

Ueber die Artunterschiede
der positiven und negativen Elektrizität.

Von

DR. EDMUND REITLINGER.

Vorträge, gehalten am 21. u. 28. Jänner 1861.

I.

Es ist eine allgemein verbreitete Ansicht, dass die Kenntniss der zwei verschiedenen Elektricitäten, gewöhnlich positive und negative, früher auch Glas- und Harzelektricität genannt, erst den letzten 120 Jahren angehört. Der ausgezeichnete Physiker Schweigger, Professor in Halle, der bekannte Erfinder des Multipliers, war einer andern Meinung. Er glaubte, dass man schon in den ältesten Zeiten eine vollständige Kenntniss der Elektricitätslehre gehabt habe, und dass eine solche den mit der Zeit immer weniger verstandenen Inhalt der samothracischen Mysterien gebildet habe. Er meint hier nicht eine unbestimmte Ahnung der elektrischen Kräfte, sondern eine förmliche geheime Physik, die bereits selbst Elektromagnetismus und Magnetelektricität in allen Einzelheiten kannte und in einer geheimnissvollen Zeichensprache überliefert wurde. Schweigger hat ausser zahlreichen einzelnen Aufsätzen in den von ihm herausgegebenen Jahrbüchern der Physik ein eigenes Buch zur Begründung dieser Ansicht veröffentlicht. Ich werde suchen eine kurze Uebersicht seines Gedankenganges zu geben.

Frühe schon musste von den alten Seefahrern das unter dem Namen „Elmsfeuer“ bekannte elektrische Phänomen bemerkt werden. Schweigger hebt zwei darauf bezügliche Stellen des Alterthums besonders hervor. Die eine gehört dem berühmten Naturforscher Plinius und lautet: „Es gibt Sterne auf dem Meer und auch auf dem Lande. Ich selbst sah den Speeren der Soldaten, die nächtliche Wacht hatten vor dem Walle, ein sternähnliches Licht sich anhängen. Und auf die Segelstangen und andere Theile der Schiffe setzen sie sich mit eigenthümlich tönendem Laute, wie Vögel, hüpfend von Ort zu Ort. Verderblich, wenn sie einzeln (*solitariae*) kommen, die Schiffe in den Grund bohrend und den Kiel entzündend, worauf sie fallen. Als Doppelsterne (*gemmae*) aber sind sie heilsam, Vorboten einer glücklichen Fahrt, durch deren Ankunft jene schreckliche und drohende sogenannte Helena verscheucht wird. Darum schreibt man dem Pollux und Kastor dieses Phänomen zu, und ruft sie an als Götter auf dem Meer. Auch die Häupter der Menschen in Abendstunden umleuchten sie zu grosser Vorbedeutung. Von dem Allen ist unbekannt der Grund, verborgen in der Majestät der Natur.“ Besonderen Werth legt Schweigger in dieser Stelle auf die Bezeichnung *gemmae stellae* Zwillingsterne, da im Mastenfeuer als solchem ja kein Grund zur Duplicität vorlag. Der andere Gelehrte des Alterthums, auf den sich Schweigger zunächst beruft, ist Seneca. Sogleich

im ersten Kapitel des ersten Buches seiner naturwissenschaftlichen Untersuchungen heisst es: „bei grossem Sturme erscheinen gleichsam Sterne, auf die Segel sich setzend. Die Schiffer glauben dann, dass Pollux und Kastor ihnen beistehe in der Gefahr. Der Grund ihrer Hoffnung ist, weil sie nun wissen, dass der Sturm gebrochen und der Wind aufhören werde. Bisweilen fliegen diese Feuer, setzen sich nicht fest. Als Gylippus nach Syracus zog, sah man einen Stern gerade auf seine Lanze sich stellen.“ — Auch aus dieser Stelle geht hervor, dass in dem Phänomen, wie es dem Auge sich darstellt und von dem Alterthume aufgefasst wurde, kein Grund vorhanden war, zur Bezeichnung einer Doppelnatur in diesen Flammen, und daraus schliesst Schweigger, dass sich also der Ausdruck Zwillingssterne auf eine Ueberlieferung bezieht aus der Urzeit, welche mythisch unter dem Symbol des Kastor und Pollux dargestellt wurde.

Schweigger zeigt ferner durch alterthümliche Quellen, dass Kastor und Pollux mit den Dioskuren identisch waren, und dass die Dioskuren als Kabinen des samothracischen Mysteriencultus zu betrachten sind. Den Cultus von Samothrace als tiefstinnigste Weisheit des Alterthums anzusehen, musste Schweigger um so näher liegen, als wenige Jahre früher Schelling die Gottheiten von Samothrace zum Gegenstande seines in eben diesem Sinne gehaltenen Vortrages in der feierlichen Sitzung der bairischen Akademie der Wissenschaften am Namenstage des

Königs den 12. Octbr. 1815 gewählt hatte. Schweigger beruft sich hierbei namentlich auf einen orphischen Hymnus, wo die Rede ist von Göttern:

„die einheimisch sind Samothraciens heiligem Boden, Sterbliche, welche das Meer durchirren, in Nöthen erretten.“

Einer der folgenden Verse nennt dieselben Jupiter's Söhne, welche himmlische Zwillinge im Olymp heissen. Der ganze Hymnus spricht von, im Gewitter herrschenden, theils tobenden, verwüstenden, theils aber auch rettenden und heilsamen Mächten. Eine nähere Kenntniss des Blitzes und seiner Beschaffenheit scheinen aber die alten Priester allerdings besessen zu haben. Die Angabe, dass sie himmlisches Feuer herabzulocken wussten, um die Opfer anzuzünden, scheint wahr zu sein. Selbst dass Einzelne dabei der Blitz traf, spricht dafür. Der eine der Dioskuren wurde als irdischer, der andere als himmlischer betrachtet. Diese Kenntniss des natürlichen elektrischen Feuers als zweien entgegengesetzten Kräften entstammend, die in der Erde und den Wolken ihren Sitz haben, kann um so weniger befremden, als schon Heraclit sagt: „Der Streit entgegengesetzter Kräfte veranlasst Entstehung neuer Körper; die Ausgleichung dieses Gegensatzes aber Verbrennung.“ Alle Stellen, welche Schweigger anführt, und sich auf einen innigen Zusammenhang von Leben und Tod der beiden Brüder Kastor und Pollux beziehen, stimmen gleichfalls sehr gut mit der Annahme,

sie als die sich im elektrischen Feuer ausgleichenden zwei Elektricitäten zu betrachten. Wie aber gerade auf Kastor und Pollux diese Bedeutung der alten Dioskuren und Kabiren übertragen wurde, berichtet Diodor von Sicilien und zwar in einer Weise, welche die elektrische Bedeutung zu bestätigen geeignet ist. „Da nämlich beim Argonautenzuge ein heftiger Sturm entstand, erzählt Diodor, und Alle an der Rettung verzweifelten, so flehte Orpheus, allein unter den Schiffenden eingeweiht in die samothracischen Mysterien, zu diesen samothracischen Göttern. Nun fielen zwei Sterne auf die Häupter der Dioskuren und plötzlich hörte der Sturm auf, so dass Alle betroffen durch das Ausserordentliche, von göttlicher Macht sich gerettet glaubten. Dadurch, fügt Diodor bei, sei bei der Nachwelt die Sitte entstanden, im Meeressturme zu den samothracischen Göttern zu flehen und die Erscheinung jener rettenden Lichter als eine Erscheinung der Dioskuren zu betrachten.“

Durch die bisher citirten und noch viele andere Stellen des Alterthums hielt sich also Schweigger für berechtigt, die Dioskuren als die zwei elektrischen Kräfte zu betrachten. Von diesem Gesichtspunkte geleitet studirte er die Abbildungen derselben auf alten Münzen und Bildwerken und da zeigte sich ihm sogleich als besonders beachtenswerth ein altes syrisches Kabirenbild, welches in einer treuen Copie aus Montfaucon's Antiquitäten seinem früher erwähnten Buche beigefügt ist. Die zwei Figuren

entsprechen in Haltung und Gestalt ganz den griechischen Abbildungen von Kastor und Pollux. Sogleich fallen aber die verschiedenen Kopfverzierungen der beiden Figuren auf. Mit Recht ruft Schweigger aus: „Ja, wer auch nur einigermaassen mit elektrischen Versuchen sich bekannt gemacht, nur die Lichterscheinungen der beiden Elektricitäten im Dunkeln, oder die Lichtenbergischen Figuren gesehen hat, der bemerkt sogleich bei der einen rechts stehenden Figur in dieser alten Gemme das Strahlenbüschel der positiven Elektricität über, an der anderen den Lichtschein der negativen Elektricität um das Haupt.“ Ganz richtig ist also in naturgetreuer Zeichnung das doppelte Licht des elektrischen Funkens dargestellt. Bedenkt man aber, dass die Luft und die Wolken bald positiv, bald negativ elektrisch sind, dass also auch das Mastenfeuer bald positiv, bald negativ sein muss, ferner auch beim Blitze beide Configurationen von aufmerksamen Beobachtern entdeckt werden konnten, so wird man es allerdings wahrscheinlich finden, dass Schweigger diese Gemme richtig auslegt, und dass in solcher Weise wirklich die Alten vom Artunterschiede der Elektricitäten etwas wussten. War doch der Blitz das Attribut des Zeus, und Priester mit der genauen Beobachtung des Blitzes auf das ernsteste beschäftigt. Auch der oben citirte heraklitische Satz bestätigt diese Ansicht. Ja, es ist auch möglich, dass eine auf diesen Satz und die Beobachtung der Natur des Blitzes gebaute tiefere Einsicht

in das Wesen der Dinge einen Gegenstand der samothracischen Mysterien bildete.

Völlig aller Wahrscheinlichkeit entbehrt aber, was Schweigger ferner in dieser und anderen Abbildungen zu erblicken glaubt. Die Mittheilungen Schweigger's fallen in die Jahre von 1820—1836. Der Elektromagnetismus war die neue Errungenschaft der Physik. Schweigger und viele Andere glaubten, der Elektromagnetismus enthielte die Lösung des physikalischen Welträthsels, selbst der Umlauf der Planeten sei ein specieller Fall desselben. Ueberdies ging durch jene Zeit die Zeit von Kreuzer, Gverres und Schelling ein eigenthümlich mystischer Zug. Man suchte in den Mysterien nicht nur Ueberreste einer tieferen Natureinsicht, sondern Spuren einer ehemaligen wichtigen Lösung des grossen metaphysischen, des theologischen Welträthsels. Was Wunder, dass Schweigger weniger Bedenken fand, als wir in unserer heutigen nüchternen Zeit, eine förmliche symbolische Darstellung des Elektromagnetismus als Rest vergangener physikalischer Kenntnisse in den dioskurischen Abbildungen zu erblicken.

Es ist bekannt, dass der elektrische Strom, der durch einen Metalldraht geht, einen benachbarten kleinen Magnet anregt, sich gegen den vom Strome durchflossenen Draht senkrecht zu stellen. Die Richtung dieser Stellung bestimmen wir nach Ampère durch eine menschliche Figur, die wir in den Strom hineingelegt denken. Es strebt der Nordpol der Magnetnadel

sich nach der linken Hand der Figur zu bewegen, wenn dieselbe nach der Nadel hinsieht. Man bemerkt sogleich, dass eine von rechts nach links drehende Bewegung, ein von rechts nach links gewendeter Faltenwurf, an der die positive Elektrizität darstellenden Figur mit derselben Wirkung benützt werden kann. Haltung und Faltenwurf der Dioskuren ist also zum selben Zwecke zu verwenden, wie Ampère's Figur, aber Phantasie ist es, hierin die Kenntniss des Elektromagnetismus bei den Alten zu finden. Dazu müsste man die wirkliche Anstellung der betreffenden Experimente und Beobachtungen bei ihnen nachweisen können.

Umgekehrt glaubt aber Schweigger Experimente aus ihren Gemmen in einer von ihm förmlich hineingelegten Zeichensprache herauslesen zu können. Er sieht in diesen Gemmen eine genaue Darstellung der Elektrizitätslehre durch eine eigenthümliche Hieroglyphenschrift mitgetheilt. Ein auch sonst für die Geschichte der Elektrizität interessantes Beispiel wird genügen, dieses völlig zu erläutern. Eine römische Votivtafel, wahrscheinlich wegen Errettung im Seesturme, zeigt auf beiden Seiten der Abbildung die zwei Dioskuren, zwischen denen drei Nymphen bemerklich sind. Die zwei den Dioskuren zunächst stehenden Nymphen haben Wassergefässe in den Händen und befinden sich in entgegengesetzt drehender Bewegung. Unbewegt steht die dritte Nymphe zwischen ihnen. Unter der ganzen Gruppe bemerkt

man die liegende Gestalt eines älteren Mannes, höchst wahrscheinlich eines Herkules. Schweigger glaubte hier beim ersten Blicke zu sehen, „dass es sich handle von entgegengesetzt drehenden Bewegungen im Wasser, worauf zu beiden Seiten das Zwillingsfeuer der Elektrizität und von unten herauf eine in der Tiefe einheimische Kraft wirkt, bei welcher man nur an Magnetismus denken kann.“ So brachte ihn diese Gemme auf das Experiment, ein Uhrglas mit Salzwasser, in welches die zwei Drähte einer Voltasäule eintauchen, auf einen kräftigen Magnet zu setzen, wo sich entgegengesetzt drehende Bewegungen in der Flüssigkeit an den Poldräthen bilden und entwickelte er an dieser und anderen Gemmen die elektromagnetischen Bewegungen von stromleitenden Flüssigkeiten.

Die Wissenschaft verdankt, wie er es wiederholt hervorhebt, diese wichtigen Erweiterungen des Elektromagnetismus, die Schweigger nebst dem Multiplicator einen dauernden Platz in der Geschichte der Elektrizität sichern, der in die Gemmen von ihm hineingelegten physikalischen Hieroglyphenschrift. Wenn er aber daraus zurückschliessen will, dass also auch seine Auslegung der Gemmen richtig ist, so können wir ihm nicht beistimmen. Es setzt uns nicht in Verwunderung, dass ein kenntnisreicher Physiker mit solchen vorgefassten Meinungen, wie Schweigger hatte, durch Gemmen zu Entdeckungen kam, dass seine Phantasie, die bei Erfindungen doch die Hauptrolle

spielt, neue Combinationen in solcher Weise bildete, die sich dem Experimentator bestätigten, aber mehr schliessen wir nicht daraus. Wir rechnen eben diese Art des Schaffens, wo die erfindende Phantasie Schweigger's durch den Anblick von Gemmen in Bewegung gesetzt wurde, zu den vielen Curiositäten des Schaffens, welche uns die Geschichte von Kunst und Wissenschaft zeigt. So erzählt uns Arago, dass Ampère nur stehend und sich heftig bewegend schaffen konnte, während Descartes dabei ganz unbeweglich lag und Cujatius sogar nur der Länge nach auf dem Bauche ausgestreckt zu arbeiten vermochte. Paësiello componirte in Decken begraben, Cimarosa dagegen im Getümmel freudiger und lärmender Menge. Der Geschichtschreiber Mézerai schrieb selbst an einem Juli-Mittage nur beim Kerzenlichte, während Rousseau seine tiefen Gedanken im freien Felde von der Sonne beschienen und botanisirend fasste. Milton dichtete, indem er den Kopf stark nach rückwärts lehnte und zum Plafond blickte. Guido Reni hatte nur Inspiration, wenn er prachtvoll gekleidet war; Haydn nur, wenn er den ihm von Friedrich II. geschenkten Ring am Finger trug. Glover schrieb Balladen, Tulpenköpfe abschlagend und Napoleon zerschnittzte beim Denken und Sprechen sein Fauteul mit dem Federmesser. Diese Facten, welche ich Arago entnehme, mögen es illustriren, dass wir die physikalischen Schöpfungen Schweigger's der Erregung seiner Phantasie durch

antike Gemmen verdanken. Das Interesse dieser Thatsache für die Geschichte der Elektrizität und für die psychologische Beurtheilung der erfindenden Thätigkeit mag es entschuldigen, wenn ich so lange bei diesem Gegenstande verweilte. Die eigentliche Ausbeute für das Thema des Vortrages bleibt die Vermuthung, dass die Alten durch genaue Beobachtung der natürlichen, im Elmsfeuer und Blitze bemerkbaren elektrischen Erscheinungen eine Kenntniss des positiven Lichtbüschels und des negativen Lichtscheinens in den samothracischen Mysterien besessen hätten. Doch verlassen wir endlich die samothracischen Mysterien, die orphischen Hymnen und antiken Gemmen, durchfliegen wir mit elektrischer Schnelligkeit die Jahrtausende und vertauschen wir die samothracischen Haine mit einer Pariser Gelehrtenstube von 1760. Hier finden wir zu dieser Zeit den Akademiker Du Faye mit elektrischen Experimenten beschäftigt. Du Faye war nach Fontenelle's Angabe der einzige Akademiker, der der Akademie Memoiren für jede ihrer Sectionen geliefert hatte. — Bei seinen elektrischen Versuchen hatte er eines Tages eine gläserne Röhre und ein Stück Gummi-Copal durch Reiben zu gleicher Zeit elektrisch gemacht, und bemerkt, dass der Copal die leichten Körper, welche das Glas zurückstiess, anzog und so umgekehrt. Er gestaltete diese Wahrnehmung zum folgenden Grundsatz: Es gibt zwei verschiedene und einander entgegengesetzte Arten der Elektrizität, die eine

nenne man die Glas-, die andere die Harzelektricität, nach den vorzüglichsten Stoffen, an denen sie erzeugt werden. Das Unterscheidungszeichen dieser beiden Arten von Elektricität besteht darin, dass sie sich selbst zurückstossen und einander anziehen. Ein mit Glaselektricität begabter Körper stösst alle übrigen mit gleicher Elektricität versehenen Körper zurück und zieht dagegen jene an, die mit Harzelektricität begabt sind; und so auch wieder stösst der mit der Harzelektricität begabte einen andern Körper von gleicher Elektricität von sich und zieht den mit Glaselektricität begabten an sich. So war man durch Du Faye in die Lage gesetzt worden, die zwei Elektricitäten durch Reibung von Harz oder Glas willkürlich hervorzubringen und zu Versuchen zu verwenden. Der physikalische Experimentator muss daher jedenfalls die Entdeckung der zwei Elektricitäten ihm und nicht dem Alterthume zuschreiben.

II.

Der berühmte Franklin verknüpfte den angeführten Grundsatz Du Faye's über die zwei Elektricitäten mit der Vorstellung der elektrischen Vertheilung und vermochte so die Leidnerflasche und die meisten zu seiner Zeit entdeckten elektrischen Erscheinungen zu erklären. Er stellte auch bereits eine Vermuthung über die Natur der zwei Elektricitäten auf. Er bildete nämlich die Hypothese eines elektrischen Fluidums, dessen Ueberfluss die Körper

positiv elektrisch mache, während dessen Mangel sie negativ elektrisch werden lasse. Indem sowohl die Theilchen des Fluidums als die Körpertheilchen sich selbst abstossen, dagegen die Theilchen des Fluidums und die Körpertheilchen sich anziehen, vermochte er aus dieser Hypothese sowohl den obigen Grundsatz Du Faye's als die elektrische Vertheilung abzuleiten. Symmer brachte dagegen die Hypothese von zwei elektrischen Fluidis vor, denen er unmittelbar die Eigenschaften der zwei Elektricitäten Du Faye's gab, und so auch den Erscheinungen Genüge leisten konnte. Franklin's Hypothese ist unter dem Namen der unitarischen, Symmer's Hypothese unter dem Namen der dualistischen bekannt. Man sieht sogleich, dass die dem Grundsatz Du Faye's entsprechenden Anziehungen und Abstossungen, wie auch die Phänomene der elektrischen Vertheilung niemals zwischen beiden Hypothesen entscheiden konnten. Nur von Erscheinungen, wo sich Elektricitäten nicht als mathematisch entgegengesetzt, sondern als qualitativ verschieden verhielten, konnte man Aufschluss in dieser Hinsicht erwarten. So antwortete auch schon Franklin auf die Frage, welche von beiden Elektricitäten er denn als die positive betrachte mit Aufführung von Artunterschieden. Er nahm nämlich die Glaselektricität für die positive an und brachte für diese Behauptung folgende Gründe vor: 1) die Glaselektricität gibt weit stärkere und längere Funken als die Harzelek-

tricität. 2) Wenn die Glaselektricität aus Spitzen ausgeht, sind die Feuerbüschel lang, stark und prasselnd; kürzer hingegen, schwächer und mehr zischend, wenn eine Spitze Harzelektricität verliert. 3) Führt Franklin an, dass das Blasen negativer Spitzen schwächer sei, als das von positiven. So verdanken wir demselben Manne, der den Blitzableiter erfand, der die Leidnerflasche enträthselte und die erste plausible Hypothese für das Wesen der Elektricität bildete, auch die erste wissenschaftliche Feststellung von Artunterschieden der positiven und negativen Elektricität.

Man betrachtete als Consequenz der Franklin'schen Theorie der Elektricität und der Leidnerflasche, dass die Bewegung des elektrischen Fluidums in der Entladung eine einseitige Richtung von der Plusseite nach der Minusseite habe und suchte bei der Entladung der Leidnerflasche nach Spuren dieser Bewegung und ihrer Richtung. Hierher gehört vor Allem der sogenannte Lullin'sche Versuch. An einer Unterbrechungsstelle des Schliessungsbogens einer Leidnerflasche schaltet man ein Kartenblatt in solcher Weise ein, dass die Spitze des einen Schliessungsdrathes in einiger Entfernung von der des anderen steht. Erfolgt nun der Entladungsschlag, so sieht man längs der Seite des positiven Drahtes den Funken sich bis zu dem Punkte hinschlängeln, welcher der negativen Spitze gegenüber steht und erst hier erfolgt die Durchbohrung. Es bedarf keiner

Erläuterung, inwiefern die Franklinianer den Versuch zu ihren Gunsten anführten, aber schon Tremery zeigte, dass derselbe durch Annahme einer verschiedenen Leitungsfähigkeit für positive und negative Elektrizität auch nach der dualistischen Hypothese begreiflich sei. Gongh führte noch einen andern Umstand bei der Durchbohrung der Karte für Franklin an. Man findet nämlich an der Durchbohrungsstelle die Ränder nach der Seite des negativen Drahtes mehr erhaben, als nach der Seite des positiven Drahtes. Einen andern hierher gehörigen Versuch stellte man mit einer Korkkugel an, welche man in ein zu einer Rinne umgebogenes recht trockenes Kartenblatt zwischen zwei Metallknöpfe brachte, die eine Leidnerflasche entluden. Die Korkkugel wurde in diesem Falle gegen den Knopf, der mit der negativen Belegung verbunden war, getrieben. Besonderen Werth legte man aber in jener älteren Zeit auf einen Artunterschied, den auch schon Franklin andeutete und der damals allgemein als Erkennungszeichen der positiven und negativen Elektrizität benützt wurde. Man erzeugt nämlich am positiven Conductor schon bei mässiger Elektrisirung ein Lichtbüschel, das nach allen Seiten in Strahlen endet und in der Form einem Baume gleicht, dessen Stamm am Conductor aufsitzt und sich in der Luft in Aeste theilt, während am negativen Conductor ein blosser Lichtschein bemerklich ist, der sich nur bei sehr starker Elektrisirung auch zu einem

Lichtbüschel, das aber jedenfalls viel kleiner als das positive ist, gestaltet. Mit den Conductoren verbundene Metalldrähte zeigen an ihren freien Enden analoge Erscheinungen. Die positive Lichterscheinung bezeichnet man als Lichtbüschel, die negative als Lichtstern. Die Franklinianer deuteten das Büschel als ein Ausströmen, den Stern als ein Einströmen der Elektrizität am metallischen Leiter. —

Im Jahre 1778 wurde von Lichtenberg in den nach ihm benannten Lichtenberg'schen Figuren ein neuer, Anfangs von allen Physikern sehr beachteter und studirter Artunterschied der positiven und negativen Elektrizität entdeckt. Lichtenberg war mit einem näheren Studium des Harzelektrophors beschäftigt. Indem er sich die Elektrophore selbst machte, war zufällig einer derselben mit feinem Harzstaube bedeckt. Darauf überspringende Funken ordneten den Staub in Sterne. Lichtenberg schenkte diesem Umstande sogleich die grösste Aufmerksamkeit und suchte nach den Bedingungen, die Erscheinung willkürlich zu reproduciren. So fand er, dass wenn man einen Funken auf eine Harzplatte überspringen lässt und die Stelle dann mit Harzstaub bestreut, der positive Funken strahlige, sonnenförmige Figuren, der negative mondförmige, runde bildet. Lichtenberg legte auf diese Verschiedenheit der Figuren einen hohen Werth und schlug vor, dieselbe zur Unterscheidung der Elektrizitäten zu benutzen. Deluc machte die Lichtenberg'schen Figuren zum

Gegenstände eines längeren Studiums, als dessen Resultat die Vermuthung zu betrachten ist, die Lichtenberg'schen Figuren seien die Projectionen des positiven Lichtbüschels und des negativen Lichtsternes. Jedenfalls kam er mit dieser Beobachtung der Wahrheit näher als alle seine Nachfolger. Doch waren die Beweise so unvollkommen, dass er seine Ansicht bei den Physikern nicht zur Geltung zu bringen vermochte. Wurde doch selbst der Satz, dass die Lichtenberg'schen Figuren auf Elektrisirung des Harzes beruhen, dessen elektrisirte Theile den entgegengesetzt elektrischen Staub anziehen, von Cavallo erst später nachgewiesen. Villarsy erfand ein Gemenge von Schwefel und Minium, wo der erstere negativ wird und die positiven Stellen daher bedeckt, und das letztere sich umgekehrt verhält. Verschiedene solcher Gemenge, wodurch man sich Lichtenberg'sche Figuren in beliebigen Farben verschaffen kann, hat Prof. Böttcher in Frankfurt angegeben. Sehr viele Physiker beschäftigten sich mit dem Gegenstände, ohne dass einer derselben der wahren Erklärung auch nur so nahe kam als Deluc. Riess widerlegte 1846 alle früheren Ansichten und stellte eine eigene auf. Es würde zu weit führen, die ziemlich complicirte Hypothese hier auseinander zu setzen. Er denkt sich den Funken aus mehreren Entladungen bestehend, von denen die erste Feuchtigkeit aus der Luft an die Platte anschleudert, wodurch die späteren Entladungen verschieden ausfallen, je nachdem

die übergehende Elektrizität positiv oder negativ ist. Da seine Erklärungsweise später gefundenen Thatsachen widerspricht, so hat sie nur mehr historisches Interesse.

Im vorigen Jahre gelang es mir die alte Vermuthung Deluc's einer Identität vom Artunterschiede der Lichterscheinungen und der Lichtenberg'schen Figuren unter einem neuen Gesichtspunkte zu bewahrheiten. Versuche im physikalischen Institute zeigten nämlich, dass die Lichtenberg'schen Figuren, unter dem Recipienten einer Luftpumpe erzeugt, mathematisch genau im Verhältnisse der Luftverdünnung grösser werden. Es beweist dieses einen so überwiegenden Einfluss der Luft, dass man sich schon nach diesem Experimente die Lichtenberg'schen Figuren nur durch Bewegung elektrisirter Theilchen, die ihre Elektrizität theilweise an die Harzplatte abgeben, erklären konnte. Durch alle neueren Forschungen war es überdies gerechtfertigt, sich auch das elektrische Licht nicht durch eine eigene leuchtende Elektrizität, sondern durch glühende elektrisirte Körpertheilchen bewirkt zu denken. Ferner war das erwähnte mathematische Gesetz der Vergrößerung der Figuren mit der Verdünnung genau dasselbe, welches Snow Harris für die Vergrößerung der Schlagweite des elektrischen Funkens durch Luftverdünnung gefunden hatte. Man war also veranlasst, sich die Lichtenberg'schen Figuren und elektrischen Lichtbüschel nur als verschiedene Arten

der Sichtbarkeit von denselben Bewegungen elektrisirter Theilchen vorzustellen. Ein Bedenken von einer gewissen äusseren Unähnlichkeit hergenommen verschwand, wenn man die Lichterscheinung nach Analogie der Metallspitze und Harzfläche, zwischen Metallspitze und Wasserfläche entstehen liess. Man hatte hier genau die zwei Lichtenberg'schen Figuren durch elektrisches Licht sichtbar gemacht. Kurz ausgedrückt kam man zu dem Grundsatz: In luftförmigen Medien entfernen sich die elektrischen Theilchen in verschiedenen Bahnen von positiven und negativen Spitzen, was entweder durch Gluth der Theilchen oder Entladung derselben an Harzflächen und Bestäubung der letzteren sichtbar gemacht wird.

Aber nicht nur in dieser zweierlei Weise, sondern noch in einer dritten Art werden diese Figuren wahrgenommen, nämlich durch unterlaufenes Blut an vom Blitze getroffenen Personen. Es wäre auch sonderbar, wenn die heftigste elektrische Entladung, der Blitz, keine Spur dieser Bewegungen verriethe. Wurde doch die Identität des elektrischen Funkens und des Blitzes streng erwiesen. Ich kann nicht umhin zu erwähnen, wie Franklin, nachdem diese Identität nach dem Anblick des elektrischen Funkens schon von vielen Forschern gemuthmasst worden war, sie durch die glänzendste Verbindung von Scharfsinn und Muth bewiesen hat. Durch Luftdrachen entlockte er den Gewitterwolken elektrische Funken, deren Identität mit den gewöhnlichen er streng nachwies.

Er stellte diese Versuche mit seinem Sohne an, den er mit einer an das Alterthum erinnernden Grösse der Gesinnung zum Gefährten seiner Gefahr und seines Ruhmes erwählt hatte. Und dass Gefahr vorhanden war, zeigte das tragische Schicksal Richmann's, der zwei Jahre später bei einem in gleicher Absicht vorgenommenen Experimente vom Blitze durch die Stirne getroffen und getödtet wurde. In solcher Weise erkämpfte sich der Naturforscher die Kenntniss der Elektricität des Blitzes, dessen Muth man in diesen Fällen gewiss nicht unter den des Helden in der Schlacht wird stellen können. Der in sehr vielen Fällen positiv elektrische Blitz sollte aber keine Spur der im Lichtbüschel und der Lichtenberg'schen Figuren sichtbaren Bewegung zeigen? — So verhält es sich allerdings nicht. Schon oft bemerkte man an vom Blitz getroffenen Personen baumartige Blutunterlaufungen, die man, wenn der Blitz in der Nähe vom Bäumen niedergefahren war, für elektrische Photographien der letzteren hielt. Doch vermuthete schon Leibarzt Mayer in Berlin die Identität der Lichtenberg'schen Figuren mit diesen Zeichnungen. Die von ihm mitgetheilten Abbildungen von solchen Figuren an einigen Soldaten, die er selbst wahrgenommen hatte, beseitigen jeden Zweifel. Dennoch vermochte er seine Ansicht nicht zur Geltung zu bringen, weil man nach der damaligen Kenntniss der Lichtenberg'schen Figuren den Zusammenhang nicht einsah, welcher nach dem Vorhergehenden

nun klar ist. Doch ist es nothwendig, dies genau auseinander zu setzen, da noch im vorigen Jahre das Pariser physikalische Journal „Cosmos“ von neu beobachteten Baumphotographien des Blitzes spricht. Also, wenn Spannung von elektrischen Spitzen sich entladet, so finden je nach der positiven oder negativen Elektrizität zweierlei Fortbewegungsweisen der elektrisirten Theilchen statt, welche in dreierlei Weise sichtbar wird, durch die elektrische Lichterscheinung, durch die Lichtenberg'sche Figur und durch die Zeichnungen an Körpern vom Blitze getroffener Personen.

Woher kommt es aber, dass die bewegten elektrisirten Theilchen, welche von einem positiven Pole Elektrizität fortführen, eine strahlenförmige als Figur auf einer Platte von Zacken begrenzte Ausbreitung annehmen, während die bewegten elektrisirten Theilchen, welche von einem negativen Pole Elektrizität übertragen, eine Ausbreitung im Kreise auf der Fläche zeigen? Diese Frage zu beantworten muss ich erst noch einige neuere elektrische Experimente einschalten. Geissler in Bonn verfertigt mit verdünnten Gasen gefüllte Glasröhren, nach ihm Geissler'sche Röhren benannt, die durch eingeschmolzene Drähte sich in den elektrischen Schliessungsbogen eines Ruhmkorffapparates einschalten lassen, und sehr schöne Lichterscheinungen zeigen, welche mit Recht das grösste Aufsehen in der physikalischen Welt erregten. Man sieht am positiven Pole einen leuchtenden

Punkt, von welchem kegelförmig das Licht ausgeht. Der negative Pol ist von Licht rings umfluthet. Also auch hier ist, wie natürlich wieder an den Polen, die strahlige und kreisförmige Ausbreitungsweise angedeutet. Am negativen Pole ist in den meisten Fällen jenseits des umfluthenden Lichtes ein dunkler Raum bemerklich, der dieses Licht von dem übrigen trennt. Den gesammten übrigen Raum nimmt das vom positiven Pole ausgehende Licht ein, das oft noch gezwungen ist, durch ein Stück einer Thermometerröhre zu gehen. Die hier bemerkliche grosse Lichtintensität gestattet namentlich durch ein Prisma sehr schöne Spectra des elektrischen Lichtes wahrzunehmen. In den weiteren Theilen der Röhren besteht das positive Licht oft aus dunkeln und hellen Schichten, worauf ich nochmals zurückkomme. In den meisten Fällen unterscheidet sich auch das positive Licht von dem am negativen Pole durch die Farbe und daher auch durch das Spectrum. Ein besonderer Artunterschied zeigt sich aber im Verhalten des positiven und negativen Lichtes gegen den Magnet. Plücker in Bonn hat dieses Verhalten näher studirt und gefunden, dass das negative Licht sich völlig nach den Curven anordnet, die sonst leicht bewegliche Eisenfeilspäne unter dem Einfluss des Magnetes auf einem Papiere sichtbar machen, und die man magnetische Curven nennt. Das positive Licht zeigt dagegen nicht die bogenförmigen magnetischen Curven, sondern Spiralen. Man erhält, wie Plücker erläutert,

diese Spiralen, wenn man annimmt, dass eben jene Theilchen, die der Magnet bogenförmig ordnen will, eine Bewegungscomponente in der Richtung des Stromes besitzen, welche sich mit der vom Magnet geforderten Bewegung zusammensetzt. Diese Bewegungscomponente müsste den vom negativen Pole elektrisirten Theilchen abgesprochen werden.

Man sieht sogleich, wie mit dieser Annahme auch der Unterschied der Lichtenberg'schen Figuren verständlich wird. Indem nämlich das positive Theilchen mit einer Bewegungscomponente in der Stromesrichtung von einer Spitze schief nach der Fläche fährt, streift es vermöge einer Zerlegung seiner Bewegung noch ein Stückchen an der Harzfläche von der Spitze als Centrum sich entfernend fort. Indem viele Theilchen solche Bahnen beschreiben und dabei ihre Elektrizität an die Harzfläche abgeben, bilden sie die strahlenförmige Figur, während die negativ elektrischen Theilchen, die keine solche Bewegungscomponente in der Richtung des Stromes besitzen, sich in einem Kreise von der Spitze aus expandiren und so die runde Figur erzeugen. Genau analog ergibt sich aus der Plücker'schen Annahme die Verschiedenheit der positiven und negativen Lichterscheinungen, welche durch elektrische Entladung zwischen Spitzen und Wasserflächen entstehen. Auch das positive Büschel und der negative Stern lassen sich hiernach begreifen. Als Consequenz der Annahme erscheint ferner die grosse Ausdehnung des

positiven Lichtes in der Geissler'schen Röhre und die sehr geringe des negativen. Ferner ergeben sich die anderen von Franklin und seinen Nachfolgern angeführten Artunterschiede äusserst einfach aus dieser Annahme. Es bedarf keiner Erläuterung, dass nach derselben die Schlagweite der positiven Elektrizität grösser sein muss, als die der negativen, dass die Korkkugel in der Richtung der positiven Entladung fortgeblasen werden muss u. dgl. m. — Ferner folgt aus dieser Annahme die Erklärung des früher beschriebenen und als Argument der Franklinianer angeführten Lullin'schen Kartenversuches. Man begreift sogleich, dass die Karte durch den Entladungsschlag an der negativen Spitze durchbohrt wird, wenn man bedenkt, dass ja eben nach der Plücker'schen Annahme die von der positiven Spitze elektrisirten und das Papier ladenden Theilchen sich von derselben entfernen und an der negativen Spitze anhäufen müssen, daher sie nur dort die zur Entladung und Durchbohrung des Papiere nöthige elektrische Ansammlung bilden können. Dass diese Erklärung des Lullin'schen Versuches richtig ist, bewies ein im hiesigen physikalischen Institute angestellter Controllversuch. Die Kartenflächen wurden nämlich auf beiden Seiten benetzt. Dadurch konnte die Bewegung elektrisirter Theilchen auf die elektrische Ansammlung keinen Einfluss mehr ausüben und nun entstanden zwei Durchbohrungsstellen, an jeder Spitze eine; war also der Einfluss der Bewegung elektrisirter

Theilchen beseitigt, so fand auch der Lullin'sche Versuch nicht statt, beruhte also wirklich auf dieser Bewegung.

Aber nicht nur Erscheinungen, die wie die bisher angeführten eine sehr grosse Spannung erfordern, sondern selbst Erscheinungen, welche die Volta'sche Elektrizität hervorbringt, bedürfen zu ihrer Erklärung der Plücker'schen Annahme. Hieher gehört in erster Reihe eine Beobachtung Sillimann's in Amerika. Sillimann sah beim Volta'schen Lichtbogen zwischen zwei Spitzen deutlich, wie die Materie vom positiven zum negativen Pole übergeführt wurde. Diese Ueberführung wurde seitdem von vielen Physikern studirt und obwohl sich zeigte, dass auch von der negativen Spitze Materie abgerissen wird, so wird doch von der positiven Spitze viel mehr, nach van Breda circa sechs Mal so viel, abgestossen und übergeführt. Ich glaube hier einschalten und hervorheben zu sollen, dass die Kenntniss dieser Thatsache, dass nämlich von der positiven Spitze mehr als von der negativen abgerissen wird, praktisch verwerthet wird, indem sie bei der feineren Regulirung des elektrischen Kohlenlichtes eine Rolle spielt. Das elektrische Kohlenlicht selbst aber wird auf englischen Leuchthürmen zur Rettung der vom Sturm bedrohten Schiffe verwendet.

Eine detaillirte Auseinandersetzung aller Varianten auf diesem Erscheinungsgebiete würde zu weit führen, und so mögen nur noch die von de la Rive

im zweiten Bande seiner Elektrizitätslehre mitgetheilten hier erwähnt werden. De la Rive erzeugte einen sehr starken Volta'schen Lichtbogen zwischen verschiedenen Metallspitzen und Metallflächen. War die Spitze negativ, so sah er ihr gegenüber einen kreisförmigen Oxydationsfleck auf der positiven Metallfläche. War dagegen die Spitze positiv, so sah er auf der negativen Fläche auch einen kreisförmigen Fleck, der aber von feinen Metallkörnchen gebildet schien. Beide Figuren konnten durch Verdünnung auf die doppelte Grösse gebracht werden. Indem die erwähnten Figuren auf Wasser ein ähnliches Gesetz der Vergrösserung befolgen, bilden sie die Brücke zwischen diesen Erscheinungen und den Lichtenberg'schen Figuren. Hatte de la Rive die feste Metallfläche durch eine Quecksilberfläche ersetzt, so war bei glänzender Lichtwirkung das Quecksilber in einem Zustande äusserster Bewegung. Es hob sich in Gestalt eines Kegels, wenn es positiv war und zeigte, wenn es negativ war, eine Vertiefung unter der ihm gegenüberstehenden positiven Spitze. Bei dieser letzteren Beobachtung sieht man gewissermassen unmittelbar die Bewegungen, welche bei der Erklärung der Lichtenberg'schen Figuren benützt wurden.

Aus der gesammten bisherigen Darstellung geht hervor, dass sehr viele bis jetzt vereinzelt betrachtete, mehr oder weniger als Curiosa angesehene That-sachen sich als die elektrische Entladung begleitende

Bewegungsunterschiede der positiv und negativ elektrisirten Theilchen auffassen und unter einem einzigen Gesichtspunkte, nämlich dem eines mechanischen Artunterschiedes, nach der Plücker'schen Annahme begreifen lassen. Die neueren Ansichten über das elektrische Licht beseitigen den letzten Zweifel, in solcher Weise alles Bisherige zusammenzufassen. Liessen sich aber alle im vorigen Jahrhunderte im Streite der unitarischen und dualistischen Hypothese entwickelten Artunterschiede aus der Annahme erklären, die von der positiven Spitze elektrisirten Theilchen hätten eine Bewegungscompo- nente in der Stromesrichtung, welche die von der negativen Spitze elektrisirten Theilchen nicht besitzen, so entsteht die Forderung, sich über das Verhältniss dieser so viele Artunterschiede umfassenden Annahme zur Streitfrage der unitarischen und dualistischen Hypothese auszusprechen, was wir in wenigen Worten thun wollen.

Nimmt man nur ein elektrisches Fluidum an, und setzt voraus, es sei dasselbe die positive Elek- tricität, so dass also an der positiven Spitze Ausströ- mung, an der negativen Aufsaugung der elektrischen Flüssigkeit stattfindet, so erscheint es nicht unwahr- scheinlich, dass den positiv elektrisirten Theilchen ein Impuls in der Richtung des Stromes ertheilt wird, den negativ elektrisirten aber nicht, was ja eben der Annahme Plücker's entspricht. Die dualistische Hypothese bietet für diese Annahme keine ähnliche

annehmbare Erklärungsweise, während den statischen und dynamischen Erscheinungen beide Hypothesen bekanntlich in gleicher Weise genügen. Wären also nur die zwei Hypothesen, die unitarische und die dualistische möglich, so würde die Plücker'sche Annahme mehr für die erstere sprechen. Würde man noch überdies annehmen, dass diese eine elektrische Materie identisch mit dem Lichtäther ist, so könnte man die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch magnetische und elektrische Kräfte erklären und ein System der Physik durchführen. Es erschöpfen jedoch die zwei Hypothesen der einen und der zwei elektrischen Materien keineswegs die physikalische Möglichkeit und viele neuere Physiker sind geneigt, beide als blosse Fiktionen zu verwerfen.

III.

Unter den Elektrikern, welche weder mehr der alten unitarischen, noch der dualistischen Hypothese anhängen, ist vor Allen Faraday zu nennen. Er ist von einem völlig anderen Gesichtspunkte geleitet. Wie nahezu alle wichtigen Fragen der Elektrizitätslehre, haben ihn auch Artunterschiede der positiven und negativen Elektrizität beschäftigt, aber eben sein eigenthümlicher Gesichtspunkt, den ich später andeuten werde, liess ihn diese Unterschiede nicht blos von einem mechanischen, sondern auch von einem chemischen Standpunkte aus betrachten und nicht blos den Mechanismus der Entladung, sondern

namentlich die dabei wirksamen chemischen Stoffe berücksichtigen. Wie beinahe in allen Gebieten der Elektrizitätslehre, so bilden also auch in den Artunterschieden die Forschungen Faraday's originelle noch nicht erschöpfte Fundgruben der Einsicht. Bevor ich jedoch über diese Forschungen Faraday's näher berichte, kann ich nicht umhin einige Worte über Faraday selbst einzuschalten, der ohne Zweifel als der grösste aller Elektriker, die gelebt haben, bezeichnet werden muss. Faraday, der durch die Entdeckung der elektrischen Induction der medicinischen und technischen Verwendung der Elektrizität die grössten Dienste leistete (wir erinnern nur an den Ruhmkorffapparat und die magneto-elektrische Maschine), der das elektrolytische Grundgesetz fand, der die Hydro-Elektrizität enträthselte und im Diamagnetismus die Physik um ein ganzes Erscheinungsgebiet bereicherte, war mit 21 Jahren noch Buchbindergeselle. Er hatte unter den Büchern, die er binden sollte, ein Buch über Elektrizität gefunden, dieses gelesen, und davon angeregt sich selbst eine kleine Elektrisirmaschine verfertigt. Diese sah ein Herr Dance und nahm ihn in Humphry Davy's Vorlesungen mit, welche ihn so sehr begeisterten, dass er sie zu Hause ausarbeitete und zugleich mit einem Briefe an Humphry Davy sandte. In dem Briefe bat er Davy, es ihm zu ermöglichen, sich der Wissenschaft zu widmen, indem er glaube, dass diese besonders geeignet sei, die Menschen besser und

liebenswürdiger zu machen. Davy erwiderte ihm zwar, dass er nach wenigen Jahren, wenn er die Gelehrten würde kennen gelernt haben, das Irrige dieser Ansicht sehen werde, nahm sich aber doch seiner an und machte ihn einige Zeit später zu seinem Assistenten. Als solcher erwarb er sich im Laboratorium Davy's die tiefsten und ausgebreitetsten chemischen Kenntnisse, die ihn befähigten, chemische Entdeckungen zu machen und nach dem Tode Davy's die Professur der Chemie an der königl. Akademie Englands zu übernehmen. Seine grössten und sicher unsterblichen Entdeckungen waren aber die in den Experimentaluntersuchungen über Elektrizität veröffentlichten, von denen wir oben Einiges andeuteten, und noch im Folgenden Mehreres mittheilen werden. Diese Experimentaluntersuchungen entstanden durch mehr als 25jährige Bemühungen, und rechtfertigen es, wenn die Engländer Faraday neben Newton, Hooke und Young zu ihren grössten Naturforschern zählen und die französische Akademie ihn mit der höchsten Anerkennung auszeichnete, die sie überhaupt zu Gebote hat, indem sie ihn zu einem ihrer acht auswärtigen Mitglieder ernannte.

Faraday ward durch seine früheren Untersuchungen veranlasst, in seiner elften Experimentaluntersuchung sich die zweifelnde Frage vorzulegen, ob die vertheilende elektrische Kraft überhaupt fernwirkend sei, wie es sowohl die unitarische als die dualistische Hypothese voraussetzen, oder ob sie nicht

vielmehr von Theilchen zu Theilchen die Wirkung übertrage. Durch Versuche glaubte er sich zur Vermuthung berechtigt, die elektrischen Erscheinungen beruhten auf einer vertheilenden, polarisirenden, richtenden Kraft zwischen jedem elektrisirten ponderablen Theilchen und seinem zunächst benachbarten. Er suchte nach entscheidenden Versuchen zwischen seiner neuen und den älteren Ansichten und vermochte dabei wirklich, wie er die Hoffnung auch ausgesprochen hatte, neue Bahnen der Forschung zu eröffnen. Namentlich studirte er den Einfluss des Zwischenkörpers, wie er es nannte, des Dielektricum, bei der elektrischen Vertheilung zwischen zwei getrennten Körpern. Seiner Ansicht nach musste er aber nicht nur bei der Vertheilung, sondern auch bei der Entladung einen bedeutenden Einfluss des mehr oder weniger isolirenden Körpers seiner chemischen Natur entsprechend erwarten. Er selbst sagt darüber: „Von meinem Standpunkte über die Vertheilung aus musste jeder Zwischenkörper von Wichtigkeit scheinen, und man musste hoffen, dass Verschiedenheiten der Wirkung, die man nie zuvor erwartet hatte, sich bei näherer Prüfung zeigen würden und so gleichzeitig die Theorie neu bestätigen und neue Pforten der Entdeckung in dem ausgedehnten und verschiedenartigen Gefilde unserer Wissenschaft eröffnen würden. Diese Hoffnung hegte ich insbesondere bezüglich der Gase, sowohl wegen des hohen Grades ihrer isolirenden Kraft, wegen der Gleichför-

migkeit ihrer physikalischen Beschaffenheit und wegen der grossen Verschiedenheit ihrer chemischen Eigenschaften.“

Indem er nun aber sowohl die Funkenentladung als das Büschel in den verschiedenen Gasen studirte, untersuchte er diese Erscheinungen auch bezüglich der Artunterschiede in den verschiedenen Gasen. Ich kann hier nicht die Details seiner Versuche, sondern nur einige seiner Resultate mittheilen. Was die elektrischen Funken betrifft, fand er Farbe und Schlagweite in jedem Gase verschieden. Während in gewöhnlicher Luft die Schlagweite grösser ist, wenn die Entladung zwischen zwei Kugeln stattfindet, von denen die kleinere positiv ist, und dieses auch bei Stickstoff und Wasserstoff gilt, so fand er, dass umgekehrt in Kohlensäure und Sauerstoff die negative Entladung leichter vor sich geht. Gleichzeitig ist in Wasserstoff die Schlagweite überhaupt am grössten, kleiner in Luft, am kleinsten in Kohlensäure. Es ist also die Wirkung des isolirenden Zwischenkörpers unverkennbar und gleichzeitig verschieden, je nach der Mittheilung von positiver und negativer Elektrizität.

Noch eclatanter ist die Verschiedenheit je nach dem umgebenden Körper, dem Dielectricum Faraday's, beim Büschel. Faraday beginnt mit der Erinnerung an den bekannten Unterschied zwischen dem positiven und negativen Büschel in der gewöhnlichen Luft, indem er meint, eine wahre und völlige Einsicht

in diesen Gegenstand würde von der höchsten Wichtigkeit für die Physik der Elektrizität sein: sie würde namentlich Licht über die elektrische Wirkung der Moleküle verbreiten, deren Kenntniss für Elektrizität und Chemie epochemachend wäre. Seine Resultate bezüglich des Büschels lassen sich folgendermassen zusammenfassen: In der Luft ist die Ueberlegenheit des positiven Büschels bekannt, in Stickstoff ist sie so gross oder noch grösser als in der Luft. Im Wasserstoff verliert das positive Büschel einen Theil seiner Ueberlegenheit, die nicht so ausgeprägt ist, wie in Stickstoff oder Luft, während das negative Büschel unverändert erscheint. In Sauerstoff ist das positive Büschel zusammengedrückt und ärmlich, während das negative nicht verkleinert ist, die zwei waren so gleich, dass sie das Auge kaum unterscheiden konnte. In Kohlenoxyd- und Kohlensäuregas sind die Büschel im Vergleiche mit Stickstoff sehr schwer zu erzeugen und das positive dem negativen nicht bemerkbar überlegen. Eben so ist es in Salzsäure. Wir sehen also, dass im Allgemeinen wohl das positive Büschel dem negativen überlegen ist, dass dieses aber doch in Stickstoff und Luft am meisten der Fall ist, und am wenigsten in Sauerstoff, Kohlensäure, Salzsäure und Kohlenoxydgas.

Faraday vermuthet, dass hier neben dem mechanischen Artunterschiede noch eine Verschiedenheit in Betracht käme, vermöge welcher Stickstoff, Luft und Wasserstoff sich leichter mit positiver,

dagegen Sauerstoff, Kohlensäure und ähnliche Körper sich leichter mit negativer Elektrizität laden liessen. Auf die Wichtigkeit eines solchen Satzes für die Elektrochemie macht auch schon Faraday aufmerksam. Wir werden sogleich sehen, wie neuere Versuche diesen Satz bestätigen, den Faraday nicht so unbedingt aussprechen konnte, weil die Lichterscheinungen nur ein vieldeutiger Beweis dafür waren.

Durch die Bemerkung nämlich, dass die Lichtenberg'sche Figur bei der Verdünnung dem Gesetze der Schlagweiten folgt, war die Anregung gegeben, zu untersuchen, ob die Grösse der Figuren auch den Schlagweiten in verschiedenen Gasen, wie sie Faraday angibt, entspricht. Versuche im physikalischen Institute bestätigten dieses. Gleichzeitig zeigten sie auch die Wasserstofffigur viel reicher und verästelter als die Luftfigur, wie dieses auch Faraday beim Büschel im Wasserstoffe bemerkt hatte, und liessen ferner alle von Faraday an den Büscheln beobachteten Eigenthümlichkeiten wahrnehmen, namentlich auch die den Artunterschieden angehörigen Grössenverhältnisse zwischen positivem und negativem Lichtbüschel an den positiven und negativen Figuren in den verschiedenen Gasen. Der gemengte Staub von positivem Mennig und negativem Schwefel lässt sogleich die negativen Stellen durch ihre rothe, die positiven Stellen durch ihre gelbe Farbe erkennen und so bewährte sich in sichtbarer Weise die Vermuthung Faraday's, dass die einen

Gase leichter positive, die anderen leichter negative Ladung annehmen. So bestätigten diese Versuche gleichzeitig die Identität der Figuren und Lichterscheinungen, alle Faraday'schen Resultate und namentlich auch noch den Artunterschied der positiven und negativen Elektrizität bezüglich der elektrischen Ladung chemisch verschiedener Stoffe. Es zeigen sich eben noch neben den mechanischen Artunterschieden, welche die Plücker'sche Annahme unter einem einzigen Gesichtspunkte zusammenzufassen erlaubt, in der Erscheinung oft untrennbar mit ihnen verknüpft, elektrochemische Artunterschiede der positiven und negativen Elektrizität.

Faraday war jedenfalls der Erste, der diese Artunterschiede auch in der gewöhnlichen Entladung nicht bloß in der Elektrolyse suchte und so den Mechanismus der übrigen Entladungen in eine erste Beziehung zur Elektrolyse brachte. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, dass man unter Elektrolyse die Zersetzung von Flüssigkeiten durch den elektrischen Strom versteht, die eine so glänzende industrielle Anwendung in der Galvanoplastik findet. Es ist nun von Interesse zu bemerken, dass schon die von Faraday aufgestellte und im physikalischen Institute an den Lichtenberg'schen Figuren bestätigte leichtere Annahme der negativen Elektrizität durch die einen und der positiven Elektrizität durch die andern Stoffe eine Lücke der im Jahre 1857 von Magnus in Berlin aufgestellten Theorie der Elektrolyse

auszufüllen vermag. Magnus verwirft nämlich im §. 77 seiner elektrolytischen Untersuchungen die Annahme, dass jeder Körper seine eigenthümliche Elektricität habe. Er schliesst aus den Erscheinungen der Zersetzung nur, dass durch vertheilende Wirkung gewisse Bestandtheile vorzugsweise von dem positiven, andere von dem negativen Pole angezogen werden. Warum aber dieses stattfände, vermag er nicht anzugeben. Man sieht unmittelbar, dass man dieses Verhalten der Bestandtheile, auf das oben auseinandergesetzte der einfachen Gase zurückführen kann. Sauerstoff z. B. nimmt negative Elektricität leichter an, also auch bei der elektrischen Vertheilung im ganzen Moleküle und wird dann vom positiven Pole angezogen.

Ueberhaupt ist es ein Gedanke Faraday's, von dem Studium der Funkenentladung in verschiedenen Gasen und bei verschiedener Verdünnung besondere Aufschlüsse für die Elektricität zu erwarten, so wie ja auch das dabei dienende Instrument, der Ruhmkorffapparat ganz und gar auf der Faraday'schen Entdeckung der elektrischen Induction beruht. Es war daher ein Fortschreiten auf einer von Faraday eröffneten Bahn, wenn Plücker erkannte, dass in der schon erwähnten Geissler'schen Röhre stets nur Stoffe leuchten, und dass es kein Leuchten der Elektricität als solcher, sondern nur ein Leuchten elektrisirter Theilchen gibt. Zerlegt man das Licht durch ein Prisma, so findet man für jedes

einfache Gas verschiedene und völlig charakteristische Linien, die jedes leuchtende Gas augenblicklich erkennen lassen. Indem Plücker diese Linien bei den meisten gewöhnlichen Gasen bestimmte, hat er die Grundlage einer elektrischen Spectralanalyse der Gase gelegt. Als Anwendung derselben und zugleich als weiteren Fortschritt auf der von Faraday eröffneten Bahn wird man es bezeichnen müssen, wenn mit Benützung der von Plücker beobachteten Linien, die in den Geissler'schen Röhren bemerkbare Schichtung von hellen und dunklen Stellen, als Stoffschichtung durch Versuche und Beobachtungen im physikalischen Institute erkannt wurde. Es beruht nämlich die Schichtung des elektrischen Lichtes in Gasgemengen, also auch in den gewöhnlichen Geissler'schen Röhren auf einer Trennung der Gasgemenge in abwechselnde Schichten von besser und schlechter leitenden Stoffen. Da nach bekannten elektrischen Gesetzen schlechter leitende Stoffe durch den Durchgang des Stromes stärker erwärmt werden, als besser leitende, so leuchten innerhalb einer gewissen Stromstärke die ersteren, während die letzteren dunkel bleiben. Zum Beweise dieser Anschauungsweise diente namentlich ein Versuch, welcher zeigte, dass, wenn durch Zuleitung des besser leitenden Gases die Schichtung herbeigeführt wurde, eben dann, wenn die dunklen Schichten entstanden, die vom Leuchten dieses Gases herrührenden Linien im Spectrum verschwanden. So zeigte sich also auch die Schichtung

ganz entsprechend den allgemeinen Gesichtspunkten Faraday's durch eine elektrische Anordnung des ponderablen Zwischenstoffes, des Dielektricum bewirkt.

Woher es aber in letzter Instanz kömmt, dass die durchgehende Elektricität das Gasmengenge von leitenden und nichtleitenden Stoffen in abwechselnde Schichten der leitenden und nichtleitenden Stoffe ordnet, kann man noch nicht in völlig genügender Weise beantworten. Unverkennbar scheint mir nur die Analogie dieses Verhaltens der Gasmengenge mit dem der Elektrolyten. Ich glaube, dass hier wie dort dieselbe wirkende Ursache thätig ist. Ich erwähnte schon vorher, dass Magnus in seinen elektrolytischen Untersuchungen die Annahme elektropositiver und negativer natürlicher Stoffe für unzulässig erklärte. Nachdem Magnus in diesem Jahre ferner auch noch nachgewiesen hat, dass Wasserstoff sich analog einem Metalle in Beziehung auf die Elektricitätsleitung verhält, welches Resultat, obwohl es meiner Untersuchung über die Schichten zu Grunde lag, doch durch den Erfolg derselben neu bestätigt wurde, so ist das eigentliche Hinderniss hinweggeräumt, die Ursache der Elektrolyse in einer verschiedenen Einwirkung der Elektricität auf Leiter und Nichtleiter zu suchen, welche dieselben trennt, und vermöge des Artunterschiedes der positiven und negativen Elektricität die Abscheidung der leitenden Stoffe am einen Pole, der nicht leitenden am anderen veranlasst. Von diesem Gesichtspunkte für die

Elektrolyse geleitet, glaube ich in den Unterschieden leitender und nichtleitender Theilchen, sowie in den Artunterschieden der positiven und negativen Elektrizität die gemeinschaftliche Ursache für die Elektrolyse, für die Anordnung der Stoffe in Geissler'schen Röhren und für das geschichtete Licht zu erblicken. Im physikalischen Institute ist man beschäftigt, durch Versuche diese Anschauungsweise näher zu prüfen und auszubilden.

Aus allem bisher Vorgetragenen zeigte sich demnach, wie ich es nochmals zusammenfassen will, dass auf der einen Seite die meisten Artunterschiede in ihrer mechanischen Wirkung sich auf die eine Plücker'sche Annahme zurückführen lassen, andererseits aber wohl die sämtlichen Beziehungen von Elektrizität und Chemie für eine näher eingehende Betrachtung selbst sich als Artunterschiede der positiven und negativen Elektrizität darstellen. Das allgemeine Interesse dieses letzten Zweiges der Physik, der hier neue Aufschlüsse erhält, mag die Wahl meines Gegenstandes nicht missbilligen lassen. Zum Theile leitete mich bei derselben auch der Wunsch einige der Resultate des physikalischen Institutes weiteren Kreisen mitzutheilen. Die weise und ausgezeichnete Leitung des physikalischen Institutes durch Herrn Regierungsrath von Ettingshausen ermöglichte es, dass in einem einzigen Jahre die Lichtenberg'schen Figuren in ihrem Wesen erkannt und zu einem den Lichterscheinungen in

verschiedenen Gasen analoges Gebiet ausgebildet wurden, dass die Schichtung des elektrischen Lichtes dem Verständnisse näher rückte, Experimente über die Aenderung des Tones durch Bewegung des tönenden Körpers mit Erfolg angestellt wurden, durch präzise Messungen eine Wanderung der Absorptionslinien im salpetrigen Gase sich zeigte und endlich neue optische Beziehungen der Krystalle im weiteren Verfolge der vom unvergesslichen Professor Grailich begonnenen Krystallphysik aufgefunden wurden. In freier wissenschaftlicher Forschung, aber mit gleichzeitiger ernster Berücksichtigung jener Zweige der Wissenschaft, die auch dem praktischen Leben dienen, sucht das physikalische Institut unter der liberalen und doch sorgsamem Leitung des Hrn. Regierungsrathes von Ettingshausen den Fortschritt der Physik zu befördern. Ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich eine freundliche Theilnahme für dieses Streben voraussetze, die dasselbe gewiss von jedem Freunde der Wissenschaft verdient.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1862

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Reitlinger Edmund

Artikel/Article: [Ueber die Artunterschiede der positiven und](#)

negativen Elektrizität. 149-190