ist nicht viel ausgezeichneter als der negative, weder bei gewöhnlichem noch bei niedrigem Druck. In *Kohlensäuregas* findet diese Annäherung im Charakter ebenfalls statt. In *Salzsäuregas* ist der positive Büschel sehr wenig besser als der negative, und beide sind, im Vergleich mit der Leichtigkeit in *Stickstoff* und *Luft*, schwierig zu erzeugen (1462).

1477. Diese Versuche wurden mit Messingstäben von etwa einem Viertelzoll Dicke und zugerundeten Enden angestellt, und die Enden standen in einer, das zu untersuchende Gas enthaltenden Glaskugel von 7 Zoll Durchmesser einander gegenüber. Der mit der Elektrirmaschine verbundene Stab wurde, mittelst dieser, bald positiv, bald negativ elektrisirt.

1478. So sehen wir denn, dafs, ungeachtet im Allgemeinen die Ueberlegenheit des positiven Büschels über den negativen, verschieden ist, diese Verschiedenheit im Stickgas und in der Luft ihr Maximum erreicht, während sie im Kohlensäure-, Salzsäure-, Steinkohlen- und Sauerstoffgas geringer ist, und beim letzteren fast ganz verschwindet. Diese Erscheinungen, wie alle übrigen bisher untersuchten, sprechen also für die Ansicht, welche die Resultate auf eine directe Relation der elektrischen Kräfte zu den Theilchen des in der Wirkung begriffenen Körpers bezieht (1421. 1423. 1463). Selbst wenn specielle Erscheinungen unter der Operation des allgemeinen Gesetzes entstehen, scheint die angenommene Theorie vollkommen für sie ausreichend.

1479. Ehe ich weiter schreite, die wahrscheinliche Ursache des Unterschiedes der positiven und negativen Büschel-Entladung zu ermitteln, wünsche ich die Resultate einiger, schon vorbereiteter Versuche kennen zu lernen, und da, glaube ich, diese Reihe von Untersuchungen bereits lang genug ist, so werde ich sie hier beschliessen, hoffend, in einigen Wochen meine Forschung erneuen und mein Pfand (1306) vollständig einlösen zu können.