Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Beiträge zur Physik.

Von dem c. M., **Prof. Petrina.**

(Mit 1 Tafel.)

1. Fortsetzung.

V. Elektro-magnetischer Rotations-Apparat mit dreierlei Bewegung bei einer und derselben Stromrichtung.

Wir besitzen eine solche Menge von elektro-magnetischen Rotations-Apparaten, dass es überflüssig zu sein scheint ihre Zahl noch durch andere zu vermehren. Aber die Fortschritte der Physik stellen an uns die Forderung, auch unsere Hülfsmittel ihnen von Zeit zu Zeit anzupassen, und dies möge die Angabe nachstehenden Apparates entschuldigen.

Fig. I gibt die Ansicht des Apparates von vorn: *a b c* ist ein Gestell von Holz, *d* darauf befestigtes Messingsäulchen, das oben eine Vertiefung hat, und in der Mitte seiner Höhe mit einer Öffnung versehen ist, die zur Befestigung eines Drathes dient; *e f* ist eine senkrechte Axe von Stahl, die mit ihrer unteren etwas abgestumpften Spitze in der Vertiefung des Messingsäulchens *d* ruht, und mit der oberen feinen Spitze, wegen Isolirung von *m*, in die Öffnung eines Glasröhrchens *g* reicht; *n s* ist ein Magnetstäbchen mit zwei Schraubenmuttern an der Axe *e f* befestigt; *h i k* sind drei, an eben dieser Axe mit Schräubchen befestigte Kreisausschnitte von Messing, deren Gestalt und Stellung weiter unten angegeben werden soll; *A B* ist ein Elektro-Magnet, von dessen Drathspirale das eine Ende bei *d* befestigt ist.

Fig. II gibt die Seitenansicht dieses Apparates: *l m* ist ein in dem Holzgestelle gut befestigter messingener Halter, der bei *m* eine Schraubenmutter hat, in der das Glasröhrchen *g*, welches in einer Schraubenspindel angebracht ist, sich auf und ab bewegen lässt, um die Axe *e f* leicht beweglich zu machen und um sie herausheben zu können; *o p* stellt eine Klemme vor, an der bei *p* eine kreisförmige Stahlfeder (Uhrfeder) befestigt ist, und die auf und abwärts verschoben und in jeder Höhe mittelst des Schräubchens bei *o* befestigt werden kann; das messingene Säulchen *q* dient zur Befestigung des zweiten Drathendes vom Elektro-Magneten und eines Poldrathes vom galvanischen Elemente.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. III sind die Kreissegmente *i* und *k*, von denen oben die Rede war, in ihrer natürlichen Grösse, wo hingegen die anderen Theile des Apparates in halben Dimensionen gegeben sind. Das dritte Segment *h* ist vollkommen gleich dem *i* und daher nicht gezeichnet. Ihre Stellung ist folgende: *k* liegt mit seiner Längenaxe $\alpha\beta$ parallel zur Längenaxe des Magnetstäbchens, die Längenaxen von *h* und *i* machen aber mit dem Magnet einen Winkel von 40 bis 45° und zwar nach entgegengesetzten Seiten hin, so dass sie sich gleichsam schneiden, wie man dies in Fig. IV, welche die Ansicht des Apparates von oben gibt, sieht. Die Schräubchen dieser Segmente müssen kurz sein, damit sie beim Rotiren die Feder *F* nicht erreichen.

Will man den Apparat in Thätigkeit setzen, so befestigt man den einen Poldrath eines galvanischen Elementes bei *q* und den anderen am Halter *l m* bei *r*. Wird dann die Feder *F* gegenüber von *h* befestigt und das Magnetstäbchen *n s* so verschoben, dass *h* die Feder *F* berührt, so ist die Kette geschlossen und der Magnet rotirt augenblicklich mit grosser Geschwindigkeit, wobei an der Feder ein schöner stehender Funke erscheint.

Hebt man, selbst während der Rotation, die Feder bis in die Ebene von *i*, so entsteht sogleich eine eben so schnelle Drehung nach entgegengesetzter Richtung, und wird die Feder bis zur Ebene von *k* gehoben, so erhält man eine oscillirende Bewegung.

Die jedesmalige Richtung der Bewegung ist, wie leicht einzusehen, von der gegenseitigen Lage der Magnetpole abhängig und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Bei den Kreissegmenten *h* und *i* könnte auch die eine Hälfte kürzer sein, um bei jedesmaligem Umkreise die Feder *F* nur einmal zu berühren. Die Bewegung ist in diesem Falle noch schneller, was leicht einzusehen ist, aber sie ist nicht so ruhig, weil der Schwerpunkt des ganzen Drehers nicht in seiner Axe liegt und diese hiemit beim Rotiren hin und her wankt.

VI. Über das Magnetisiren hohler Eisencylinder durch galvanische Spiralen.

In Dove's Repertorium der Physik (Band I, S. 273 etc.) wird unter der Aufschrift „Hohle Eisencylinder als Elektro-Magnete" eine Erscheinung mitgetheilt und besprochen, die, wie mir däucht, von

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Seite der Physiker eine grössere Beachtung verdient, als ihr bis jetzt zu Theil geworden ist.

Diese Erscheinung ist nämlich die von Parrot in Dorpat entdeckte, dass nämlich ein hohler Eisencylinder durch eine im Inneren desselben angebrachte galvanische Spirale gar nicht magnetisch wird. Jakobi bestätigte das Stattfinden dieser Erscheinung, und Moser fand bei seinen Versuchen, dass auf diese Weise in der That ein nur überaus schwacher Magnetismus erregt wird. Dieser zuletzt genannte Physiker gab auch eine Erklärung dieser Erscheinung, die wir hier mittheilen und später besprechen wollen.

Jakobi verband die Enden einer Drathspirale, die sich im Inneren eines hohlen Eisencylinders befand, mit einem Galvanometer, und legte dann diesen Eisencylinder einem starken Elektro-Magneten als Anker an. Weder beim Anlegen noch Abreissen dieses Cylinders entstand ein inducirter Strom. Wurde aber ein eiserner Stab in die Spirale gesteckt, so war der magneto-elektrische Strom sehr stark. Diese Versuche wiederholte Moser, und fand sie bestätigt, nur bei Anwendung sehr starker Elektro-Magnete fand er, dass auch die innere Spirale einen, wenn auch sehr schwachen, inducirten Strom gibt. Diese Versuche, sagt Moser, führen auf den Grund, warum Spiralen im Inneren hohler Cylinder angebracht, so unwirksam sind. „Nach den Versuchen von Lenz (siehe „Quantitative Bestimmungen über den Einfluss eines Magnetes auf eine Kupferspirale"), sagt Moser weiter, ist es gleichgültig, ob der Drath einen vollen cylindrischen Anker in engen oder weiten Kreisen umgibt; die elektromotorische Kraft bleibt dieselbe, weil in der weiten Spirale auch mehr erregbare Theilchen vorhanden sind; nur wegen der verringerten Leitungsfähigkeit bei längeren Dräthen liefert die weite Spirale einen weniger intensiven Strom. Bringt man aber eine Spirale im Inneren an, so ist das nicht der Fall, denn je kleiner die Windungen, je weniger also der erregbaren Theilchen, um so entfernter sind sie dann noch ausserdem, und der Einfluss des Ankers auf die Spirale im Inneren wird wie die Quadrate der Entfernung abnehmen, während derselbe auf eine äussere Spirale von der Entfernung ganz unabhängig ist. Hier ist also ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen beiden Spiralen, und derselbe wird sich auch bei der Magnetisirung durch den galvanischen Strom geltend machen, und wegen der Unmöglichkeit, eine Spirale zu guter Umschliessung im Inneren zu bringen,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

werden diese letzteren dann sehr wenig magnetisiren. Somit glaube ich, sagt Moser am Ende seines Aufsatzes, dass die schwache Magnetisirung eines hohlen Cylinders durch eine innere Spirale daher rührt, dass der Einfluss des Stromes auf das Eisen in diesem Falle wie das Quadrat der Entfernung abnimmt."

Da mir diese Erklärung schon desswegen nicht entsprechen konnte, weil sie auf einem nach meiner Ansicht unrichtig aufgefassten Inductionsversuche beruht, und da ich mich vergebens in den mir zu Gebote stehenden Werken nach einer anderen Erklärung dieser mir wichtig scheinenden Erscheinung umsah, so nahm ich mir vor, diese Versuche mit mehr Vorsicht und wissenschaftlicher Strenge, als es bisher geschah, anzustellen, und eine andere der Wissenschaft entsprechendere Erklärung zu suchen. Wiewohl die Versuche über diesen Gegenstand schon vor mehreren Jahren von mir angestellt worden sind und seit vier Jahren jährlich mit verschiedenen Abänderungen bei meinen praktischen Vorlesungen wiederholt werden, so wäre die Veröffentlichung ihrer Resultate vielleicht noch lange ausgeblieben, wenn dieser Gegenstand nicht neuerdings zur Sprache gekommen wäre.

Dr. Lamont äussert sich in Poggendorff's Annalen (Bd. 88, Seite 231) über diesen Gegenstand vorläufig folgender Weise: „Auch habe ich Gelegenheit gefunden, einige besondere Verhältnisse näher zu untersuchen, welche für die Theorie nicht ohne Interesse sind. So wird allgemein angenommen, dass, wenn man eine Spirale in einen hohlen Eisencylinder bringt, so dass also das Eisen die Spirale umgibt, eine Magnetisirung des Eisens nicht Statt finde, eine Thatsache, wofür es schwer sein möchte, eine theoretische Erklärung zu geben."

Herr Dr. Lamont erweiset der Wissenschaft gewiss einen Dienst, wenn er mit seinen ausgezeichneten Mess-Apparaten diese Erscheinung näher untersucht und mit der Theorie in Einklang bringt. Denn gerade solche Erscheinungen, welche den bekannten Theorien und Hypothesen zu widersprechen scheinen, sind es, die, wenn sie einmal enträthselt sind, einen tieferen Blick in die Hypothesen und Theorien gestatten, und nicht selten Verknüpfungsglieder für andere Erscheinungen werden.

Eben dieser letzte Umstand hat mich endlich bewogen, meine Erfahrungen und Ansichten über diese noch unerklärte Erscheinung

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zu veröffentlichen, und ich hoffe, dass sie nicht unwillkommen sein, werden, auch in dem Falle, wenn sie mit denen des Dr. Lamont nicht im Einklange sein sollten (was nach den letzten Zeilen seiner oben angeführten Äusserung zu erwarten steht), weil verschiedene Ansichten über eine und dieselbe Erscheinung zur Wahrheit führen.

Als ich mich durch einen Vorversuch überzeugte, dass ein hohler Eisencylinder durch eine ihn umgebende galvanische Spirale stark, durch eine im Inneren desselben angebrachte Spirale aber durch gewöhnliche Prüfungsmittel kaum nachweisbar magnetisch wird, wurde zu strengeren und zugleich auch vergleichbaren Versuchen geschritten, bei denen alles mit Sorgfalt vermieden wurde, was man den früheren Versuchen vorwerfen kann, und was Herrn Moser bei seiner oben angeführten Erklärung beirrt haben mochte.

Zu diesem Zwecke liess ich von einem langen Flintenlaufe drei gleichlange Cylinder abschneiden, gut ausglühen und langsam abkühlen. Sie zeigten, genau geprüft, keinen freien Magnetismus. Die Länge eines jeden betrug 4 Zoll W.M., der äussere Durchmesser 10 und der innere 8 Wiener Linien. Auf den einen dieser Cylinder wurde eine Hülle von $^2/_3$ Linie dickem Papp-Papier angepasst, und auf diese mit Seide übersponnener 1 Linie dicker Kupferdrath zu einer einfachen Spirale aufgewickelt und an beiden Enden befestigt. Ein eben so langes Stück desselben Drathes wurde auf ein Holzstäbchen, dessen erforderliche Dicke früher ausgemittelt wurde, gleichfalls zu einer Spirale aufgewickelt, die eben so viele Gänge hatte und aus zwei über einander liegenden Lagen bestand. Die freien Drathenden hatten dieselbe Länge wie bei der oberen Spirale. Diese zweite Spirale mit einem einfachen Seidenbande überzogen, passte genau in die Höhlung des Eisencylinders.

Als durch die innere Spirale ein Strom von zwei bedeutend starken galvanischen Elementen geleitet wurde, zog der sie umgebende Eisencylinder keine Eisenfeilspäne an, wirkte aber, wenn auch schwach, auf eine empfindliche Magnetnadel. Derselbe Strom, geleitet durch die äussere den Eisencylinder umgebende Spirale, magnetisirte ihn auffallend stark, denn er zog nicht nur ziemlich schwere Eisenstücke an, sondern lenkte auch die Magnetnadel aus einer bedeutenden Entfernung ab. Derselbe Unterschied zeigte sich auch, wenn die Richtung des Stromes geändert oder wenn durch beide Spiralen zu gleicher Zeit ein und derselbe Strom geleitet wurde.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Da bei der inneren Spirale eben so viele Stromtheilchen auf den Cylinder gewirkt haben, wie bei der äusseren, und da, wie aus der ganzen Vorrichtung erhellet, mehr als die Hälfte derselben dem Cylinder noch näher lag, so ist leicht einzusehen, dass obige Erklärung Moser's unmöglich die richtige sein kann, da nach ihr unter solchen Umständen der Cylinder durch die innere Spirale hätte eben so stark, wenn nicht stärker, magnetisch werden müssen, wie durch die äussere Spirale.

Um das Verhältniss der in beiden Fällen hervorgerufenen magnetischen Kräfte genauer auszumitteln, habe ich einige Messversuche vorgenommen.

Bei diesen Versuchen bediente ich mich eines Apparates, der einem Declinatorium, wie man sie jetzt eingeführt hat, ähnlich ist, und der mir bei dem Nachweisen des magnetischen Fernwirkungsgesetzes, wozu er eigentlich angefertigt wurde, in doppelter Weise vortreffliche Dienste leistet.

In einem cylindrischen Glasgehäuse von 3″ Breite, 1″ Höhe, das mit einem 8″ hohen Röhrenansatze versehen ist, hängt an einem feinen ungedrehten Seidenfaden eine prismatische Magnetnadel, die 1″ lang und durch einen galvanischen Strom gut magnetisirt ist. Über dieser Nadel, parallel zu ihrer magnetischen Axe, befindet sich ein feines Glasstäbchen, das an einem feingetheilten Gradbogen spielt. Unter dem Glasgehäuse ist ein horizontal liegender und in Zolle getheilter Messingstab angebracht, der sich um die senkrechte Axe der Magnetnadel sanft drehen lässt. Seine Länge beträgt 12″, von der Mitte der Nadel an genommen. Längs der Mitte seiner oberen Fläche ist ein feiner Strich angebracht, der, da diese Fläche des Stabes mit der Fläche der Kreiseintheilung im Innern des Gehäuses zusammenfällt, die Verlängerung der Eintheilungsstriche bildet, wodurch seine jedesmalige Lage gegen die Magnetnadel leicht bestimmt werden kann. Das Ganze steht auf einer mit Stellschrauben und zwei Libellen versehenen hinreichend starken Platte.

Dieser Apparat wurde gut eingestellt und der bewegliche Stab in die auf die Länge der Nadel lothrechte Lage gebracht.

Am Ende des Stabes, also 12″ von der Nadel entfernt, wurde der schon gebrauchte Eisencylinder gelegt, und zwar so, dass seine Längenaxe senkrecht auf die Länge der Magnetnadel stand. Dieser Cylinder war etwas magnetisch und zog das Nord-Ende, und beim

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Umlegen das Süd-Ende der Magnetnadel um 0·5° an, wesswegen er mit einem noch ungebrauchten, der diesen Fehler nicht hatte, vertauscht werden musste.

Jetzt wurde der Strom eines galvanischen Elementes zuerst durch die innere Spirale geleitet und in die Kette ein Rheostat und ein einfacher Multiplicator eingeschaltet, um sicher zu sein, dass sich der Strom während des Versuches nicht geändert habe, oder um ihn, im Falle er nicht constant bleiben sollte, constant erhalten zu können.

Als die Stärke des Stromes durch längere Zeit dieselbe blieb, wurde die Spirale der Magnetnadel bis auf 12″ genähert und in jene Lage gebracht, in welcher sich früher der Eisencylinder befand. Sie wirkte auf die Nadel und zog ihr Süd-Ende an. Dann wurde der Eisencylinder über die Spirale geschoben und die Wirkung abermals beobachtet und notirt.

Dieselben Versuche wurden dann mit der äusseren Spirale bei derselben Stromrichtung und Stromstärke vorgenommen, und ihre Resultate gleichfalls notirt.

Die innere Spirale allein zog den Südpol der Nadel um 30 Minuten an, als aber der Cylinder über sie geschoben wurde, ging die Nadel um 15 Minuten zurück, was eine Abstossung des Südpols erkennen liess.

Die äussere Spirale allein zog den Südpol um 40 Minuten an, und der Cylinder darin vergrösserte diese Anziehung um 5° 20′.

Da man in diesem Falle die Kräfte den Tangenten der Ablenkungswinkel proportional setzen kann, so verhielt sich die Stärke des freien Magnetismus des Cylinders im ersten Falle zur Stärke desselben im zweiten Falle wie 1 : 19·12.

Um zu sehen, ob und wie sich dieses Verhältniss etwa ändert bei Änderung der Stromstärke, wurden nachstehende zwei Versuche mit derselben Vorsicht angestellt.

Mit einem Strome von zwei starken galvanischen Elementen ergaben sich die Resultate:

Innere Spirale allein, 1° Anziehung des Südpols; Cylinder darüber, ging die Nadel um 40 Minuten zurück. Äussere Spirale allein, Anziehung des Südpols um 1° 30′; Cylinder darin, Anziehung des Südpols 19° 30′.

Daraus ergibt sich, dass sich die magnetischen Kräfte in beiden Fällen zu einander verhielten wie 1 : 28·18.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Der dritte mit einem noch stärkeren Strome vorgenommene Versuch ergab das Resultat:

Die innere Spirale zog den Südpol der Nadel um 1° 45′ an.

Als der gut entmagnetisirte Cylinder über die Spirale geschoben wurde, betrug die Anziehung des Südpols nur 30′.

Die Anziehung der äusseren Spirale allein war 3° 35′.

Die Anziehung dieser und des hineingeschobenen Cylinders war 41° 30′.

Aus diesem Versuche ergibt sich das Verhältniss der fraglichen Kräfte wie 1 : 37·67.

Um diese Verhältnisse auszumitteln, wurden noch andere Versuche angestellt. Es wurden die oberen Versuche derart abgeändert, dass man jedesmal der abgelenkten Nadel mit der Spirale und dem Cylinder nachging, so zwar, dass immer die Axen derselben die Länge der Nadel halbirten und lothrecht auf dieselbe standen. In diesem Falle können die ablenkenden Kräfte den Sinusen der Ablenkungswinkel proportional gesetzt werden. Das Ergebniss war beinahe dasselbe wie oben.

Bei einem anderen Versuche leitete ich den galvanischen Strom durch die innere und äussere Spirale, zwischen denen sich der Cylinder befand, zu gleicher Zeit, und zwar einmal durch beide Spiralen in derselben, und einmal in entgegengesetzter Richtung, um sowohl die Differenz als auch die Summe der Einwirkungen zu erhalten.

Da der Apparat, dessen ich mich bei oben angeführten Versuchen bediente, keine ganz scharfe Ablesung zulässt, so sind die oben angegebenen Verhältnisse nicht so streng zu nehmen, wie sie die Zahlen angeben. Die Beobachtungsfehler, welche bei diesen Versuchen begangen werden konnten, haben jedoch auf das Charakteristische der Resultate keinen Einfluss.

Das gemeinschaftliche Charakteristische der drei angegebenen Versuche ist:

1. Dass ein hohler Eisencylinder von einer galvanischen Spirale, die sich im Inneren desselben befindet, fast unmerklich magnetisirt wird, sehr stark hingegen, wenn die Spirale den Cylinder umgibt.

2. Dass der Cylinder, wenn er die Spirale umgibt, gegen die Magnetnadel eine entgegengesetzte und kleinere Kraft äussert als die Spirale allein, hingegen eine bedeutend grössere und mit der Spirale gleichartige, wenn er sich in der Spirale befindet.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

3. Dass die Grösse des Verhältnisses der magnetischen Kräfte des Cylinders in beiden Fällen von der Stromstärke abhängt.

Bevor ich meine Ansicht über diese Erscheinung ausspreche, sehe ich mich genöthiget, auf die oben von Moser angeführten Versuche, welche der Erscheinung, um die es sich hier handelt, zum Grunde liegen sollen, noch einmal zurückzukommen.

Aus dem Umstande, dass man keinen inducirten Strom erhält, wenn eine Drathspirale in einen hohlen Eisencylinder gelegt und dieser dann an die Pole eines Magnetes als Anker angelegt wird, scheint Moser gefolgert zu haben, dass der magnetisch gewordene Eisencylinder keine, oder nur eine sehr geringe Wirkung in der inneren Spirale hervorbringt, und dass daher auch umgekehrt eine galvanische Spirale keine Wirkung in dem sie umgebenden Eisencylinder hervorbringen könne.

Um sich in diesem Falle das Ausbleiben des inducirten Stromes zu erklären, muss man in Betracht ziehen, dass ein hohler Magnet in einer Spirale, über die er geschoben wird, einen Strom hervorbringt, der die entgegengesetzte Richtung von dem hat, der entsteht, wenn er auf gleiche Weise in die Spirale geschoben wird.

Diese Thatsache lässt sich zwar aus der Theorie der durch Magnete inducirten Ströme ableiten, ist aber nirgends, so weit ich mich zu erinnern weiss, experimental nachgewiesen und sollte es der Fall sein, so ist diese directe Nachweisung doch nicht so bekannt, wie sie es verdient, da es auch Versuche gibt, aus welchen man sehr leicht das Gegentheil ableiten könnte. Um hierüber ins Klare zu kommen, nahm ich die Drathspirale, welche bei den oben angeführten Versuchen die innere genannt wurde, und verband ihre Drath-Enden mit einem empfindlichen Multiplicator. Wurde diese Spirale mit einem Ende, das wir A nennen wollen, dem Nordpole eines Magnetes genähert, so entstand in ihr ein Strom von der Richtung, die er gehabt hätte, wenn man mit dem Nordpole in die Spirale, und zwar an eben diesem Ende A, hineingefahren wäre, wobei es gleichgültig war, ob die Spirale in der Verlängerung des Magnetschenkels oder wie immer lothrecht auf denselben sich befand, oder aber über die beiden Schenkel des Magnetes so gelegt wurde, dass das Ende A den Nordpol berührte. Dass im letzten Falle der Strom am stärksten war, ist leicht einzusehen. Hält man die Spirale parallel zum Nordschenkel mit dem Ende A gegen die Krümmung des hufeisenförmigen Magnetes

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gekehrt und nähert sie in dieser Lage dem Nordschenkel, so erhält man einen Strom von derselben Richtung wie früher, wiewohl man sich hier mit der äusseren Oberfläche der Spirale dem Magnet genähert hat. Bei diesem Versuche ist es für die Richtung des Stromes gleichgültig, ob die Spirale ihrer ganzen Länge nach den Magnet berührt, oder ob ihr Ende *B* über den Nordpol hervorragt. Dieser Versuch ist es eben, der leicht zu dem Fehlschlusse verleiten könnte, dass es für die Richtung des Stromes einerlei sei, ob der Magnetismus von innen oder von aussen auf eine Drathspirale wirkt. Um mich zu überzeugen, dass dies nicht der Fall ist, stellte ich folgenden Versuch an. Ich umgab die Spirale mit dem Eisencylinder und wiederholte die obigen Versuche über die Inducto-Elektricität. Schon bei dem ersten Versuche, als der Cylinder in der Richtung der Verlängerung des Nordpoles an diesen angelegt wurde, erhielt ich einen sehr schwachen Strom, jedoch von der früheren Richtung, woraus gefolgert werden konnte, dass der um die Spirale entstandene Magnetismus des Cylinders die directe Wirkung des Nordpoles auf die Spirale grösstentheils aufgehoben habe, weil es sich gerade so nehmen lässt, als wenn man einen Nordpol in die Spirale und einen zweiten in derselben Richtung um die Spirale geschoben hätte. Die Resultirende lässt sich aus der Differenz der magnetischen Kräfte erklären. Um dem Einwurfe zu begegnen, dass sich diese Schwächung des inducirten Stromes auch erklären lasse aus der durch das Anlegen des Eisencylinders geschwächten Kraft des Nordpoles, ohne irgend eine Wirkung des magnetisch gewordenen Cylinders auf die Spirale annehmen zu müssen, so wurde der Versuch noch auf folgende Weise abgeändert. Es wurde nämlich die andere Spirale genommen, in die sich der Eisencylinder hat einschieben lassen. Diese Spirale mit dem Multiplicator verbunden und mit einem Ende dem Nordpole des Magnetes genähert, gab einen bestimmten Strom, der aber bedeutend stärker war, wenn sich der Cylinder in der Spirale befand. Hier wirkte also der Magnetismus des Cylinders mit, und zwar in gleichem Sinne mit dem Nordpole des Magnetes.

Weil es mir jedoch schien, dass selbst durch diese Versuche der Zweifel, ob überhaupt der Magnetismus eines eine Spirale einschliessenden Cylinders auf dieselbe inducirend wirkt oder nicht, doch nicht streng genug behoben sei, so liess ich mir einen eben so grossen Cylinder von gutem und gut gehärtetem Stahl anfertigen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Diesen umgab ich mit einer Drathspirale, legte ihn zwischen die entgegengesetzten Pole zweier starken Magnete und leitete durch die Spirale einen starken galvanischen Strom in der Richtung, dass er den Stahlcylinder in demselben Sinne magnetisirte, wie die angelegten Pole der Magnete. Auf diese Weise erhielt ich einen kräftigen hohlen Stahlmagnet.

Wird dieser Magnet über die eine Drathspirale am Ende *A* und mit dem Nordpole vorausgeschoben, so erhält man einen inducirten Strom, der die entgegengesetzte Richtung von dem hat, den man erhält, wenn diese Spirale mit demselben Ende *A* dem Nordpole eines Magnetes, wie es oben der Fall war, genähert, oder aber wenn der Cylindermagnet in die zweite Spirale auf gleiche Weise hineingeschoben wird.

Dieser Versuch behebt jeden in dieser Beziehung angeregten Zweifel, und eignet sich sehr gut zu einem Schulversuche über die Richtung und Theorie der magnet-inducirten Ströme.

Bei den Versuchen von Jakobi und Moser sollten daher in der Spirale zwei Ströme, und zwar von entgegengesetzter Richtung und meistentheils von gleicher Stärke entstehen, der eine inducirt von dem Magnete, dem man sich genähert hat, und der andere von dem magnetisch gewordenen die Spirale umgebenden Eisencylinder, was zur Folge hat, dass ihr Unterschied nur in dem von Moser angeführten Falle, wenn nämlich der Magnet sehr stark ist, nachweisbar wird. Bei diesem Unterschiede ist nach meinen Versuchen der vom Magnet unmittelbar inducirte Strom immer der stärkere. Das Übergewicht dieses Stromes hat seinen Grund besonders darin, dass der Magnetismus des Cylinders nicht in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem der Magnet verstärkt wird und auf die Spirale inducirend einwirkt.

Da die inducirten Ströme im Gebiete des Galvanismus und Elektro-Magnetismus eine so wichtige Rolle spielen, und nicht selten Erscheinungen auf eine schwer begreifliche Weise hervorrufen oder modificiren, so durfte ich sie bei der von Parrot zuerst beobachteten und hier in Frage stehenden Erscheinung nicht ganz ausser Acht lassen.

Es ist hinreichend bekannt, erstens, dass in dem Eisencylinder inducirte Ströme entstehen sowohl, wenn er sich innerhalb einer galvanischen Spirale befindet, als auch, wenn er dieselbe umgibt;

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zweitens, dass diese Ströme in beiden Fällen einerlei Richtung haben, und drittens, dass die Richtung dieser Ströme eine entgegengesetzte ist von der Richtung des eben geschlossenen und den Eisencylinder zu magnetisirenden galvanischen Stromes. Erwägt man ferner, dass nach den oben angeführten Messversuchen die galvanische Spirale im ersten wie im zweiten Falle auf die Magnetnadel in demselben Sinne wirkte, wie der Eisencylinder, wenn er sich im Inneren der Spirale befand, und im entgegengesetzten Sinne, als wenn er die Spirale umgab, so kommt man, die bisherigen Erfahrungen benützend, zu dem Schlusse, dass der im Eisencylinder inducirte Strom gerade in dem Falle, wenn sich der Cylinder im Inneren der Spirale befindet, dem so kräftigen Auftreten seines Magnetismus entgegenwirken, und in jenem Falle, wo er die Spirale umgibt, seine magnetische Einwirkung auf die Magnetnadel unterstützen müsste, und dass daher die in dem Eisencylinder inducirten Ströme nicht die Ursache sein können von der oben angeführten, von Parrot beobachteten Erscheinung. Um jedoch keine Erfahrung, ja keinen selbst nur vermutheten Einfluss auf diese Erscheinung unbeachtet zu lassen, wurden auch Versuche angestellt sowohl mit nach der Länge zerschnittenen, als auch mit aus isolirten Eisendräthen zusammengesetzten Cylindern. Wiewohl diese Versuche im Wesentlichen zu keinem anderen Resultate führten, als die ersten mit den bei obigen Messversuchen benützten Cylindern, so liessen sie doch deutlich erkennen, dass Manches, wenn auch in einer anderen als hier angeführten Richtung, nicht nur genauer untersucht, sondern auch berichtiget zu werden verdient.

Die Ursache, warum ein hohler Eisencylinder so schwach magnetisch wird, wenn er eine galvanische Spirale umgibt, dürfte nach meiner Ansicht und Erfahrung in Nachfolgendem zu suchen sein.

Die Art und Weise, wie eine hohle galvanische Spirale eine Magnetnadel afficirt, die sich in der Verlängerung ihrer inneren Oberfläche befindet, wie es bei den oben angeführten Versuchen der Fall war, führte mich auf die Untersuchung des ganzen Raumes um die Spirale herum. Aus dieser Untersuchung, die mit Magnetnadeln von verschiedener Empfindlichkeit geschah, konnte mit Bestimmtheit gefolgert werden, dass von der inneren Fläche der Spirale aus, und zwar nach auswärts, magnetische Kraftlinien ausgehen, die unmittelbar am Rande einer einfachen Spirale kreisförmig sind, etwas

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

weiter vom Rande in Ellipsen, und noch weiter davon in Hyperbeln zu übergehen scheinen. Alle diese Kraftlinien gehen von dem inneren Rande der Spirale aus, wesswegen auch hier die grösste magnetische Kraft ihren Sitz hat.

Diese magnetischen Kraftlinien sind es, die den Eisencylinder, wenn er die Spirale umgibt, im entgegengesetzten Sinne magnetisiren als es durch die äussere Oberfläche der Spirale geschieht. Der Cylinder wird daher nur durch die Differenz beider Einwirkungen magnetisch.

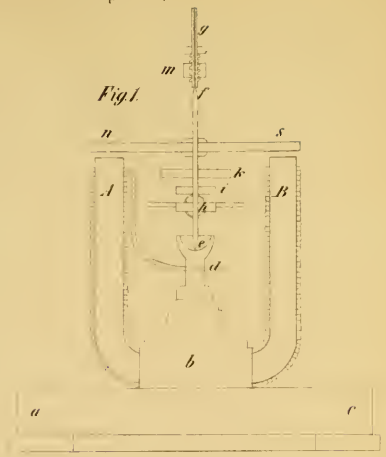
Das Entstehen dieser magnetischen Curven findet seinen Grund in der gegenseitigen Abstossung der magnetischen Zustände der Stromtheilchen an der inneren Oberfläche einer solchen Spirale.

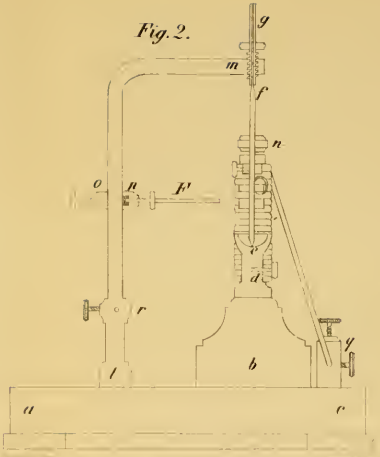
Diese Abstossung und das Entstehen solcher Curven lässt sich wahrnehmen bei der Rotation der Flüssigkeiten über einem Magnetpol, noch deutlicher und bleibend lassen sich diese Curven darstellen bei Nobili'schen Farbenfiguren mit entgegengesetzt laufenden Strömen, und am einfachsten kann man sich von ihnen überzeugen, wenn man einen Drath in der Mitte so umbiegt, dass er zwei parallele Schenkel bildet, diese durch zwei im glatten Kartenpapier nicht weit von einander abstehende runde Öffnungen durchsteckt, ihre Enden mit den Polen eines starken galvanischen Elementes verbindet und dann auf das horizontal liegende Papier feine Eisenfeilspäne behutsam streut.

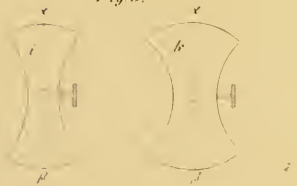
Aus der Concentration der magnetischen Kraft an der inneren Oberfläche einer galvanischen Spirale lässt sich ferner erklären, warum hohle Elektromagnete, im Vergleiche mit den massiven, stärker magnetisch werden, als sie es nach dem Verhältnisse ihrer Masse sein sollten, und warum bei hohlen Eisencylindern von gleichem Gewichte, die sich in einander schieben lassen, die magnetische Kraft von dem äussersten nach dem innersten zu immer mehr und mehr abnimmt.

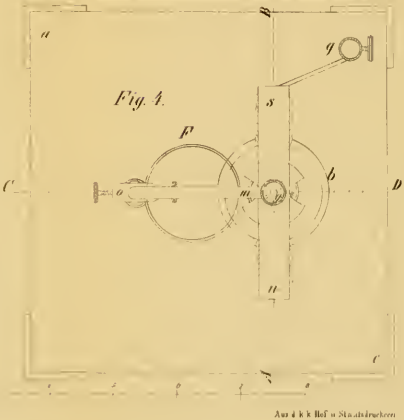
In der Ursache, warum eine galvanische Spirale an ihrer äusseren Oberfläche so schwach magnetisirt oder magnetisch wirkt, findet auch die von Faraday in Poggendorff's Annalen (Band 68, S. 122, Nr. 2205) angeführte und mehrseitig bestätigte Erscheinung, dass nämlich im Wasser (oder wie ich mich überzeugt habe, im Terpentingeist) die Polarisationsebene durch den galvanischen Strom nicht im geringsten verschoben wird, ihre genügende Erklärung.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum









Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math.naturw. Cl. XII. Bd. 1. Heft. 1854

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1854

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Petrina Franz Adam

Artikel/Article: Beiträge zur Physik. (Mit I Tafel.). 332-344