VII.

*Ueber Volta's Fundamental-Versuch,
mit besonderer Rücksicht auf einige Bemerkungen des Hrn Prof.
Parrot in diesen Annalen (N. F. B. 31 S. 288),
Jäger's Theorie der Verstärkung der Electricität in
der Volta'schen Säule, und über den Zusammenhang
des Galvanismus und Magnetismus mit dem
Chemismus;*

VON Prof. C. H. PFAFF in Kiel.

Als Vorrede mögen dieser wichtigen Abhandlung einige Stellen voran gehen aus dem sie begleitenden Schreiben meines würdigen Freundes, der seit den ersten Anfängen der galvanischen Electricität dieses neue Feld der Physik mit vorzüglicher Umsicht und mit ausgezeichnetem Erfolge bearbeitet hat, welchem Volta, als er mit ihm in Paris zusammentraf, die Bekanntmachung und Pflege seiner Theorie der electrischen Säule in Deutschland übertrug, und dessen dadurch veranlaßte Aufsätze im zehnten Bande meiner Annalen der Physik (Jahrg. 1802 St. 2 S. 219 und 121) noch immer zu den lehrreichsten über diese Theorie gehören. *Gilbert.*

„Zunächst war es die Antwort auf Hrn Parrot's Einwendungen gegen Volta's Fundamental-Versuch, was ich beabsichtigte,“ schreibt mir Hr. Prof. Pfaff. „Es schien mir in einem Zeitpunkte, wo von chemischem Magnetismus und chemischer Entstehung der galvanischen Electricität ohne alles Bedenken häufig geredet wird, wichtig zu seyn, den Volta'schen Fundamental-Versuch wieder zur Sprache zu bringen und für die Wissenschaft endlich einmal zu sichern. Hrn Parrot's Einwürfe müssen, wenn sie ohne alle Erwiderung blieben, nothwendig auf Irrwege führen; darum habe ich die alten Versuche abermals mit aller Sorgfalt wiederholt und sie

Annal. d. Physik, B. 68, St. 5, J. 1831. St. 7.

S

bewährt. Nächst diesem kam es mir auf eine Berichtigung an in Beziehung auf die Behauptung Volta's, daß Metalle, wenn sie im *isolirten* Zustande mit einander in Berührung sind, die halbe Spannung zeigen. Wenn auch dieser Satz an sich wahr ist, so giebt doch der Versuch ein anderes Resultat, weil der Condensator bei dieser Art den Versuch anzustellen auf eine *andere Weise* wirkt. Auf diese abnehmende Wirkungsart desselben hat, meines Wissens, Hr. Leibarzt Jäger in Stuttgart zuerst (in diesen Annalen) aufmerksam gemacht, aber man hat die Sache *nirgends* beachtet. Dieses führte mich nun zugleich zu einer näheren Prüfung der Jägerschen Theorie über das Princip der Verstärkung der Electricität in der Voltaischen Säule; meine Einwendung möchte ich vorzüglich Ihrem prüfenden und das Wahre so richtig treffenden Scharfsinne empfehlen. Es scheint mir offenbar zu seyn, daß das Resultat anders ausfallen muß, wenn man die Electricität der Glieder *aufserhalb* der Säule untersucht, wo die Condensation das Resultat *zugleich* mit bestimmt und in den von Jäger angeführten Fällen eine Verdoppelung der Spannung bewirkt, die gewiß nicht *actualiter* statt findet, so lange die Platten *auf einander* liegen; und doch verstärkt sich hier, wie alle Versuche über die *Zunahme* der Spannung in der Säule zeigen, *diese* nach der Zunahme der Platten-Paare. Die in dem *dritten* Abschnitt zusammen gestellten Versuche sind vorzüglich durch Ihren vortrefflichen Aufsatz im 12ten Stücke des vorigen Jahrgangs und durch ein Publikum, welches ich über die *electrisch-magnetischen* Versuche las, veranlaßt worden. Ich habe einige derselben ganz nach der Idee angestellt, daß in dem Apparate eine *electriche* Materie thätig sey, die von dem negativen Metalle nach dem positiven ströme. Dieses Bild ist wenigstens recht dazu gemacht, über diese so interessanten aber immer noch räthselhaften und verwickelten Erscheinungen zu orientiren. Manches fiel aber in den Versuchen *nicht so* aus, wie es dieser Ansicht gemäß hätte seyn sollen; namentlich war ich von dem Resultate in Versuch 2 *sehr überrascht*. Dieser Idee und Wollaston's bekanntem frühern Versuche gemäß, habe ich auch die gewöhnliche Maßchinen-Electricität gebraucht, von ihr aber in den Oersted'schen Versuchen den gehofften Erfolg bisher nicht erhalten; doch werde ich diese Versuche noch abändern. . . .“

Dafs ein (in gewisser Hinsicht wenigstens) ganz neues Gebiet merkwürdiger Erscheinungen, wie es uns durch Oersted's glücklichen und schönen Fund eröffnet worden ist, die Aufmerksamkeit der Physiker jetzt besonders auf sich zieht, und ihre Mufse vorzugsweise in Anspruch nimmt, ist ganz in der Regel, und die schnellen Fortschritte, welche man auf der neuen Bahn gemacht hat, sind ein erfreuliches Resultat von dem einmüthigen Eifer so vieler trefflichen Forscher. Indessen sollte man dabei nicht vergessen, wie manche Probleme die ältere Lehre vom Galvanismus dieser neuen Epoche unaufgelöst übergiebt, und eben deshalb doppelt auf seiner Hut seyn, durch das Ueberraschende und Neue von Erscheinungen sich nicht zu einem der wahren Wissenschaft schädlichen Enthusiasmus verführen zu lassen, der einseitig das neue Object überschätzt, und das einzelne Glied, das seinen Bestand und seine wahre Bedeutung nur in dem Zusammenhange mit dem Ganzen hat, fälschlich für dieses Ganze nimmt. Wie sehr mich auch in dieser letzten Zeit die Erscheinungen der Bewegung und Ablenkung der Magnethadel, die durch die einfachsten Apparate in dem auffallendsten Grade bewirkt werden können, gezogen und zu mannigfaltig abgeänderten Versuchen veranlafsten, (besonders da ich, durch meinen Beruf näher dazu veranlafst, öffentliche Vorlesungen über diese interessanten galvanisch - magnetischen Entdeckungen halte), so konnte ich mir doch nicht verhehlen, dafs sich in denselben nur *eine* von den mannigfaltigen Seiten offenbare, welche der Galvanismus

und Voltaismus der Forschung darbielet, und daß manche andere Seiten dieses Inbegriffs wundervoller Phänomene, in der letzten Zeit zu wenig beachtet worden sind. Besonders schienen mir aber die Hoffnungen und Ausprüche derjenigen, welche nun alle Räthsel gelöst zu sehen meinten, überspannt, und die Sache selbst von Einigen gleich im Anfange in ein falsches Licht gestellt zu seyn. Der würdige Herausgeber dieser Annalen hat sich bereits kräftig gegen eine gewisse hypothetische Deutung dieser Erscheinungen ausgesprochen, und ich glaube in einigen früheren Vorgängen eine besondere Aufforderung zu haben, mich in dieser Hinsicht an den Hrn Prof. Gilbert anzuschließen und eben dadurch eine alte Schuld zu lösen.

Die Gültigkeit der Verknüpfung des Magnetismus mit dem Chemismus, als vermittelt durch diese neuen Erscheinungen, (und eben dieses ist es, was ich oben im Auge hatte), kann nur dann zugegeben werden, wenn man zum voraus die Richtigkeit der Annahme einer auf chemischem Wege statt habenden Erregung der Electricität in den galvanischen Versuchen, eingeräumt hat. Nur unter dieser Voraussetzung kann man von chemischem Magnetismus, von chemischen Magneten reden; eine Terminologie, welche unter andern der hochverdiente Erman in seiner interessanten Schrift, zum Nachtheile für die Würdigung seiner scharfsinnigen Theorie, allenthalben gebraucht. Indem Hr. Prof. Gilbert diese Terminologie in seiner Darstellung der Erman'schen Arbeit in Stück 3 dieses Jahrg. rügt, äußert er zugleich, daß es zu wünschen gewesen wäre, „wir hätten von Hrn Erman eine Rechtfertigung seiner Ideen von chemischer Electricität als dem Agens in den

galvanischen Versuchen, auf seine gewohnte gründliche Weise erhalten; und mit Recht wendet er gegen diese Zulassung ein, daß erst der Volta'sche Fundamental-Versuch widerlegt, und es unumstößlich bewiesen seyn müßte, daß der Zink nicht durch die Berührung mit dem Kupfer oder Silber, sondern *dadurch* positiv electricisch werde, daß die Säure (oder überhaupt die Flüssigkeit, mit welcher derselbe in Berührung kommt) chemisch auf ihn einwirke, ihn auflöse.“

Diesen Fundamental-Versuch Volta's glaubt aber nun wirklich Hr. Professor Parrot in Dorpat umgestossen, und dagegen die chemische Erregung der Electricität in dem galvanischen Proceß aufser allen Zweifel gesetzt zu haben. Dieses ist daher das erste, wovon ich in diesem Aufsatze handeln werde.

Erster Abschnitt.

Volta's Fundamental-Versuch von neuem begründet.

Hr. Parrot hatte die in seinem Handbuche der Physik *) bekannt gemachten, wie er behauptet, die Volta'schen widerlegenden Versuche, in einem späteren Aufsatze **) wieder in Erinnerung gebracht, suchte sie daselbst durch neu angestellte zu bestätigen, und machte namentlich mir darüber den Vorwurf, daß ich diese Versuche wohl nicht gehörig beachtet gehabt, als ich mich so wegwerfend, in einem kleinen Aufsatze über die sogenannten trockenen Säulen, darüber geäußert hätte. Ich kann jedoch Hrn Prof. Parrot versichern, und könnte es ihm nöthigenfalls durch meine Papiere

*) Bd. II S. 556 — 564.

**) Gilb. Annalen N. F. Bd. 31 S. 283.

beweisen, daß, sobald mir sein Handbuch der Physik zukam, ich das Eigenthümliche aus dem Abschnitte über den Galvanismus ausgezogen, und seine Versuche sogleich durch Wiederholung geprüft habe.

Hr. Parrot legt in seinem eben angeführten späteren Aufsatze das ganze Gewicht darauf, daß *zwei ruhende Platten*, die *eine von Zink*, die *andere von Kupfer*, keine Electricität erzeugen, und daß nur, wenn das Gegentheil von *ruhenden Platten* bewiesen werden könne, man berechtigt sey, mit Volta die Electricität der Säule, in welcher die Platten nicht bei jedem Versuche auf- und abgehoben werden können, aus dieser Quelle (nämlich der bloßen Berührung) abzuleiten. Er sieht vielmehr als die Quelle der Electricität, die wohl auch in dem Voltaischen Fundamental-Versuche erhalten werde, die *Reibung* an, welche beim Auflegen und Abheben der einen Platte nie ganz vermieden werden könne, wesswegen auch die *Werthe* der erhaltenen Electricität veränderlich seyen *).

Da bei der jetzigen, auf alle früheren Versuche und Arbeiten, wie es scheint, gar keine Rücksicht nehmenden Einführung des sogenannten chemischen Magnetismus, es nicht unzumuthig seyn dürfte, Versuche, wie ich sie nach dem Muster der Voltaischen so oft mit constantem Erfolge angestellt und eben jetzt wiederholt habe, wieder aufzufrischen, und eben damit Parrot's Einwendungen zu widerlegen, so will ich einige derselben, wie sie das unzweideutigste Resultat geben, hier kurz beschreiben.

*) Handb. der Phys. II. S. 554.

Meine *Condensatoren* bestehen theils aus Platten von Zink, theils von Kupfer, theils von Messing, sorgfältig an einander abgeschliffen, von der Gröfse von 5" bis 8". Sie sind mit gutem *Maftix-Firnißs* überzogen, und die Ueberzüge *behutsam* an einander wieder abgerieben, so daß auf jeder Platte nur eine dünne Schicht des Firnißes zurückbleibt. Ich finde diese Methode einfacher, als die Platten durch eine dünne Luftschicht zu trennen; wenigstens erfordert die Ausführung von Condensatoren der letzten Art stets einen sehr geschickten Mechanicus. Die Firniß-Schicht meiner Platten reibe ich gewöhnlich so weit ab, daß ihre Dicke vielleicht nicht den hundertsten Theil einer Linie beträgt; ihre condensirende Kraft auf die gewöhnliche Art geschätzt, ist daher mehr als 200-, ja bei einigen mehr als 300-fach. Durch vorläufige Versuche überzeuge ich mich, daß meine Condensatoren keine electrophorische Wirkung durch Reiben der einen Platte an der andern äußern, und die statt finden könnte, wenn die eine der Platten von ihrem Ueberzug an Firniß theilweise oder ganz entblößt wären. Durch Reiben des Metalls am Firniß entsteht dann augenblicklich Electricität; eine Electricitäts-Erregung, die sich *nie* zeigt, wenn beide Platten ihren *Firnißs-Ueberzug* unverletzt haben.

Schraube ich nun zum Beispiel die eine Platte von Zink auf das Goldblatt-Electrometer, setze eine andere Platte von Kupfer darauf, bringe beide Platten durch einen beliebigen, gehörig gekrümmten Metalldraht, (den ich zum Ueberflufs an einem gut isolirenden Handgriffe halte), auch nur für einen Augenblick in Verbindung mit einander, und hebe dann, nach Entfernung des Metalldrahts, die obere (Kupfer-) Platte

an ihrem isolirenden Handgriffe in die Höhe, so divergiren die Goldblättchen durch die im Zinke erregt gewordene *positive* Electricität, deren Spannung wir der Vergleichung halber 1 nennen wollen. (Meine sehr empfindlichen Goldblättchen gehen dabei etwa $\frac{1}{2}$ Zoll an ihrem untersten Ende aus einander.). Die abgehobene Kupfer-Platte zeigt durch ein so viel möglich gleiches Goldblatt - Electrometer geprüft, *negative* Electricität von gleich großer Spannung. Wird die Ordnung der beiden Platten umgekehrt, und also die Kupfer - Platte auf das erstere Electrometer aufgeschraubt, so geht dieses mit negativer Electricität nach Aufhebung der Zink - Platte aus einander.

Die Art schon, wie dieser Versuch angestellt wird, der im Wesentlichen (vergl. unten) immer den gleichen Erfolg giebt, schließt allen Antheil der Reibung an der Electricitäts-Erregung aus. Wäre hierbei die Reibung mit im Spiele, so müßte doch wahrlich einen merkbaren *Einfluss* auf die *Erscheinungen* die *Beschaffenheit* des Drahtes haben, mittelst dessen man die beiden Platten des Condensators mit einander in Verbindung setzt und in diesem Fall allein eine Reibung durch Aufsetzen und Abnehmen veranlassen könnte, und nicht minder die Größe der Oberfläche, mit welcher der Draht die Platten berührt, und die Art und der verschiedene Grad des Hin- und Her-Fahrens mit demselben, womit eigentlich erst eine Reibung einträte. Nun habe ich aber gefunden, daß die Abänderungen in diesen Umständen auch nicht den geringsten Einfluss auf die Erscheinungen ausübten. Aus Volta's Spannungs-Gesetze für die Leiter oder Erreger der ersten Klasse geht bekanntlich der Hauptsatz hervor, daß in einer

nach dem sogenannten Schema der Linie geordneten Reihe von solchen Leitern, die electriche Spannung der beiden Endglieder der Reihe *dieselbe* bleibe, sie mögen sich unmittelbar berühren, oder welche Zahl von Mittel-Gliedern, und in welcher Ordnung diese sich auch zwischen ihnen befinden. Ganz diesem Gesetze gemäß verhält sich nun auch der Erfolg in dem vorliegenden Falle, indem hier die beiden Endglieder der metallisch zusammenhängenden Reihe, die Condensator-Platten von Kupfer und Zink sind, welche durch die isolirende Firnißschichten aus einander gehalten werden.

Es ist jedoch hierbei ein anderer Umstand, der eine Verbesserung nöthig macht. Sie betrifft die Verstärkung durch die Condensation, und eben damit die Sichtbarmachung der Spannung. Daß die *Behauptung* Volta's in Beziehung auf die *Größe der Spannung* in dem vorliegenden Falle eine *wesentliche Berichtigung* erheische, diese Einsicht geht zunächst aus den scharfsinnigen Untersuchungen hervor, welche wir Hrn Jäger verdanken*).

Volta stellte bekanntlich den Fundamental-Versuch auf eine doppelte Weise an. In dem einen Falle (nämlich in dem vorher erwähnten Versuche) waren beide Metalle isolirt; in dem andern Falle stand das eine der beiden Metalle mit dem Erdboden in leitender Verbindung. Da nun der electriche Spannungs-Unterschied, seiner Theorie zu Folge, (womit auch alle

*) Ueber die electrokopischen Aeusserungen der Voltaischen Platten und Säulen, vom Hofmedicus Dr. Jäger zu Stuttgart, in diesen *Annal.* Jahrg. 1803 St. 4. od. B. 13 S. 399; und Eben d e s s e l b e n Untersuchungen zur Begründung einer Theorie der trocknen Voltaischen Säulen, *Annal.* Jahrg. 1816 St. 1. B. 52 S. 81. *Gilb.*

Verfuche vollkommen gut übereinstimmen), zwischen je zwei Metallen *ein constanter* ist, so folgte daraus, daß wenn das eine Metall, wie in dem zweiten Falle, mit dem Erdboden in Verbindung, das heißt 0 ist, das andere Metall die doppelte Spannung zeigen müsse, als wenn, wie in dem ersten Falle, beide Metalle isolirt sind, und folglich die gleiche Electricität von entgegengesetzter Spannung in ihnen auftritt; (der Spannungs-Unterschied vom Zink und Kupfer = 1 gesetzt, ist dann nämlich der Unterschied von $+\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ = dem Spannungs-Unterschiede von 0 und ± 1). Hieraus folgerte nun Volta, daß wenn der Fundamental-Verfuch auf die oben beschriebene Weise angestellt werde nur die Hälfte der Spannung zum Vorschein komme, als wenn man die zinkne Collector-Platte des Condensators mit dem in der Hand gehaltenen (also auf 0 sich befindenden) Kupfer berühre, während die obere Platte des Condensators zum Behuf der Condensation gleichfalls mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt werde.

So müßte sich in der That auch die Sache verhalten, wenn in beiden Fällen die condensirende Kraft die gleiche wäre. Denn setzen wir diese = n , und den Spannungs-Unterschied zwischen Zink und Kupfer = a , so würde in dem ersten Falle die Spannung des Zinks oder Kupfers, nach weggehobenem Deckel des Condensators, = $\pm \frac{1}{2} an$, dagegen im zweiten Falle = $\pm an$ seyn. Aber es tritt hier ein Umstand ein, den Volta nicht beachtet hat, auf den wir, wie gesagt, von Hrn Jäger zuerst aufmerksam gemacht worden sind, und der für die Lehre des Condensators und die Beurtheilung seiner Wirkungen von der größten

Wichtigkeit ist. Wenn nämlich die condensirende Platte eines Condensators, statt mit unerschöpflichem ϕ (was jedesmal der Fall ist, wenn sie mit dem Erdboden in Verbindung ist) entgegen zu wirken, mit einer aus einem unerschöpflichen Quell zugeführten entgegengesetzten Electricität entgegenwirkt, welche eben so weit von ϕ absteht als die Electricität, die condensirt werden soll, so condensirt der Condensator noch einmal so stark, *und die von der Condensation abhängige Vermehrung der Spannung* ist in dem *zweiten Falle noch einmal so groß* als in dem ersten, oder die Spannung verdoppelt sich aus diesem Grunde.

Wenden wir diesen Satz auf obige Versuche an, so sieht man deutlich, daß in der ersten Art des Voltaischen Fundamental-Versuchs wirklich der zweite Fall eintritt; denn in der condensirenden Platte tritt der in der Collectorplatte zu condensirenden Electricität die entgegengesetzte entgegen, die aus einem (relativ) unerschöpflichen Quell, aus dem ϕ nämlich der beiden Platten, zugleich mit ihrem Gegensatz frei wird, und als diesem immerfort gleich, von ϕ eben so weit absteht. So weit also die Spannung, ihrer Intensität nach, durch die galvanische Erregung in der Berührung beider Metalle unter einander bestimmt wird, ist sie allerdings nur $\pm \frac{1}{2} \alpha$, (den Spannungs-Unterschied zwischen beiden Metallen $= \alpha$ gesetzt); da aber die condensirende Kraft des Condensators in diesem Falle $= 2n$ ist, so ist das resultirende Product des ganzen Vorgangs $= 2n \cdot (\pm \frac{1}{2} \alpha)$, also $= n \cdot (\pm \alpha)$. Im zweiten Falle, wo die obere condensirende Platte mit dem Erdboden in Verbindung ist, also nicht durch den gleichen Gegensatz der in der untern Platte sich

anhäufenden Electricität condensirt, ist die condensirende Kraft bloß n , die durch die galvanische Erregung gesetzte Spannung dagegen, sofern nämlich das eine Metall mit dem Erdboden in Verbindung steht, und also auf 0 sich befindet, $= \alpha$, folglich abermals das ganze Product $= \alpha n$.

Der berühmte Volta, der an diese Verschiedenheit der Wirkungsart desselben Condensators unter verschiedenen Umständen nicht dachte, und also seiner Theorie gemäß in den ersten Versuchen die halbe, und nur in dem zweiten die volle Spannung erwartete, konnte leicht zu dem Irrthume verleitet werden, das Resultat der Versuche mit den Forderungen der Theorie übereinstimmend zu finden. Denn da die Spannung bei dem von ihm angewandten Strohhalmelectrometer in der einfachen Combination bloß zweier Metalle überall nur schwach ist, und nur geringe Divergenzen der Strohhalmlächen veranlaßt, auch die mit Firniß überzogenen Condensatoren nur durch ein Mittel mehrerer Versuche ein constantes Resultat in Betreff der Größe der Spannung geben, — so mochte Volta sich dabei beruhigen, wenn in einem oder dem andern Falle, die Spannung bei der ersten Art den Versuch anzustellen schwächer ausfiel, sey es nun, daß der Condensator schwächer wirkte, weil die Platten nicht in der besten Lage für Condensation einander gegenüber standen, oder sey es, daß die Strohhalmlächen in ihrer Bewegung etwas träger waren.

Hr. Jäger, der jenes Gesetz für den Condensator aufstellt *), giebt keinen weitem Grund für dasselbe an,

*) Insbesondere Annal. B. 52 S. 95 f. G.

sondern scheint sich lediglich auf den Anspruch der Erfahrung hierbei zu stützen. Indessen scheint mir der hinlängliche Grund dazu in den anziehenden Kräften zu liegen, und in den Gesetzen, nach welchen solche Kräfte im Allgemeinen wirken. Wenn der einen Platte des Condensators die entgegengesetzte Electricität von derjenigen, die in der Collector-Platte condensirt werden soll, so zugeführt wird, daß sie von der gewöhnlichen Anziehung ihres Gegensatzes in dem o, aus welchem sie selbst hervorgeht, durch irgend einen Vorgang entbunden ist, so kann sie mit ihrer *vollen ungetheilten Kraft* auf die in der Collector-Platte zu condensirende Electricität wirken und sie binden, und es wird dann die Beschränkung der bindenden Kraft lediglich von der Dicke der Firnißschichten abhängen. Dieses ist namentlich der Fall bei der ersten Art den Fundamental-Versuch anzustellen, wo die galvanische Erregungskraft der Metalle selbst die Gegensätze entwickelt, und *aus einander* hält. Wird dagegen erst durch den Zug der der Collector-Platte zugeführten Electricität die entgegengesetzte Electricität in der obern Platte aus dem o des Erdbodens entbunden, so theilt sich ihre Wirkung zwischen den beiden Portionen der ihr entgegengesetzten Electricität, die nun im Spiele sind, nämlich zwischen ihrem Gegensatz in der Collectorplatte, und ihrem Gegensatz im o des Erdbodens, dessen anziehende Wirkung durch keinen anderweitigen Prozeß aufgehoben worden ist, oder aufgehoben wird. Sie kann also dann auf die Electricität der Collector-Platte, eben wegen dieser Theilung, nur mit ihrer *halben* Kraft wirken, und also auch nur die Hälfte der Bindung wie in dem er-

sten Falle hervorbringen, und halbmal so stark condensiren. Dadurch wird dann also von Seiten der schwachen Condensation die Gleichheit der Spannung in beiden Fällen nach aufgehobener Condensation, herbei geführt.

Immer bleibt die erste Art den Fundamental - Versuch anzustellen, und der Erfolg derselben, für die Theorie von der höchsten Wichtigkeit, da hierbei alle Mitwirkung von Feuchtigkeit, und aller davon abhängiger chemischer Process, schlechterdings ausgeschlossen sind, und der Versuch gerade dann *am besten* gelingt, wenn er in warmer Luft, nach vorgängiger starker Austrocknung aller Theile durch Wärme, angestellt wird.

Was die zweite Art den Versuch anzustellen betrifft, wo das eine Metall mit dem Erdboden in Verbindung steht, so ist bekanntlich die einfachste Art ihn auszuführen die, daß man die Collector-Platte des Condensators aus dem einen Metalle verfertigt, und sie mit dem andern in der Hand gehaltenen Metalle (von welcher Form, Größe u. s. w. es auch sey) berührt. Daß auch hier die bloße Berührung der Metalle unter einander die Quelle der Electricität ist, und nicht, (wie Hr. Parrot will) ein Auf- und Ab-Heben und damit gegebenes Reiben, ergiebt sich schon daraus, daß der Erfolg ganz derselbe bleibt, man möge das Metall, dessen galvanisches Verhältniß gegen das Metall des Collectors des Condensators man untersuchen will, mit diesem unter der größten Vorsicht und unter Vermeidung aller Reibung nur in einem Punkte, oder unter so starkem Reiben als man will, und mit einer so großen Oberfläche als es einem beliebt in Berührung bringen.

Um indeß auch der letzten Einwendung zu begegnen, muß ich bemerken, daß es eine Art den Versuch anzustellen giebt, bei welchem das Auf- und Abheben gänzlich vermieden wird, und die *beiden ruhenden Platten im ruhenden Zustande bleiben*, und doch ganz derselbe Erfolg erhalten wird. Zu diesem Behuf nehme man die beiden Platten, Zink und Kupfer, (gleich viel ob sie lose auf einander liegen, oder zur Doppelplatte auf einander gelöthet sind), und lege sie auf die obere Platte des Condensators, mit der Vor-
sicht, daß wenn diese Platte von Kupfer ist, (aus bekannten Gründen) entweder das Kupfer zunächst darauf liege, oder, im entgegengesetzten Fall, der Zink wenigstens von ihr durch eine feuchte Pappe getrennt sey. Darauf berühre man die untere auf das Electrometer aufgeschraubte Platte des Condensators und zugleich das nach außen liegende Metall des Metallplatten-Paars (das also ganz *ruhig liegen* bleibt) mit den Fingern so leise als man will, und hebe nun alle Berührung wieder auf. Entfernt man alsdann die obere Platte des Condensators, indem man sie bei ihrem isolirenden Handgriffe hält, von der untern, so gehen die Gold-Blättchen durch die nunmehr frei werdende Electricität dieser untern Platte aus einander. Und bringt man sogleich die obere Platte mit einem gleichen Goldblatt-Electrometer in Berührung, so zeigt dieses die entgegengesetzte Electricität, und zwar in einem noch etwas stärkern Grad, weil begreiflich die Electricität in derjenigen Platte immer etwas stärker ist, von deren *freier Electricität* der *Ladungs-Proceß* des Condensators ausgeht *). Daß Hr. Parrot der

*) Es ist daher nicht genau, wenn Hr. Parrot in seinem Hand-

Versuch mit den an einander gelötheten Platten nicht gelingen wollte, (Handb. d. Ph. S. 555) ist mir ganz unbegreiflich. Wenn der Condensator nur einigermaßen in gutem Stande ist, so fehlt *der Erfolg niemals*, nur darf begreiflich nicht außer Acht gelassen werden, daß, wenn Zink und Messing an einander gelöthet sind, die Berührung der Collector-Platte, wenn sie gleichfalls von Messing ist, nicht unmittelbar durch den Zink geschehen darf, sondern durch eine feuchte Zwischenlage vermittelt werden muß. Der Ausfall des von Hrn Parrot S. 556 ausgeführten sogenannten Experimentum Crucis ist mit allem bisher Angeführten in geradem Widerspruche, und es muß hierbei irgend ein Mißverständniß obwalten, das indessen bei der etwas dunkeln Darstellungsart des Hrn Parrot nicht leicht auszumitteln ist. Wenn er den Versuch so anstellte, daß das Kupfer mit dem Erdboden in Verbin-

buche II. S. 505 sich folgendermaßen ausdrückt: „Man gebe der Platte *AB* des Condensators irgend eine sehr kleine Quantität *E*, so daß ihre Spannung bei aufgesetztem Deckel $= \alpha$ sey, ferner sey *n* der Exponent der Vervielfältigung der Spannung durch den Condensator, so wird, nach aufgehobenem Deckel *DE*, die Spannung in *AB* seyn $n\alpha$. War α eine positive Spannung, so hat *AB* nun $+ n\alpha$, zugleich hat *DE* auch $- n\alpha$.“ Offenbar wird der eine Factor dieser Spannung, nämlich die durch α ausgedrückte GröÙe, in *DE* immer etwas kleiner seyn als in *AB*, je nachdem die Firniß- oder Luft-Schichte zwischen den beiden Platten mehr oder weniger dick ist. Denn damit durch α in *AB* die freie Spannung in *DE* vollkommen aufgehoben werde, (wie ja dies wirklich der Fall ist, da *DE* o electrisch ist), muß die Spannung in *AB*, da die Electricität desselben aus einiger Entfernung auf *DE* wirkt, immer etwas größer seyn als die Spannung in *DE*. Pf.

dung stand, während der darauf ruhende Zink die *messingene* Collector-Platte berührte, so konnte freilich keine freie Spannung zum Vorschein kommen, weil sich dann der Zink zwischen zweien Metallen befand, die ohungefähr gleich starken Impuls (in Volta's Sprache zu reden) gegen den Zink ausübten, und deren Wirkung sich also wechselseitig aufhob; oder, weil überhaupt immer nur die Spannung zum Vorschein kömmt, welche die beiden Endglieder einer Reihe von Metallen unmittelbar mit einander geben würden, eine Spannung die hier, als zwischen Kupfer und Messing entstehend, höchst schwach ist.

Ich habe auch die Versuche über die Wirkung der einfachen Verbindung aus einem Metalle und verdünnter Salpetersäure, welche Herrn Parrot so bestimmte und auffallende Resultate gaben, wiederholt, aber stets viel geringere Intensitäten und *niemals* entgegengesetzte Electricitäten durch die beiden Metalle erhalten. Stand die mit Säure getränkte Pappe mit dem Erdboden in Verbindung, und wurde, um alle unmittelbare Wirkung der Metalle auf einander zu vermeiden, die Berührung der Condensator-Platte durch eine feuchte Pappe vermittelt, so erhielt ich positive Electricität, ich mochte den Zink oder das Kupfer anwenden, aber viel schwächer als die, welche der Zink in Berührung mit dem Kupfer giebt *). Auffallend ist

*) Vergl. auch meine Abhandlung über das galvanische Verhalten der feuchten Leiter u. s. w. in Gehlen's Journale V. S. 82. Pf.

auch dadurch das Resultat der Parrot'schen Versuche, daß die positive E der mit Säure getränkten Pappe $+ 12$ betragen haben soll, während die negative des Zinks $- 7\frac{1}{2}$, und die des Kupfers gar nur $- 3$ war. Wie liefse sich die vollkommene Gleichheit der electrischen Pole einer Volta'schen Säule begreifen, wenn die negative und die positive Electricität der einfachen Combination, sofern die Electricität aus der Oxydation der Metalle hervorgehen soll, wirklich einander so ungleich wäre? In meinen Versuchen zeigte sich dagegen die positive Electricität des Zinks und die negative des Kupfers einander an Stärke vollkommen gleich.

Ich muß, was das Gelingen dieser Versuche, und insbesondere das *Constante* in den Erfolgen betrifft, hier noch die allgemeine Bemerkung machen, daß bei Anwendung von Condensatoren, wie die oben beschriebenen, nur das *Mittel* aus mehreren Versuchen ein sich gleiches Resultat ist. Da nämlich diese Condensatoren durch Abreiben ihrer anfänglich dickern Firniß-Ueberzüge an einander zugerichtet werden, so begreift man, daß sie nicht wohl in allen Punkten gleich gut auf einander passen. Da nun beim Aufsetzen der obern Platte auf die untere die beiden Platten nicht immer wieder in die gleiche Lage gegen einander kommen, so können sie auch nicht immer gleich stark condensiren. Indessen gleichen sich bei oft wiederholten Versuchen diese Ungleichheiten aus, und man erhält auf diese Weise das Resultat einer *mittleren* Condensationskraft.

Zweiter Abschnitt.

Über das Princip der Verstärkung der Electricität, oder der Vervielfachung der Wirkung, in der Voltaischen Säule.

Wenn gleich diejenigen Physiker, denen in der Lehre vom Galvanismus die vorzüglichste Autorität gebührt, in der letzten Zeit darin mit einander und mit Volta einverstanden zu seyn scheinen, daß die heterogenen Metalle durch ihre gegenseitige Berührung die eigentlichen Erreger des electrischen Processes sind, wie dieses wenigstens von Davy, Jäger *) und von Berzelius **) gilt, so sind doch die Theorien über die Verstärkung der Wirkung durch die Vervielfachung der Plattenpaare sehr von einander abweichend, und es ist diese ganze Lehre überhaupt noch in vieles Dunkel gehüllt. Unter den verschiedenen Bemühungen ein befriedigendes Erklärungs-Princip für diese Vervielfachung aufzustellen, verdient unstreitig Jäger's Versuch eine vorzügliche Aufmerksamkeit, und es scheint, nach dem Beifalle zu urtheilen, welchen demselben einige angesehene Physiker, namentlich auch Berzelius gegeben haben, als wenn die Haupt-Schwierigkeiten durch ihn glücklich gehoben würden. Es liegt außer den Grenzen, welche ich diesem Aufsatze bestimme, in eine ganz genaue und unfeindliche Prüfung dieser Theo-

*) Namentlich in seiner spätern Abhandlung „Untersuchungen zur Begründung einer Theorie der trocknen Voltaischen Säule, in Gilb. Annalen N. F. B. 22 S. 81. Pf.

**) Lehrbuch der Chemie. 1sten Bandes 1ste Abtheilung. S. 106. Pf.

rie hier einzugehen; wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes, und um denkende Physiker darauf aufmerksam zu machen, wie viele Räthsel in dieser schwierigen Lehre noch zu lösen sind, will ich indess hier einige Einwendungen gegen jene Theorie aufstellen, welche mir nicht leicht zu heben scheinen.

Ich übergehe eine erste und fundamentale Annahme, auf welcher, als einer Hauptgrundlage, die ganze Theorie ruht. Dieses ist die Annahme von Körpern, welche zwar die Electricität in *einer Richtung* nicht durchlassen, dennoch aber von zwei Seiten her für die beiden Electricitäten so durchdringlich sind, daß sich beide Electricitäten in ihnen begegnen, und in ihrem Innern mit einander neutralisiren können. Man wird mir zugeben, daß dieser Begriff nur dann Gültigkeit hat, wenn die Theorie zweier verschiedener electrischer Materien, wovon jede für sich eigenthümliche Existenz hat, über alle Einwendung hinaus gestellt ist, — welches indess kein Physiker wird behaupten wollen.

Ich wende mich daher sogleich zu der Erklärung der Zunahme der Spannung in der Säule, durch Anwendung des Principis der Condensation. Wenn man die Kupferplatte *C* eines Condensators *Z' C* (Fig. 2 Taf. IV) auf Zink *Z* legt, der selbst auf der Hand ruht, und nur die obere Zink-Platte *Z'* dieses Condensators mit Kupfer *C'* berührt, so erhält man eine doppelt so große Spannung, als wenn man der untern Kupfer-Platte *C* keine Unterlage von Zink giebt, sondern sie bloß auf die Hand legt. Diese Säule aus zwei Electromotoren (*Z C*, *Z' C'*) ist nach Jäger die einfachste, welche verstärkte Electricität zeigen kann, und

in ihr soll das *eine Princip* der verstärkten oder Säulen-*Electricität* ausgesprochen seyn. *Hier darf aber einmal nicht außer Acht* gelassen werden, daß diese Erscheinungen, sofern sie aus dem Principe der *Condensation* hergeleitet werden sollen, sich nur unter der Bedingung darstellen könnten, daß die *Electromotoren* zugleich die Einrichtung von *Condensatoren* haben, d. h. daß die Metalle mit parallelen ebenen Oberflächen, durch dünne Schichten von Nichtleitern oder Halbleitern von einander getrennt, einander gegenüber stehen. Eine solche Einrichtung haben aber die galvanischen Apparate nicht, und brauchen sie auch nicht zu haben, ohne daß darum in den Gesetzen der Verstärkung der *Electricität* das Geringste verändert würde. Was aber noch wichtiger ist, so bezieht sich die auf eine solche Weise construirte Verstärkung nicht auf die *Spannung* als solche, sondern auf die durch *Condensation* bereits verstärkte Spannung. Das heißt, die Spannung ist nicht an sich die doppelte, sondern sie wird es nur, sofern unter den angegebenen Umständen die *Condensation* noch einmal so stark ist. Weil nämlich in dem angegebenen Falle das Kupfer *C* durch die untere Zinkplatte mit negativer *Electricität* geladen ist, die eben so stark ist, als die gleichfalls nur einfache positive *Electricität*, welche in dem Zinke *Z'* durch die Berührung mit dem Kupfer *C'* erregt wird, so wird nun diese positive *Electricität* wegen der doppelt so starken condensirenden Kraft der untern Kupfer-Platte als in dem Fall, wenn sie mit bloßem o condensirte, (wie dieses der Fall seyn würde, wenn sie nicht auf der Zink-Platte, sondern auf der bloßen Hand ruhte,) auf das Doppel-

te gebracht, welche Verdoppelung aber nicht actualiter, sondern nur virtualiter vorhanden ist, d. h. nicht eher zum Vorschein kömmt, als wenn der Zink abgehoben wird. Setzen wir nämlich die einfache condensirende Kraft $= x$, (die nämlich, welche dann statt findet, wenn die untere Platte durch bloßes von der Erde zugeführtes ϕ condensirt), die Spannung aber, welche Kupfer mit Zink giebt $= y$, so ist allerdings das Produkt im Versuche selbst dasselbe, ob wir $2y$ (doppelte Spannung) mit x (der einfachen condensirenden Kraft) oder y mit $2x$ (die einfache Spannung mit der doppelten condensirenden Kraft) multipliciren, denn $2y \cdot x = 2x \cdot y$. Da nun aber Hr. Jäger die Spannung des gleichsam aus der Säule entfernten und abgehobenen Zinks am Electrometer untersucht, so muß der von der verdoppelten Condensation abhängige Effect zum Vorschein kommen, und da er in diesem Falle doch $2yx$ erhält, so kann das 2 unmöglich dem y zugeschrieben werden, weil sonst die Wirkung $2y \cdot 2x$ seyn müßte. Jäger ist daher durch seine Versuche nicht berechtigt, in dem Z' , so lange es aufruhrt und also ein Glied der Säule ausmacht, die Spannung $2y$ anzunehmen, vielmehr ist darin nur die einfache Spannung y vorhanden, in Folge der Berührung mit dem Kupfer C' , und in diesem können wir am wenigsten — $2y$ annehmen, sondern müssen demselben lediglich nur das ϕ des Erdbodens zuschreiben mit dem es im Augenblicke, da es den Zink berührte, in Verbindung war.

Von dem Gesetze der Condensation hängt es nun allerdings auch ab, daß in dem von Hrn Jäger S. 95 erzählten und in Fig. 3 Taf. IV nachgebildeten Verfü-

che, wo gleichsam 2 Condensatoren mit einander gleichfalls scheinbar zu zwei Plattenpaaren combinirt sind, aber nur die beiden in der Mitte befindlichen Platten von Zink Z und Kupfer C' sich metallisch berühren, die an einem isolirenden Handgriffe abgehobene Zink-Platte Z' nur die halbe positive Spannung, wie im Fundamental-Verfuche zeigt. Denn da in diesem Falle die Zinkplatte Z , und die Kupferplatte C' , beide als isolirt zu betrachten sind, so können sie keine höhere Spannung als $\frac{1}{2}$ annehmen, um dem Spannungs-Unterschiede 1 Genüge zu leisten; und da dann das $+\frac{1}{2}y$ in Z und das $-\frac{1}{2}y$ in C' nur durch 0 in C , und Z' condensirt werden, so kann die Verstärkung in Folge der Condensation nur die einfache, folglich in C' nur $-\frac{1}{2}yx$ seyn. Und dieses kann sogar in dem Z' nicht ein volles $+\frac{1}{2}yx$ hervorrufen, weil in Z' die Electricität völlig gebunden ist, das $-\frac{1}{2}yx$ des C' aber, weil es aus einiger Entfernung wirkt, ein ihm *gleiches positives* Quantum nicht vollkommen latent machen kann. Indessen wird dieser kleine Unterschied in dem Verfuche selbst nicht wohl zum Vorschein kommen, da in jedem Falle die Condensation den Haupt-Antheil an dem Offenbar-Werden der Spannung hat, und bei so kleinen Spannungen, wie z. B. $x = 500$ ist, die Beobachtung wohl schwerlich den Unterschied zwischen $\frac{1}{2}y \cdot 500$ und vielleicht $\frac{2}{3}y \cdot 500$ auffassen wird.

Den Grund davon, daß in dem zweiten Falle die Electricität des Z' nur die halbe Spannung wie in dem Fundamental-Verfuche hat, sucht nun Hr. Jäger darin, daß sich die in den beiden heterogenen Metallen Z und C' erregten Electricitäten einander durch wech-

seitsseitige Anziehung beschränken, und sich so weit binden, daß sie nicht mit ihrer ganzen Intensität auf die anliegende Harzschichte wirken können. Es ist nun zwar allerdings keinem Zweifel unterworfen, daß auch in diesen Versuchen die Electricitäten mit ihren natürlichen und ihnen wesentlich zukommenden Kräften wirken werden, vermöge welchen $+$ und $-$ sich anziehen und wechselseitig binden; aber darin eben liegt ja das Eigenthümliche der galvanischen Electricitäts-Erregung, daß durch irgend eine Kraft, welche sie auch sey, diese anziehenden und relativ bindenden Kräfte des $+$ und $-$ auf einander gleichsam aufgehoben sind, und nun nur nach außen wirken, aber freilich nur bis zu einem gewissen Grade, der durch den electrischen Spannungs - Unterschied gemessen wird. Dem Wesen nach ist in diesem zweiten Versuche, wo $+E$ und $-E$ neben einander auftreten, und jedes nur $\frac{1}{2}y$ beträgt, nicht mehr Bindung und Beschränkung, als wenn einseitig $\pm E$ mit der Spannung y erscheint. Würden die Electricitäten sich wirklich binden, so könnte es überall nicht zu einer Verstärkung durch Condensation kommen; denn da $+\frac{1}{2}y$ und $-\frac{1}{2}y$ in Berührung mit einander, und einander vollkommen gleich sind, so bleibt überall nichts von freiem $+$ oder $-E$ übrig, letzteres um durch den Firniß hindurch auf Z' zu wirken, während jenes von der untern Kupfer-Platte aus beschäftigt würde.

Freilich nimmt Jäger Etwas von der Art im Turmaline, und selbst auch in der *vollkommen isolirten Säule* an, nämlich daß sich die beiden Pole wirklich vollkommen binden, und daß der eine Pol nur in dem Verhältnisse durch freie Spannung nach Außen wir-

ke, in welchem der andere zugleich nach Außen beschäftigt und gleichsam sollicitirt werde. Indessen stimmen meine eigenen Versuche mit dieser Behauptung *nicht überein*. Ich habe Voltaische Säulen mit der *größten Vorsicht* die vollkommenste Isolirung zu Stande zu bringen, aufgebaut, und die Platten beim Aufbauen selbst nur mit vielfach zusammen gewickeltem und noch mit Firniß überzogenem Taft angefaßt, und habe doch bei Säulen von 120 und mehr Plattenpaaren, eine sehr bestimmte Spannung, positiv an dem einen negativ an dem andern Pole, bei Anwendung von sehr kleinen Electrometern erhalten, ohne daß an dem andern Pole zugleich ein Electrometer angebracht, oder seine Isolirung sonst *im geringsten verändert* war; *eine Spannung*, die *merklich* die Hälfte derjenigen betrug, die der eine Pol zeigt, wenn der andere durch Verbindung mit dem Erdboden auf 0 heruntergebracht wird.

Gelst nun aber aus dem Bisherigen das was ich zu beweisen suchte hervor, daß nämlich durch die Anwendung des Princip's der Condensation eine Zunahme der electricchen Spannung in der Combination Fig. 2 sich nicht erklären läßt, sofern von einer solchen Zunahme, auch wenn die Platten *ruhig auf einander liegen* bleiben, die Rede ist, und finden wir doch, wie es in der That der Fall ist, daß in der Säule eine solche Zunahme statt findet, so werden wir berechtigt seyn, aus demselben Grunde die weiteren Folgerungen in jenem Jäger'schen Aufsatze anzufechten. Die genauere Erörterung dieser Folgerungen behalte ich mir indessen für eine andere Gelegenheit vor.

Dritter Abschnitt.

Magnetisch - electrische Versuche.

Es sind bereits von so vielen Seiten die zu dieser Klasse gehörigen Versuche, namentlich in diesen Annalen beschrieben worden, daß ich nur ein Paar Worte über eine mit *besondern Rücksichten* von mir unternommene Reihe solcher Versuche mir erlaube. Da ich vorzüglich im Sinne hatte den Einfluß des *chemischen Processes* auf die GröÙe der Ablenkung der Declinations - Nadel zu untersuchen, so bediente ich mich bei meinen meisten Versuchen des so bequemen, von Hrn Prof. Gilbert ausgedachten und in dem 12ten Stücke des Jahrganges 1820 beschriebenen und abgebildeten Apparates. Mein *kupferner Kasten* hat eine Höhe und Breite von 4 Par. Zoll, und die schmale Seite nur $\frac{1}{2}$ Zoll. In die Flüssigkeit tauchte eine Zink - Platte ein, von welcher unter einem rechten Winkel die Zinkleitung fortging, und mit doppelter Biegung zum kupfernen Kasten zurückkam. So konnten die Magnetenadeln bequem auf dem obern und dem untern Zinkstreifen angebracht werden, indem man sie auf niedrige Stahl - Spitzen, die in Glas oder in ein dünnes gefirnissetes Brettchen eingelassen waren, mit ihrem Agathütchen setzte, auf höhere Spitzen je nachdem sie von dem Streifen mehr entfernt werden sollten. Die Richtungen des Apparats in Beziehung auf den magnetischen Meridian, konnten durch gelinde Umdrehung einer leicht beweglichen Tischplatte nach Belieben verändert werden.

1) Ich untersuchte zuerst, nach der Reihe, die Wirkungen der *Schwefelsäure* in verschiedenen Zuständen, der höchst concentrirten (*Nordhäuser*), der

englischen Schwefelsäure, derselben mit 5 Theilen Wasser, dann mit 10 Theilen Wasser verdünnt; darauf die Wirkungen der *concentrirten*, und der mit gleichen Theilen Wasser verdünnten *Salzsäure*; und endlich die Wirkungen einer kalten und einer kochend-heißen gesättigten *Salmiak-Auflösung*. Diese Flüssigkeiten wurden jedesmal mit aller Vorsicht in den kupfernen Kasten gegossen, um so die Ablenkung gleichsam im Entstehen und Wachsen zu beobachten. In andern Fällen wurde auch durch eine bequeme, auch schon von Hrn Prof. Gilbert angegebene Vorrichtung, die Leitung dann erst zwischen dem an einer Stelle unterbrochenen Metallstreifen hergestellt, wenn der chemische Proceß schon in vollem Gange war. Gewöhnlich bediente ich mich einer sehr fein gearbeiteten Magnetnadel von einer Länge von 5 Zoll Par. und von 15 Decigrammen an Gewicht. Was die Gesetze betrifft, nach welchen die Ablenkungen geschehen, so fand ich alles vollkommen bestätigt, wie es besonders in Hrn Prof. Gilbert's lehrreicher Abhandlung angegeben ist, und die von ihm aufgestellte Regel besonders anwendbar, um sich in dieser Mannichfaltigkeit von Erscheinungen leicht zu orientiren. Ich will die in Fig. 4 gewählte Lage als Normallage annehmen, wo das Gefäß im Norden steht, und *ab*, *cd* genau in der Richtung des magnetischen Meridians liegen, und nun die östlichen Abweichungen für jene oben erwähnte Nadel angeben, als sie über dem obern Streifen in einer Entfernung von etwa einem halben Zolle schwebte.

a) Bei *rauchender Schwefelsäure*, Schwingung bis 15°; ruhiger Stand bei 10°.

b) Bei *englischer Schwefelsäure*; Schwingung bis 50°, ruhiger Stand bei 25°.

c) Mit 5 Theilen Wasser verdünnte *englische Schwefelsäure*; erste Schwingung bis beinahe 80°; länger fortdauernde Oscillation; ruhiger Stand bei 42°.

d) Mit 10 Theilen Wasser verdünnte *Schwefelsäure*; keine merkliche Ablenkung.

e) Mit gleichen Theilen Wasser verdünnte *Salzsäure* von 1,120; Schwingung bis 61°; endlich ruhiger Stand bei 36°.

f) Fast kochend-heisse gesättigte *Salmiak-Auflösung*; Schwingung bis auf 70°; allmähliche Abnahme auf 35, 30, 25°; langes Beharren bei 20°.

g) *Kalte Salmiak-Auflösung*; Schwingung bis 40°; ruhiger Stand bei 20°.

Man sieht, daß die GröÙe der Abweichung mit dem chemischen Proceß, als solchem, durchaus nicht im Verhältniß steht. Mit 10 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure wirkt in hohem Grade chemisch, die Gas-Entwicklung ist außerordentlich; und doch fand gar keine merkliche Ablenkung statt, während concentrirte rauchende Schwefelsäure, die so gut wie gar nicht chemisch wirkt, wenigstens eine sehr merkliche, und Salmiak-Auflösung, die nur schwach chemisch wirkt, eine so außerordentlich starke Ablenkung zur Folge hatte.

2) Ich wollte untersuchen, welchen Einfluß auf die GröÙe der Ablenkung es haben möchte, wenn ich den Zinkstreifen an seinen beiden Enden mit einem sehr ausgebreiteten metallischen Conductor in Verbindung setzte, um den electricen Strom mehr auszu-

breiten, zu verdünnen, und damit unwirksam zu machen. Ich wählte dazu einen der großen Conductoren meiner Electrifikirmaschine, von 6' Länge und $\frac{1}{2}$ ' Durchmesser. Es liefs sich durchaus keine Verschieblichkeit in der Ablenkung bemerken, dieser Conductor mochte in den leitenden Kreis mit aufgenommen seyn oder nicht.

Kann ein solcher Strom (wenn es erlaubt ist, diesen Ausdruck zu gebrauchen) etwa ohne Gränzen den Magnetismus in metallischen Leitern ohne Schwächung hervorrufen, etwa wie man mit einem einzigen kleinen Magneten alles Eisen der Erde magnetisch machen könnte, und zwar der Intensität nach eben so stark, wie die kleinste Portion Eisen? Weitere Versuche müssen diesen Punkt aufklären.

3) Die Unterbrechung der metallischen Leitung auch nur durch die dünnste Schichte concentrirter Schwefelsäure, hob alle Wirkung auf. Sind nur die wahren Metalle dieser magnetischen Ladung fähig?

4) Ich wollte untersuchen, ob der *kräftige elektrische Strom* meiner herrlichen Electrifikirmaschine, welche 17" par. Funken auf die große Auffangkugel überschlägt, von dem positiven zum negativen Conductor durch einen *ungemein feinen Silberdraht* überleitet, magnetische Eigenschaften annehme, und ob er gleichfalls die Nadel, die sich unter dem Silberdrahte befindet, aus dem magnetischen Meridian ablenke. Bis jetzt konnte ich nichts bemerken. Sollte der Strom von noch wirkameren Electrifikirmaschinen, z. B. die Haarlemer, solche Wirkungen hervorbringen? *)

*) Vgl. Hrn Prof. Schmidts in Gießen gehaltenen Versuch, ob. S. 28. G

7) Ein einzelnes Platten - Paar Zink und Kupfer von 7 par. Zollen Durchmesser, brachte mit einer dünnen Zwischen - Pappe, die der Reihe nach mit jenen Flüssigkeiten (1. *a* bis *e*) befeuchtet war, eben so starke Wirkungen als die dort angegebenen hervor. Dieser Apparat hat das Bequeme, daß die Streifen *ab*, *cd* einander sehr nahe gebracht werden können. Um die Wirkung der augenblicklichen Schließung um so bestimmter zu bemerken, schliesse ich hinten in *bc* durch einen durchgesteckten Messingstift, wenn alles in seiner gehörigen Lage ist. Befindet sich dann die Nadel in der Lage 3, zwischen den beiden Leitungstreifen, so ist die Ablenkung fast noch einmal so stark, als wenn sie blos der Atmosphären - Wirkung des obern oder untern Streifens in der Lage 1 oder 2 ausgesetzt ist.

6) Eine Säule von 40 Platten - Paaren von Zink- und Kupfer-Scheiben von beinahe 2 par. Zollen Durchmesser, schien nicht so stark zu wirken, wie das einzelne Platten - Paar in No. 5.

Wie viele Forschungen sind nicht noch anzustellen, ehe diese räthselhaften Phänomene vollkommen construierbar seyn werden, und welche herrliche Winke liegen für die Fortsetzung dieser Forschungen in Precht's inhaltsreichem Aufsatze im ersten Stücke des jetzigen Jahrgangs dieser Annalen S. 81.