

geometrisch identisch, durch ihre Spaltbarkeit unterscheiden, hinsichtlich ihrer Aetzfiguren zu untersuchen. Es dürften sich daraus interessante Schlüsse in Bezug auf das kystallographische System des Feldspathes ergeben.

Lüdinghausen (Westfalen), im Mai 1874.

VIII. *Neue Beobachtungen an der Elektromaschine zweiter Art; von J. C. Poggendorff.*

(Aus d. Monatsber. d. Akad. Januar 1874.)

Als ich vor einiger Zeit, nach mehrmonatlicher Unterbrechung meiner Beschäftigung mit der Elektromaschine zweiter Art, dieselbe wiederum zur Hand nahm, wurde ich nicht wenig überrascht, eine ganze Reihe von Erscheinungen wahrzunehmen, die ich früher, da ich doch diese Maschine so eingehends untersuchte, nicht hatte beobachten können.

Die Maschine, noch dieselbe verticale, in der einfachen Gestalt, wie sie zu den früheren Untersuchungen gedient hatte, war anscheinend in gutem Zustande; aber dennoch erhielt ich zwischen den Elektroden entweder gar keinen Strom oder einen äußerst schwachen, und zwar nur so lange, als ich die geriebene Ebonitplatte hinter einen der Elektrodenkämme hielt.

Noch mehr setzte es mich in Verwunderung als ich die Maschine im Dunklen rotiren liefs, und dabei ersah, daß sie keineswegs ganz wirkungslos war, vielmehr in dem verticalen Bogen an der Hinterscheibe einen Strom von beträchtlicher Stärke entwickelte.

Es mußte mich diese einseitige Wirkung natürlich sehr befremden, da ich früher immer gefunden hatte, daß das gleichzeitige Daseyn der Ströme in den beiden Bögen

(dem vertikalen an der Hinterscheibe und dem horizontalen an der Vorderscheibe) eine nothwendige Bedingung zur Wirksamkeit der Maschine sey.

In meiner letzten Abhandlung sagte ich deshalb eigends: „Die Ströme in den beiden Bögen stehen in engster gegenseitiger Abhängigkeit. Keiner von ihnen kann ohne den anderen existiren. Eine Verstärkung oder Schwächung des einen verstärkt oder schwächt nothwendig den andern. Darum müssen, wenn der Strom zwischen den Elektroden kräftig seyn soll, die Vertikalkämme an der Hinterscheibe in gut leitender Verbindung stehen“ ¹⁾.

Von dieser Regel macht selbst der anomale Fall, dessen ich damals auch schon Erwähnung that, keine Ausnahme.

Ich meine nämlich die sehr merkwürdige, nur bei der Maschine zweiter Art vorkommende Erscheinung, welche sich zeigt, wenn sie keinen diametralen Conductor besitzt, und man, nachdem sie auf gewöhnliche Weise erregt worden ist, ihre Elektroden so weit als möglich auseinander zieht.

Man bekommt dann keinen Strom zwischen den Elektroden, aber statt dessen vier Partialströme, die nur in den vier Kämmen ihren Sitz haben, indem jeder derselben zur Hälfte positive, zur Hälfte negative Elektricität aussendet.

Demgemäß treten an jeder Scheibe immer zwei solcher Partialströme auf und niemals hat man bisher beobachtet, daß sie etwa an einer dieser Scheiben fehlen könnten, selbst wenn man auch die hinteren Vertikalkämme (gleich den Elektrodenkämmen) ganz außer leitender Verbindung setzt, was durch Aushebung des Mittelstücks, mit dem der Vertikalbogen versehen ist, ohne Mühe geschieht.

Also auch dieser Fall bildet keine Ausnahme von der angeführten Regel und er giebt deshalb auch keinen Aufschluß darüber, weshalb bei den eben angeführten Beobachtungen die Vorderscheibe sich ganz wie wirkungslos verhielt.

1) Monatsberichte 1872, S. 324. (Ann. Bd. 150, S. 9.)

Woraus entspringt nun aber diese scheinbare Wirkungslosigkeit? Sie von einer Verunreinigung dieser Scheibe abzuleiten, mußte wohl der nächste Gedanke seyn. Ich nahm also die Maschine auseinander, reinigte die Vorderscheibe bestmöglich, was, da sie (wie die Hinterscheibe) ungefirnist ist, leicht und vollständig geschieht und brachte sie wieder an ihren Ort.

Jetzt fungirte die Maschine vortrefflich, von der räthselhaften Erscheinung war keine Spur mehr sichtbar.

In diesem Zustand verblieb die Maschine wohl 14 Tage, während welcher Zeit ich sie zu verschiedenen Zwecken mit gutem Erfolg verwandte.

Ich war nun insofern beruhigt, als ich die Anomalie entfernt hatte, konnte mich aber immer noch nicht recht dazu verstehen, die Ursache derselben lediglich einer Verunreinigung der Scheiben, namentlich der Vorderscheibe, zuzuschreiben.

Da ereignete es sich eines Tages, daß die erwähnte Anomalie unerwartet wiederum zum Vorschein kam. Um sie zu entfernen, beschloß ich die Vorderscheibe wie früher zu reinigen (obwohl sie sich gar nicht als besonders unrein erwies) und schritt also dazu, die Maschine auseinanderzunehmen.

Zu meinem nicht geringen Erstaunen ersah ich dabei, daß die Schraubenmutter, welche die Vorderscheibe auf der Axe der Maschine festklemmt, sich ein wenig gelüftet hatte, und daß in Folge deß diese Scheibe gar nicht Theil nahm an der Rotation, sondern außer leichten Hin- und Herschwankungen ganz in Ruhe verblieb ¹⁾).

- 1) Das Lüften dieser Schraube war offenbar dadurch veranlaßt worden, daß ich die Vorderscheibe hatte häufig rückwärts rotiren lassen. Es kann dadurch, wie ich später erfuhr, noch ein anderer Uebelstand herbeigeführt werden. Es ist mir nämlich begegnet, daß die Maschine plötzlich mit aller Kraft nicht zu drehen war. Der Fall war mir schon früher einmal vorgekommen und da hatte sich als Grund desselben herausgestellt, daß es zwischen den beiden Hülsen, welche die Scheiben tragen, und von denen die eine die andere umschließt, an Oel mangelte, wodurch eine Reibung entstand, stark genug, um die ent-

Man wird sich vielleicht wundern, daß ich dieses bis dahin übersehen konnte; allein es erklärt sich leicht durch den Umstand, daß ich meistens im Halbdunkel operirte, um die elektrischen Lichterscheinungen wahrzunehmen und daß die Scheibe auch keine Marke trägt, woran man ihre Bewegung erkennen kann. Die Marken nämlich, mit denen meine Maschine versehen ist, um die Rotationsrichtungen zu erkennen, sitzen nicht auf dem Glase der Scheiben, sondern auf den Mutterschrauben, welche diese festklemmen.

Mit der eben genannten Erfahrung war nun offenbar die Ursache der einseitigen Wirkung der Maschine aufgefunden und das bestätigte sich auch sofort, indem ich durch absichtliches Festhalten einer der Scheiben diese Einseitigkeit nach Belieben hervorrufen konnte.

Bei näherer Untersuchung ergaben sich jedoch einige Bedingungen als wesentlich, die deshalb bemerkenswerth sind.

So zeigte es sich zuvörderst, daß eine ganz neutrale Maschine in keiner Weise beim Festhalten einer der Scheiben zur Thätigkeit gebracht werden kann, man mag die geriebene Ebonitplatte den Kämmen neben der rotirenden oder denen neben der ruhenden Scheibe gegenüber halten.

Immer muß die Maschine erst eine Zeitlang in voller Thätigkeit gewesen seyn, d. h. in den Bögen an beiden Scheiben einen Strom entwickelt haben, wenn das Fest-

gegengesetzten Rotationen dieser Hülzen zu verhindern. Allein dieses Mal fehlte es nicht an Oel. Die äußere Hülse war sehr leicht beweglich auf der inneren und dennoch konnte die Maschine, als sie wieder zusammengestellt worden, nicht gedreht werden. Bei näherer Untersuchung zeigte es sich nun, daß die Schraubenmutter, welche die *hintere* Scheibe auf ihrer Hülse festklemmt, sich ein wenig gelöst hatte, so daß sie etwa ein Millimeter hervorragte. Wie gering dieser Vorsprung auch war, so reichte er doch hin, einen Druck gegen die Vorderscheibe auszuüben, der die entgegengesetzten Rotationen unmöglich machte. Ein gehöriges Anziehen jener Schraubenmutter entfernte sofort diesen Uebelstand. Für die practische Benützung der Maschine dürften diese Bemerkungen nicht überflüssig seyn.

halten der einen Scheibe, das Fortbestehen des Stromes an der anderen ermöglichen soll.

Ist dieser einseitige Strom aber einmal erregt, so hält er sich bei fortdauernder Ruhe der anderen Scheibe sehr lange. Dreht man diese Scheibe um 180° , so kehrt auch er seine Richtung um und nimmt man sie ganz fort, so erlischt auch plötzlich der Strom.

Alle diese Umstände beweisen deutlich, daß der elektrische Zustand, in welchen die Scheiben durch die volle Thätigkeit der Maschine versetzt werden, wesentlich ist für das Zustandekommen der einseitigen Wirkung.

Nicht uninteressant ist es zu sehen, wie hiebei gleichsam eine doppelte Wirkung jeder Scheibe auftritt: die eine auf die gegenüberstehende Scheibe und die andere auf die benachbarten Kämme. Bei Ruhe der Scheibe verschwindet die letztere, aber die erstere bleibt.

Die vorstehenden Beobachtungen haben mir Anlaß gegeben, das vorhin erwähnte Phänomen der Partialströme ebenfalls in Bezug auf einseitige Wirkung einer näheren Untersuchung zu unterwerfen und da habe ich denn gefunden, daß es sich ganz ähnlich wie das eben beschriebene verhält.

Hat man nämlich auf angegebene Weise die Partialströme an beiden Scheiben vollständig entwickelt, wozu erfordert wird, daß die Maschine zuvor bei geschlossenem Elektrodenbogen eine Zeitlang in voller Thätigkeit gehalten worden ist und man hält nun eine der Scheiben, z. B. die Vorderscheibe, fest, so verschwinden die genannten Ströme an dieser und die Hinterscheibe fährt fort dieselben in unveränderter Gestalt und ungeschwächter Stärke zu entwickeln.

Auch hier bewirkt eine Drehung der ruhenden Scheibe um 180° eine Umkehrung der Partialströme und, wenn man sie ganz fortnimmt, ein plötzliches und vollständiges Erlöschen derselben.

Die Einseitigkeit der Partialströme beruht also ebenfalls auf einer Polarisirung der Scheiben, die aber hier complicirter ist, da die Scheiben in zwei ringförmige Zonen zerfallen, die entgegengesetzt elektrisirt sind.

Auf welche Weise übrigens die vollen Ströme der Maschine durch das zu weite Auseinanderziehen der Elektroden, also durch Unterdrückung des Ueberganges der Electricität zwischen ihnen, eigentlich in Partialströme verwandelt werden, ist mir, muß ich gestehen, bis jetzt nicht recht klar geworden.

Ich muß mich auf die Angabe beschränken, daß bei dieser Verwandlung in der Regel die äußeren Hälften der Kämme ihre Polarität behalten, die inneren dagegen sie umkehren. Ein entgegengesetztes Verhalten tritt meistens erst nach einer verworrenen Lichtentwicklung ein und wenn man darauf die Elektroden zusammenschiebt, um den ursprünglichen vollen Strom wiederherzustellen, erweist sich dieser umgekehrt.

Zuweilen ist mir auch der Fall vorgekommen, daß bloß die beiden Kämme, die bei vollem Strome positive Electricität aussandten, in zwei polare Hälften zerfielen, die beiden anderen aber unverändert in ihrer ganzen Ausdehnung negative Electricität entwickelten. Erst nachdem die Maschine längere Zeit in Rotation gehalten war, begann auch bei diesen letzteren nach und nach der Proceß der polaren Zerfällung einzutreten. Dann kann man die Maschine eine ganze Zeitlang ruhen lassen, ohne daß sie die Fähigkeit verliert, bei Wiederaufnahme der Rotation die besagten Partialströme zu entwickeln.

Die Anwendung des diametralen Conductors ist bei allen diesen Erscheinungen zu vermeiden, denn er hindert nicht nur das Auftreten derselben, sondern complicirt sie unnöthigerweise, wenn sie einmal ohne ihn zu Stande gekommen sind.

Es schien mir auch noch interessant, die in meiner letzten Abhandlung beschriebene verticale Nachbildung der

horizontalen Maschine darauf zu untersuchen, ob das Festhalten einer ihrer Scheiben eine bemerkenswerthe Erscheinung hervorbringen würde.

Bei dieser Maschine sind die hinteren Verticalkämme von einander isolirt, stehen aber durch Metallbügel mit den vorderen Elektrodenkämmen in leitender Verbindung.

Wenn diese Verbindung so vollzogen worden, wie es in meiner letzten Abhandlung schematisch abgebildet ist ¹⁾, erhält man bei schraubenrechter Drehung der Vorderscheibe keinen oder einen äußerst schwachen Strom zwischen den Elektroden, sie mögen sich berühren oder weit auseinander stehen, wohl aber hat man in den Verbindungsbügeln zwei starke Ströme, welche indess sogleich erlöschen, so wie man die Vorderscheibe festhält.

Läßt man dagegen die Maschine in umgekehrter Richtung rotiren, so bekommt man zwar einen Strom zwischen den Elektroden, aber derselbe erlischt, so wie man diese etwas weit auseinander zieht und nun bildet sich in den vier Kämmen das Phänomen der Partialströme aus, welches jedoch beim Festhalten der Vorderscheibe ebenfalls sofort verschwindet.

Diese Combination und folglich die, im Wesentlichen ihr gleiche, ältere horizontale Maschine zeigt demnach ein ganz anderes Verhalten, als die verticale Maschine in ihrer einfachen Gestalt.

Bemerkenswerth ist hiebei noch die störende Wirkung, welche der bei allen angeführten Versuchen nicht benutzte *diametrale Conductor* hervorbringt.

Stellt man diesen Conductor senkrecht, also den hinteren Verticalkämmen gerade gegenüber und ist der Elektrodenbogen geschlossen, so wird die Thätigkeit der Maschine sofort vollständig vernichtet, man mag sie rechts oder links herum rotiren lassen.

Ist aber der Elektrodenbogen nicht geschlossen, stehen

- 1) Wäre diese Verbindung in den beiden andern Quadranten vollzogen, so würde von der schraubenrechten oder rechtläufigen Rotation der Vorderscheibe das gelten, was hier von der rückläufigen gesagt ist.

vielmehr die Elektroden weit auseinander, so erfolgt diese Vernichtung nur dann, wenn die Maschine links herum rotirt.

Läßt man sie im Gegentheil schraubenrecht rotiren, in welchem Fall, wie erwähnt, überhaupt in dem Elektrodenbogen kein Strom (oder ein äußerst schwacher) aufkommt, dafür aber in den beiden Verbindungsbügeln starke Ströme entstehen, so hat man das überraschende Schauspiel einer fortdauernder Umkehrung sowohl dieser Ströme, als des Stroms in dem Conductor, wobei der Wechsel in der Stromesrichtung, wie es scheint, mit jedem vollen Umlauf der Scheiben eintritt. Das unaufhörliche Aufschiefen langer Lichtgarben von positiver Elektricität, abwechselnd an je drei der sechs Metallkämme, gewährt im Dunklen einen wirklich interessanten Anblick.

Das Schauspiel verschwindet aber sogleich und mit ihm alle Thätigkeit der Maschine, so wie der Elektrodenbogen geschlossen wird.

Im Anschluß an diese und ähnliche frühere Beobachtungen will ich hier noch einer bemerkenswerthen Erscheinung erwähnen.

Wenn man die horizontalen Elektrodenkämme durch Metallbügel mit den hinteren Verticalkämmen verbindet, auf die in meiner letzten Abhandlung schematisch abgebildeten Weise, so bekommt man nur dann einen Strom zwischen den Elektroden, wenn die Vorderscheibe links herum rotirt, dagegen keinen (oder einen äußerst schwachen), wenn ihre Rotation eine schraubenrechte ist, weil im ersten Falle die durch die Bügel verknüpften Kämme gleiche Elektricitäten ausstrahlen und im zweiten entgegengesetzte.

Bei der früheren Anstellung des Versuchs waren die hinteren Verticalkämme nicht mit einander verbunden. Stellt man diese Verbindung her und schiebt auch die Elektroden dicht zusammen, so hat man, wie leicht zu sehen, eine vollkommen geschlossene metallische Leitung, welche die beiden Scheiben ringsum einschließt.

Es mußte sich wohl fragen, wie die Maschine unter diesen Umständen wirken würde und da habe ich denn gefunden, daß sie sich eben so leicht wie in gewöhnlichen Fällen erregen läßt und daß auch jetzt die an einem und demselben Bügel sitzenden Metallkämme entweder gleiche oder entgegengesetzte Elektricitäten ausstrahlen, je nachdem die Vorderscheibe links oder rechts herum rotirt.

Das Verhalten bei ganz geschlossener peripherischer Leitung ist also dem bei ungeschlossenem Vertikalbogen ganz gleich, bis auf den Unterschied, daß man jetzt sowohl in diesem Bogen, als in dem horizontalen Elektrodenbogen einen Strom erhält, wenn der Widerstand in beiden gleich ist und die Vorderscheibe links herum rotirt.

Man kann dieses am besten darthun, wenn man in jeden dieser Bögen eine Spectralröhre einschaltet. Beide Röhren erglänzen aufs Lebhafteste. So wie man aber einen dieser Bögen metallisch schließt, erlischt das Licht in der Röhre des anderen, weil dann die Elektricität ihren Weg lediglich durch die metallische Leitung nimmt.

Im Laufe dieser Untersuchung habe ich noch andere Eigenschaften der Elektromaschine zweiter Art kennen gelernt, welche, obwohl unzweifelhaft auch auf Influenzwirkungen beruhend, doch so eigenthümlich sind, daß man sie schwerlich, wie die anomale Erregung, aus den im Grunde so einfachen Principien dieser Wirkungen, würde *a priori* ableiten können. Das Nähere will ich einer künftigen Mittheilung vorbehalten.