

VIII.

Notiz über eine physikalische Schrift: „der Process der galvanischen Kette“ verbunden mit Bemerkungen über Becquerel's elektromotorische Untersuchungen, nebst einer Beobachtung über die Vertheilung des Magnetismus in der geschlossenen Kette;

von

G. F. P O H L.

Ich bin seit einiger Zeit mit Untersuchungen über die elektrischen Erregungen beschäftigt gewesen, welche beim Contacte zwischen differenten Flüssigkeiten und zwischen Metallen und Flüssigkeiten Statt finden, nicht um die Resultate einzeln an und für sich zu haben, sondern um sie im Ganzen als Belege zu einer sicher begründeten Theorie des Processes der galvanischen Kette anzuwenden. Ich habe bei dieser Arbeit den Vortheil eines Gesichtspunktes gehabt, den Volta und die Physiker, welche nach ihm mit demselben Gegenstande beschäftigt waren, nicht kannten, nämlich die in einer Reihe von Versuchen in Kallner's Archiv durch mich dargelegte *polare Thätigkeit*, mit welcher die Flüssigkeiten als Leiter der durch den Contact erregten Elektrizität wirksam sind. Die Grundform dieser unter den mannigfaltigsten Beziehungen von mir untersuchten und constatirten Thätigkeit besteht dar-

in, daß die Flüssigkeit, wenn sie an einem *Extrem* durch den Contact mit einem Metalle oder einer andern Flüssigkeit elektrisch erregt ist, an jeder andern Stelle, die als ein zweites dem ersten gegenüberliegendes *Extrem* in der Masse derselben fixirt wird, allemal eine elektrische Erregung zeigt, welche jener des ersten *Extrems* entgegengesetzt ist, so wie in einem Magnetstabe, dessen eines *Extrem* ein Nordpol ist, jeder andere Punkt, der in seiner Masse als ein zweites *Extrem* herausgehoben wird, allemal mit der südpolaren Thätigkeit hervortritt, und umgekehrt. Durch diese Thatfache erscheinen alle Erfolge der Contactelektricität, bei welchen eine Flüssigkeit mit im Spiele ist, in einem ganz andern Lichte als bisher, die Flüssigkeit ist nun, selbst vom Standpunkte der entschiedensten Empirie aus, durchaus nicht mehr das bisherige gleichsam nur passive Filtrum der Elektricität, und die Thätigkeit der ganzen Kette zeigt sich unter einer Beleuchtung, mit welcher jetzt erst ihre eigentliche und wahrhafte Natur vollkommen sichtbar geworden ist. Hätte Volta zu der Zeit, als er seine großen Entdeckungen machte und sie durch die umfassendsten und gediegensten Untersuchungen bewährte, dieses lebendige Verhalten der Leiter zweiter Klasse bereits gekannt, welches sich uns jetzt erst durch den Elektromagnetismus aufgeschlossen hat, so würden wir ohne Zweifel schon seit jener Zeit dem Scharffsinne dieses würdigen Mannes die wahre Theorie seines Elektromotors zu verdanken haben, deren entschiedene, und ich darf sicher hinzusetzen, jetzt völlig und für immer gesicherte Begründung, nach so

vielen Jahren der Täuschungen und Mißgriffe, erst unsern gegenwärtigen Tagen aufbehalten geblieben ist.

Binnen kurzem denke ich eine im Manuscript beinahe beendigte Schrift, unter dem Titel: „*Der Proceß der galvanischen Kette*“ zum Drucke zu befördern, in welcher ich den auf experimentale Thatfachen sich stützenden Beweis führen werde, daß die bald nach der Entdeckung des Elektromagnetismus in meinen ersten schriftlichen Darlegungen über den Gegenstand bereits speculativ als nothwendig von mir erkannte Polarität der galvanischen Kette die wahre und durchaus richtige sey, so daß sich darin Folgendes ergeben wird:

Die Polarität, mit welcher die Metalle in der geschlossenen Kette die Zersetzung des flüssigen Leiters bewirken und auf die Magnethadel reagiren, ist die entgegengesetzte von derjenigen, welche sie in der gemeinen Contactelektricität versichtbaren; die der Contactelektricität der Metalle entsprechende Thätigkeit der Kette ist nur eine untergeordnete, welche der eigentlichen zum Chemismus gesteigerten Thätigkeit der Contactelektricität zwischen der Flüssigkeit und den Metallen, in dem Organismus der geschlossenen Kette, eben so parallel geht, wie in dem thierischen Organismus die Functionen der Irritabilität und Sensibilität, als einem niedern und höhern Systeme entsprechend, sich wechselseitig fordern und bedingen.

Ich werde darin im Zusammenhange mit der Entwicklung dieser Theorie zugleich die wahre Beschaf-

fenheit der Wirkfamkeit der zweigliedrigen Kette aufzeigen, und aus der Betrachtung derselben eine Methode herleiten, durch welche die elektrischen Relationen der Metalle und Flüssigkeiten, so wie der Flüssigkeiten unter sich, mit einer Präcision und Einfachheit zu bestimmen sind, die bisher, beim bloßen Gebrauch des condensirenden Elektrometers zu diesem Behuf, nicht zu erreichen waren, und außerdem wird darin, mit der entschiedenen Aussicht auf mannigfaltige Folgerungen, welche für die speculative Naturwissenschaft überhaupt wichtig seyn werden, das Ergebniß hervorgehen, daß der chemische Proceß, so wie die Krytallisation Erzeugnisse einer unmittelbar unter dem Typus der Thätigkeit der zweigliedrigen geschlossenen Kette Statt findenden Function seyen.

Da größtentheils der Inhalt der auch in diese Annalen aufgenommenen Becquerel'schen Abhandlungen auf die Untersuchung derselben elektrischen Relationen sich bezieht, mit denen ich mich beschäftigt habe, so folge ich der Veranlassung, mit der obigen Mittheilung hier noch einige Bemerkungen über jene Arbeiten zu verbinden.

Es scheint mir zuvörderst einer Erwähnung im Allgemeinen zu bedürfen, daß der Verfasser dem Wesen der Elektrizität nicht die entschiedene Ansicht abgewonnen hat, die sich in allen Thatfachen auf das unverkennbarste ausdrückt, und die man haben muß, um nicht durch die bloßen Erscheinungen in ein Netz von Irrthümern und Fehlschlüssen hineingezogen zu werden, dem man außerdem bei dem besten

Willen nicht zu entgehen vermag und das sich mit jedem Schritte, den man weiter zu thun strebt, nur um so fester und verworrener um die Reflexion schlingt. Die Elektrizität ist überall, wo sie erscheint, nichts als die Tendenz zur chemischen Synthesis, sie ist kein materielles mechanisch bewegtes Substrat, sondern eine rein dynamische Thätigkeitsform der Materie selbst; sie ist die noch ungeöffnete Knospe, aus welcher, wenn der Kreislauf der Functionen in sich geschlossen ist, der Chemismus wie eine aufgeschlossene Blüthe plötzlich hervorbricht. Die Elektrizität geht daher jedesmal vor dem Chemismus voran, niemals folgt sie ihm, und es ist absolut unrichtig, wenn man, wie Herr Becquerel, die elektrischen Erscheinungen als spätere Erzeugnisse des Chemismus, oder gar als die Folge von capillären Wirkungen und dergleichen betrachtet.

Herr Becquerel hat die elektrischen Relationen theils aus der Abweichungsrichtung der Magnetnadel in der geschlossenen Kette, theils aus unmittelbaren Beobachtungen am Condensationselektrometer herzuleiten gesucht. Was die erstere Bestimmungsmethode anbetrifft, so kommen dabei aber Untersuchungen vor, nach welchen man glauben sollte, daß dem Beobachter die Wirkung der zweigliedrigen Ketten mit ungleichen metallischen Berührungsflächen ganz unbekannt geblieben sey. Der Draht seines Galvanometers, wie er den Schweigger'schen Multiplicator nennt, endet auf der einen Seite in einen Platinlöffel, der eine breite Fläche darbietet, während die andere Seite in eine schmale Platinzange ausläuft, die mit den

Spitzen die zu untersuchenden Stoffe berührt. Unter diesen Umständen ist es nicht möglich, die Wirkungen jener Stoffe an sich von der Wirkung der Kette mit ungleichen metallischen Berührungsflächen zu unterscheiden, und die auf solche Weise erhaltenen Resultate haben schon darum keine Zuverlässigkeit. Aber noch schlimmer ist es, daß es der Beobachter unterlassen hat, sich vor allen Dingen zuvörderst ein *festes* Princip zu bilden, nach welchen erst aus der Ablenkungsrichtung der Nadel die elektrische Relation der differenten Stoffe, welche die Kette bilden, mit Sicherheit gefolgert werden kann. Statt eines solchen Principis ist nichts weiter als nur eine oberflächliche und lockere Analogie der Wirkung der einfachen Kette *zfk* zum Grunde gelegt, und der Beobachter vermengt dabei beständig die Wirkung einer solchen Kette mit der, welche der invertirten angehört, die nach dem Schema *fkzf* construirt ist; er kennt dabei noch gar nicht das polare Verhalten der Flüssigkeiten und ihre auf entgegengesetzten Extremen entgegengesetzten Erregungen, und so entspringen Folgerungen aus Folgerungen, bei denen nichts weiter gewiß ist, als der Irrthum und die Verwirrung, denen sie mehr oder weniger sämmtlich unterworfen sind.

Die Beobachtungen am Elektrometer hat Herr Becquerel mit einem Instrumente angestellt, dessen große Empfindlichkeit er als eine Folge der von ihm vorgenommenen Verbesserung der Bohmenberger'schen Einrichtung besonders hervorhebt. Diese Verbesserung kann nur darin gesetzt werden, daß die beiden trockenen Säulen in eine einzige zusammengefügt, und

dafs ihre Knöpfe durch lange Metallstreifen vertauscht sind, von welchen das zwischen beiden hängende Goldblättchen in allen Punkten angezogen oder abgestofsen wird. Der erstere Umstand aber kann unmöglich als eine reelle Verbesserung gelten, er ist offenbar nur eine ganz unwesentliche und, wie es scheint, noch überdies unbequeme Veränderung der Form; gegen die zweite Veränderung aber, wenn sie als Verbesserung gelten soll, wird die Mechanik erhebliche Einwürfe machen müssen; ein Goldblättchen, welches nur an seinem untern Extrem durch die mit der concentrirten Erregung der Säule wirkenden Knöpfe sollicitirt wird, mufs allemal stärker, wenigstens nicht schwächer als jenes zwischen den langen Metallstreifen angezogen und abgestofsen werden, und die Erhöhung der Wirkung, welche Hr. Becquerel an seinem Instrumente wahrnahm, wird daher nicht jener vermeinten Verbesserung, sondern theils der Spannungsintensität seiner noch neuen trockenen Säule, theils den individuellen Dimensionsverhältnissen des Instruments, so wie auch den grofsen Condensatorplatten zuzuschreiben seyn, deren er sich bediente. Wen indess schon bei der gewöhnlichen Reizbarkeit des Condensationselektrometers die Aussagen dieses Instrumentes über die leisesten und zartesten Anklänge der elektrischen Erregung nie recht vollkommen über der Skepsis stehen, so gereicht vollends ein Grad von Empfindlichkeit, bei welchem der elektrische Zustand der Haare des Beobachters schon in einer Entfernung von mehreren Fufs das Instrument afficirt, demselben mehr zum Nachtheil als zur Empfehlung. Wer will es auf

sich nehmen, in den Auslagen eines solchen Instrumentes das Zufällige vom Wesentlichen, den Trug von der Wahrheit mit Ueberzeugung zu sondern und in allen Fällen das Ergebniss als die reine Folge bestimmter Bedingungen zu verbürgen? Aber das ist nicht genug. Herr Becquerel hat bei den Beobachtungen an diesem Instrumente da, wo, wie er sagt, die Resultate anomal waren, immer feuchte Papierstreifen zwischen die Fläche des Condensators und des hinsichtlich seiner Erregung zu prüfenden Metalls geschoben, er hat also, abgesehen von der Unzulässigkeit einer solchen experimentalen Willkühr, die in lebendig polarer Thätigkeit begriffene Flüssigkeit in allen diesen Fällen immer wieder nur als das indifferente Colatorium der Elektrizität betrachtet und dadurch gerade das Ergebniss, wenn es etwa das richtige war, zum entgegengesetzten gemacht, und so ist es begreiflich, wie dasjenige, was er als Resultate dieser seiner Untersuchungen aufgestellt hat, aus wahren, halbweisen, aber zum Theil auch aus völlig unrichtigen und schlechthin naturwidrigen Bestimmungen zusammengesetzt ist. Als ein durchaus falsches Resultat muß insbesondere bemerklich gemacht werden, daß im Allgemeinen bei gegenseitiger Berührung von sauren Flüssigkeiten mit Metallen die letzteren positive, die ersteren negative Elektrizität annehmen, und daß bei alkalischen Flüssigkeiten die Wirkungen entgegengesetzt seyn sollen. Die Wahrheit, welche sich mir nach meiner einfachen Prüfungsmethode in einer grossen Zahl einzelner Untersuchungen bestätigt hat, ist: daß die Metallreihe in zwei Klassen zerfällt, von de-

nen die Glieder der mehr *negativen* Hälfte, wie Silber, Gold, Quecksilber, Platin, Kupfer gegen das Wasser, die Säuren, die Alkalien und alle übrige salzige Flüssigkeiten ohne Unterschied, nur wie sich versteht in verschiedenem Grade, *positiv* werden, während die der andern Hälfte eben so constant negativ gegen alle Flüssigkeiten sich zeigen, und zwar sind die *negativen* Metalle gegen die Flüssigkeiten um so positiver, je negativer sie in der Metallreihe selbst sind, und so umgekehrt die *positiven*. — Ueber alles dies wird in der oben genannten Schrift bestimmtere Auskunft von mir gegeben, nur schien es mir zweckmässig, diese Bemerkungen hier in den Annalen zur offenen Sprache zu bringen, da die Becquerel'schen Sachen mit einer Art von Aufmerksamkeit und Auszeichnung in unsere deutsche physikalische Zeitschriften aufgenommen sind, die wenigstens manche Leser zu der Ansicht verleiten kann, als enthielten sie wirklich neue und durch Eigenthümlichkeit ausgezeichnete Darlegungen, während das summarische unparteiische Urtheil über sie dahinausfallen muß, daß dasjenige, was in ihnen nicht zu dem verfehlten und unrichtigen gehört, uns schon längst eben sowohl und noch besser bekannt ist, als man es hier angegeben findet. Aber es ist ein Unglück, daß wir noch immer zur Ueberschätzung dessen geneigt sind, was vom Auslande herkommt, und die Priorität, welche uns Deutschen schon nach dem philosophischen Standpunkte unsers Wissens unstreitig gebührt, vielleicht nicht eher erkennen werden, als bis sie uns von den unbefangenen Ausländern selbst wird zuerkannt worden seyn.

Ich benutze diese Gelegenheit hier noch eine von mir gemachte Beobachtung über die Vertheilung des Magnetismus in der geschlossenen einfachen Kette mit anzuschließen. Was bis jetzt über die Form des Hervortretens des Elektromagnetismus bekannt ist, bezieht sich fast allein, wenn man die wichtigen, tiefer dringenden Seebeck'schen Untersuchungen ausnimmt, nur auf die am Schließungsdralhte beobachteten Phänomene. Vor einiger Zeit habe ich an der Kette unmittelbar selbst ein differentes Verhalten wahrgenommen, welches den Ausgangspunkt zu wesentlichen Folgerungen so wie zur Erklärung einiger Rotationsphänomene bilden wird, die bis jetzt noch keine ganz genügende Construction zugelassen haben. Ich bin von der weiteren Verfolgung dieser Erscheinungen durch die oben genannten Beschäftigungen abgezogen worden, und da ich nicht weiß, wie lange ich noch verhindert seyn werde die Untersuchung wieder aufzunehmen, so halte ich mich verpflichtet, den Gegenstand fürs erste wenigstens bloß nach seiner rein faktischen Seite in der Kürze mitzutheilen.

Man lege in einer einfachen Kette die rechtwinklig gestaltete Kupferplatte von etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge und 1 Fuß Breite horizontal, mit der langen Seite auf der Ebene des magnetischen Meridians senkrecht über eine gleich große, durch eine feuchte Pappe von ihr getrennte Zinkplatte, und verbinde den *nordwestlichen* Winkel der *Kupferplatte* mit dem *nordöstlichen* der *Zinkplatte* durch einen einfachen Dralhtbügel. Eine Magnetnadel unmittelbar über der Kette und ganz außer dem Bereich des Verbindungs-

Drahtes deklinirt alsdann über dem westlichen Rande derselben östlich, nach dem östlichen Rande hin nimmt die Ablenkung, bis über die Mitte der Platte hinaus, ab, bis sie in der östlichen Hälfte der Platte Null wird; von da an wird die Ablenkung wieder entgegengesetzt und die Nadel deklinirt bis zum östlichen Rande der Platte hin immer stärker und über dem Rande selbst am stärksten westlich. Legt man die Zinkplatte oben, die Kupferplatte unten, verbindet jedoch abermals den nordwestlichen Winkel der Kupferplatte mit dem nordöstlichen der Zinkplatte, so sind die Ablenkungen vollkommen so wie vorhin, nur liegt der Nullpunkt jetzt in der westlicheren Hälfte der Kette. Verwechselt man die Verbindungspunkte, indem man den *nordwestlichen* Winkelpunkt der *Zinkplatte* mit dem *nordöstlichen* der *Kupferplatte* verbindet, so sind die Ablenkungen nach denselben Regeln nur entgegengesetzt bestimmt, und die Nadel, welche unter den beiden ersten Combinationen in Bezug auf die Kette nach Innen zu deklinirte, deklinirt alsdann beide Male nach Außen. — Verbindet man zwei übereinander liegende Punkte der Platten an den nordlichen Grenzen derselben, so ist die Ablenkung überall gänzlich Null oder höchstens nur in der Gegend des Verbindungspunktes schwach östlich, wenn die Kupferplatte oben liegt; westlich, wenn die Zinkplatte oben liegt. Dies ist eine deutliche Hinweisung zur Construction des übrigen aus der gemeinsamen ineinander greifenden Wirkung beider Platten zugleich. — Man sieht zwar das Band, durch

welches diese Phänomene mit den bereits bekannten verknüpft sind, aber sie schliessen zugleich eine eigenthümliche Seite des Gegenstandes auf, die zur genaueren Kenntniß desselben von besonderer Wichtigkeit zu werden verspricht.

Berlin, d. 31. März 1825.

G. F. P o h l.

Verbesserungen zu den Aufsätzen des Hrn. Becquerel im Bd. 78:

S. 175 Z. 18 mit dem Finger l. mit einem Zinkstreifen

S. 195 Z. 7 Contacte der Metalle l. Contacte der Metalle mit dem Wasser

S. 202 Z. 15 in dem andern l. in dem entgegengesetzten Falle,

(P.)