XLVIII. *Experimental - Untersuchungen über Elektro - Magnetismus und Magneto - Electricität; von W. Ritchie.*

(Uebersandt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abzuge aus den *Philosoph. Transact. f. 1833, pt. II.*)

I. Ueber Electricitätsleitung.

Nach den Versuchen der Professoren Cumming und Barlow verändert sich die Leitungskraft eines Drahts für voltasche Electricität direct wie dessen Durchmesser und umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Länge desselben. Meine eigenen früheren Versuche über diesen Gegenstand, mit all den Leitern, die ich damals prüfte, führten zu demselben Resultat. Nach den Versuchen von Hrn. Becquerel verhält sich die Leitungskraft geradezu wie das Quadrat des Durchmessers oder wie der Flächeninhalt des Querschnitts und umgekehrt wie die Länge. Durch eine ausgedehnte Reihe von Versuchen ist Herr Pouillet zu dem Schluss gelangt, dass die Leitungskraft proportional sey direct dem Querschnitt des Drahts und umgekehrt der Länge, vergrößert um eine beständige Gröfse. Solche widersprechende Resultate bei Aufstellung eines Grundgesetzes für den Elektromagnetismus erfordern offenbar eine sorgfältigere Untersuchung als demselben bisher gewidmet worden ist. Bevor wir jedoch die Richtigkeit der Schlüsse zugeben, müssen wir die Genauigkeit des angewandten Galvanometers und die verschiedenen Gebrauchsweisen desselben näher untersuchen. Das von den HH. Cumming, Barlow und Pouillet angewandte Verfahren bestand darin, die Ablenkungen einer über den Leitungsdraht gestellten Kompassnadel zu beobachten, und in der Annahme, dass die Tangenten

der Ablenkung den ablenkenden Kräften proportional seyen, diese zu berechnen. Wenn der Leiter unendlich lang und der Draht sehr dünn ist, wenn die Nadel sich ihm sehr nahe befindet und die Ablenkungsbogen klein sind, werden die Resultate nicht sehr von der Wahrheit abweichen. Diese Bedingungen nähern sich den Voraussetzungen, aus denen das mathematische Gesetz hergeleitet ist. Allein wenn der unter die Nadel gestellte Draht kurz ist, er einen beträchtlichen Durchmesser hat, und die Ablenkungsbogen auf sechszig, siebenzig und achtzig Grad steigen, so wird man die auf diese Weise berechneten Resultate sehr weit von der Wahrheit abweichend finden. Bildet der Draht, wie bei dem gewöhnlichen Galvanometer, ein kurzes rechtwinkliges Gewinde, so können aus seinen Angaben keine numerischen Resultate gezogen werden; denn alle in den mathematischen Untersuchungen vorausgesetzten Bedingungen sind hier gänzlich unerfüllt. Ein einziger Versuch wird die Wahrheit dieser Behauptung darthun.

Nachdem ich vier Kupferdrähte von etwa vier Zoll Länge, einander parallel, auf einem getheilten Kreise befestigt hatte, löthete ich die Enden an die von vier anderen, etwa zehn Fufs langen Drähten, und verband die letzteren mit einer einfachen Batterie von zwei parallelen Platten von Kupfer und Zink, jede von vier Zoll im Quadrat. Diese Kette wurde in verdünnte Säure getaucht und die Ablenkung beobachtet. Eine einfache Kette aus zwei parallelen Platten, jede von einem Quadratzoll, besaß an jeder dieser Platten einen einfachen eben so dicken Kupferdraht angelöthet, der mit den Enden der vier kurzen Kupferdrähte verbunden war; diese Kette wurde in dieselbe Säure getaucht und die Ablenkung beobachtet. Die Tangenten dieser Ablenkungen, gerechnet von der Mitte der Drähte, standen sehr nahe in dem Verhältnisse von eins zu zwei, wogegen die Elektrizitätsmengen sich nahe wie eins zu vier verhielten. Als

mein Torsionsgalvanometer (welches auf keinen Voraussetzungen beruht) angewandt ward, ergaben sich die Torsionsgrade nahe wie eins zu vier.

Da die Tangenten der Ablenkungen uns kein genaues Maafs der ablenkenden Kräfte liefern, so ist klar, dafs jedes nach dieser Methode bestimmte Gesetz fehlerhaft seyn mufs. Die von Hrn. Becquerel angewandte Methode zur Bestimmung des Gesetzes der Leitung war folgende. Zwei Drähte von ungleichem Durchmesser brachte er parallel neben einander, leitete Elektrizität in entgegengesetzter Richtung durch sie hin, und verkürzte nun den einen Draht so weit, bis die Nadel nicht mehr abgelenkt ward, sondern den Drähten parallel lag. Statt des dicken Drahts, dessen Querschnitt doppelt so grofs als der des andern war, wandte er drei Drähte von gleichem Durchmesser an, und fand alsdann, dafs zwei, welche gleiche Länge hatten und Elektrizität in gleicher Richtung fortleiteten, die Wirkung des einen dritten Drahts aufhoben, welcher die halbe Länge besafs und Elektrizität in entgegengesetzter Richtung leitete. Hieraus schlofs er, dafs die Leitungsfähigkeit sich direct wie die Gröfse des Querschnitts und umgekehrt wie die Länge des Drahts verhalte. Es ist einigermassen merkwürdig, dafs das Irrige dieses Schlusses niemals bemerkt oder wenigstens ausgesprochen worden ist. Er hätte eben so gut schließen können, dafs die Leitungsfähigkeit sich verhalte direct wie die Quadratwurzel aus der Gröfse des Querschnitts und umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Länge, oder allgemein, direct wie die n te Wurzel aus der Gröfse des Querschnitts und umgekehrt wie die n te Wurzel aus der Länge. Die Sache ist: Hr. Becquerel hat die Werthe zweier Unbekannten aus Einer Gleichung ableiten wollen.

Nachdem ich gezeigt, dafs die von mir geprüften Gesetze der Leitung hergeleitet wurden entweder mittelst

unrichtiger Verfahrungsweisen oder falscher Schlüsse, oder durch Anwendung nach fehlerhaften Grundsätzen construirter Galvanometer, ist einleuchtend, daß diese Gesetze gleichfalls unrichtig seyn müssen.

Untersuchen wir das Gesetz, wenn ein solches vorhanden ist, zwischen der Leitungskraft und der Länge der Drähte bei gleichbleibendem Durchmesser derselben. Wenn zwei Drähte von gleichem Durchmesser, aber ungleicher Länge (so z. B. daß der eine viermal so lang ist als der andere) verbunden werden mit einer einfachen Kette aus gleich großen und in verdünnte Säure von gleicher Stärke getauchten Zink- und Kupferplatten, so findet man mittelst meines Torsionsgalvanometers, daß der kurze Draht eine doppelt so große Ablenkungskraft als der lange besitzt. Nach diesen Versuche scheint die Leitungsfähigkeit sich umgekehrt zu verhalten wie die Quadratwurzel aus der Länge. Erhöht man die Stärke der Säure, so verändert sich das Verhältniß der ablenkenden Kräfte; der lange Draht besitzt nun mehr als die halbe Ablenkungskraft des kürzeren. Verringert man dagegen die Stärke der Säure oder die Größe der Batterie, so wird das Verhältniß der Ablenkungskräfte zu Gunsten des kürzeren Drahts vermindert. Ferner, wenn man den Durchmesser der Drähte ändert, die Länge derselben aber unändert läßt, so wird das Verhältniß der Ablenkungskräfte auch mit der Größe und Stärke der angewandten Batterie variiren. Diefes läßt sich in der That ohne einen Versuch voraussehen. Die Leitungsfähigkeit muß eine Function seyn von allen zum Versuche beitragenden Größen. Diese Größen sind offenbar: der Durchmesser und die Länge des Drahts, die Größe der Batterie und die Stärke der Säure. Man darf sich daher nicht wundern, daß die Bemühungen Derjenigen, welche das Gesetz der Leitung auszumitteln suchten, fehlgeschlagen sind, da Alle ein Paar bei dieser Untersuchung wesentlich in Betracht

kommender Gröſsen, nämlich die Gröſſe und Stärke der Batterie, übersehen haben.

Diese Entwicklungen stehen in vollkommener Uebereinstimmung mit den Ansichten über Leitung, welche ich bereits in den Verhandlungen der Königl. Gesellschaft bekannt gemacht habe. Setzen wir voraus, daß keine Fortführung der Elektrizität längs dem Drahte stattfinde, sondern daß alle Erscheinungen der Ablenkung u. s. w. hervorgehen aus einer bestimmten Anordnung des wesentlich zum Drahte selbst gehörigen elektrischen Fluidums. Setzen wir ferner voraus, daß ein Querschnitt des Drahts hundert Theilchen Elektrizität enthalte, und daß die Batterie im Stande sey ein Viertel derselben oder fünf und zwanzig Theilchen zu ordnen, so bleiben bei einer Verstärkung der Kraft nur fünf und siebenzig zu ordnen übrig. Nehmen wir nun an, wir hätten einen anderen Draht, dessen Querschnitt nur fünf und zwanzig Atome enthielte, so ist klar, daß diese Batterie im Stande seyn wird, mehr als ein Viertel dieser Anzahl zu ordnen, so daß das Verhältniß dieser Leitungsfähigkeiten nicht das von eins zu vier seyn wird, sondern, bei wirklicher Anstellung eines Versuchs, ein ganz anderes. Vergrößern wir die Batterie, verdoppeln wir z. B. die Gröſſe der Platten, so ist klar, daß wir die Ablenkungskraft dadurch nicht verdoppeln werden. Denn von hundert Theilchen sind nur fünf und siebenzig zurückgeblieben, von denen nur ein Theil durch den hinzugekommenen Theil der Batterie geordnet werden kann. Folglich wächst die Ablenkungskraft sehr langsam mit der vermehrten Gröſſe oder Stärke der Säure.

Es läßt sich einer der Leitdrähte als so dünn denken, daß die Batterie fast seine gesammte Elektrizität anordnet, und in diesem Fall wird eine Vergrößerung der Batterie schwerlich eine Verstärkung der Ablenkungskraft in dem Leiter erzeugen. Sind diese Ansichten rich-

tig, so wird es offenbar vergeblich seyn, für die Leitung ein einfaches, nur die Länge und den Durchmesser der Drähte einschließendes Gesetz aufsuchen zu wollen ¹⁾.

II. Ueber gewisse besondere Eigenschaften der Elektromagnete.

Wiewohl die erstaunenswürdige Tragkraft der Elektromagnete hinreichend bekannt ist, so scheinen doch keine Versuche gemacht zu seyn, das etwa zwischen dieser Kraft und der Länge des magnetischen Bogens bestehende Gesetz zu erforschen. Zu diesem Gegenstand, der mir untersuchenswerth erschien, verschaffte ich mir zwei Hufeisen *A* und *B* von weichem Eisen (Taf. III Fig. 10) mit einem kurzen Anker *L*, und wickelte um jedes dieselbe Menge überspannenen Drahts, wodurch ich dann offenbar eine gleiche Vertheilungskraft hatte, wenn die Enden mit den Polen derselben Batterie verbunden wurden. Der Anker wurde an den kurzen Arm eines Hebels von leichtem Holz gehängt und auf die Pole des Magneten herabgebracht, wo dann die Kraft, durch welche der Anker gehalten wurde, leicht mittelst eines an dem längeren Arm verschiebbaren Gewichtes bestimmt werden konnte. Die Magnete *A*, *B* und der Anker *L* waren aus derselben Stange verfertigt; der vollständige Metallbogen betrug bei *A* einen, und bei *B* vier Fufs. Als diese Magnete nach einander unter den Anker gestellt, und mit den Polen einer und derselben Batterie verbunden wurden, war die Anziehung des kürzeren sehr nahe doppelt so groß als die des längeren. Diefs Resultat schien zu dem Schlufs zu führen, daß die Tragkräfte sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln aus der Länge,

- 1) Daß die Leitung der Elektrizität von deren Intensität und Quantität, so wie von der Temperatur des Drahts u. s. w. abhängt, ist indess keine neue Erfahrung, sondern bereits von H. Davy, wengleich auf anderem Wege, gefunden. Siehe Ann. Bd. VIII S. 354 Anmerkung, und Bd. XII S. 279 Anmerkung, auch Bd. XV S. 91.

was in einem merkwürdigen Grade mit der magnetischen Vertheilung durch voltasche Leitung übereinzustimmen schien. Nachdem ich indeß das Irrige des allgemein angenommenen Leitungsgesetzes entdeckt hatte, begann ich zu argwöhnen, daß auch zwischen der Tragkraft und der Länge kein solch einfaches Gesetz vorhanden sey.

Ich wandte daher eine kräftigere Batterie an, und sogleich veränderte sich jenes einfache Verhältniß zu Gunsten des längeren Magneten, indem dieser jetzt den Anker mit mehr denn halb so großer Kraft als der kleinere anzog. Durch Verminderung der Kraft der Batterie wuchs das Verhältniß zum Vortheil des kürzeren Magneten. Der Grund dieses veränderlichen Gesetzes ist klar. Ist die Batterie sehr stark, so wird sie nahe im Stande seyn, alle Elektricitätstheilchen des weichen Eisens zu ordnen und dadurch dem kürzeren Magneten nahe die größte Kraft verleihen. Jede Vergrößerung der Batterie wird daher beim kurzen Magneten nur eine sehr geringe Verstärkung der Kraft hervorbringen, während der lange, der nur halb so viel Kraft, als er anzunehmen fähig ist, besitzt, bei jedem Anwuchs in der Größe oder Stärke der Batterie eine beträchtliche Verstärkung seiner Kraft erfährt.

Da ein langer Magnet eine große Masse Draht zu seiner Bedeckung erfordert und die Leitungsfähigkeit rasch mit der Länge abnimmt, so ist klar, daß der Anwuchs der Tragkraft, welchen wir durch Vermehrung der Länge des Magneten gewinnen, sehr langsam steigt, und daß wir bald eine Gränze erreichen, über welche hinaus die Kraft sich nicht mehr verstärken läßt. Die Wahrheit dieser Bemerkung wird aus folgendem Versuche in die Augen springen.

Nachdem ich mit großer Mühe nach der amerikanischen Methode einen Elektro-Magneten verfertigt hatte, fand ich, daß er etwa hundert und vierzig Pfund trug. Ich wickelte dann etwa zwölf Fuß Kupferstreifen (*ribbon*)

um die Mitte des Ankers, der ungefähr ein halbes Pfund wog, und verband die Enden des Gewindes mit derselben Batterie, wobei der Elektromagnet nun als Anker diente. Zu meinem Erstaunen fand ich, dafs der Anker ein stärkerer Magnet war als der, dessen Verfertigung mir so viel Mühe gemacht hatte. Um einen kräftigen Elektromagneten zu verfertigen, ist also weiter nichts nöthig als einen Kupferstreif (*copper ribbon*) um einen kurzen Stab von weichem Eisen zu wickeln, (jedoch mit Zwischenlegung eines Bandes, damit die Metalle sich nicht unmittelbar berühren) und einen kurzen Hufeisen-Anker anzuwenden.

Bei Verfertigung eines Elektromagneten ist besonders erforderlich, auf die Beschaffenheit des Eisens zu achten. Ich habe Versuche mit verschiedenen Eisensorten angestellt, von dem besten bis zu dem schlechtesten englischen Eisen, und dabei beobachtet, dafs das schlechteste Eisen, welches ich mir verschaffen konnte, am besten zur Verfertigung eines Elektromagneten geeignet ist. Wenn man ein Stück feines Eisen durchbricht, so erscheint es faserig wie ein Stück Holz. Wenn man dagegen das schlechteste englische Eisen durchbricht, so erscheint es von krystallinischem Gefüge und ungemein porös, dem Gufseisen ähnlich. Diefs Gefüge scheint besonders geeignet für die Theilchen des elektrischen Fluidums, sich in der Weise, welche einen Magneten ausmacht, um die Krystalltheilchen zu ordnen.

Es ist leicht zu ermitteln, ob eine Eisenart zur Verfertigung eines Elektromagneten tauglich sey. Es ist dazu weiter nichts erforderlich, als daraus einen kleinen Anker zu schmieden und ihn mit einem gewöhnlichen Hufeisen-Magnet zu prüfen. Wird er stark von dem Magnet angezogen, so ist das Eisen zweckdienlich, wo nicht, so muß es verworfen werden. Ich hatte mir zwei Anker machen lassen, einen von dem besten Eisen, das ich bekommen konnte, und den andern vom schlechtesten. Mit

telst des ersten trug ein Hufeisen-Magnet nur vierzehn Pfund, mittelst des zweiten nicht weniger als sieben und zwanzig Pfund.

Diese Thatsachen befähigen uns, den stärksten elektrischen Zustand durch die Vertheilung von Magneten zu erhalten. Ein Anker von dem eben beschriebenen Eisen giebt einen größeren Funken als einer von gutem Eisen. Ein anderer beachtenswerther Umstand zur Erlangung großer Funken besteht darin, einen kurzen Anker und einen Magnet mit nahe zusammenstehenden Polen anzuwenden. Wenn der Anker kurz ist, geschieht die Re-composition des elektrischen Fluidums, bei Rückkehr der Theilchen in ihren natürlichen Zustand, fast augenblicklich, und dadurch wird in dem den Anker umgebenden Gewinde für einen Moment ein stärkerer elektrischer Zustand hervorgerufen. Bezweckt man die Ablenkung der Magnetsnadel, so ist es vortheilhaft, einen langen Anker anzuwenden.

Dafs die Wiederzusammensetzung des elektrischen Fluidums in einem langen Magnet langsamer als in einem kurzen geschieht, wird aus folgendem Versuch ersichtlich. Man nehme ein langes weiches Hufeisen und verwandle es in einen Elektromagnet. Man verwechsle die Pole der Batterie, und der Anker wird vermöge seines eigenen Gewichtes abfallen. Wenn man dagegen bei einem kurzen Magnet die Pole rasch vertauscht, wird der Anker nicht abfallen, oder wenn er ein wenig abfällt, wird er so rasch wieder angezogen, dafs er in seine frühere Lage zurückkommt.

Bei Wiederholung dieses Versuchs wurde ich durch eine sonderbare Eigenschaft der langen Elektromagnete überrascht, welche zuvor noch nicht beobachtet worden. Wenn die Drähte mit der Batterie verbunden, einige wenige Secunden daran gelassen und nun fortgenommen wurden, so behielt, nach Abziehung des Ankers, das weiche Eisen kaum einige magnetische Kraft. Wur-

den nun die Drähte wiederum mit der Batterie verbunden, so verwandelte es sich rasch wieder in einen Magnet von beträchtlicher Stärke. Da ich nach abermaliger Entfernung der Drähte die Magnetkraft fast wieder vernichtet fand, verband ich die Drähte umgekehrt mit den Polen der Batterie, und sah dabei zu meinem Erstaunen, daß sie eine längere Zeit gebrauchten, das Eisen in einen Magnet zu verwandeln, der noch dazu eine weit geringere Kraft besaß.

Das niedrigste Resultat indeß, welches ich durch Umkehrung der Pole eines Elektromagneten erhalten habe, ist die schnelle Rotation eines solchen Magneten um seine Mitte. Die folgende kurze Beschreibung des ersten wirklich so construirten Magneten, wird hinreichend zeigen, wie man sich andere von größerer Kraft leicht verschaffen kann.

Es sey *AB*, Fig. 11 Taf. III, der Durchschnitt einer kreisrunden Scheibe von Holz, mit einer kreisrunden Rinne *aa*, die zur Aufnahme von Quecksilber bestimmt ist. Diese Rinne ist durch zwei dünne Holzwände in zwei Zellen getheilt, von denen jede durch einen Napf oder ein anderes zweckmäßiges Mittel mit den Polen der Batterie verbunden ist. *NS* ist ein Stück weichen Eisens, das sich leicht um eine verticale Axe oder auf einer feinen Spitze drehen muß, und um welches ein Kupferdraht gewickelt ist, dessen Enden in das Quecksilber der beiden Zellen der Rinne tauchen. Die Enden der Drähte sind so ajustirt, daß sie die beiden Holzwände nicht berühren, indem sich die Oberfläche des Quecksilbers ein wenig über diese Wände erhebt. Wenn man nun einen Hufeisen-Magnet über dem temporären Magnet anbringt, und zwar so, daß seine Pole, die einen beträchtlichen Abstand von einander haben müssen, gerade über den beiden Holzwänden der Rinne zu stehen kommen, so wird das weiche Eisen, welches durch die Batterie in einen Elektromagneten verwandelt ist, in eine

rasche Rotation versetzt werden; denn der Elektromagnet, der durch die Anziehung der Pole des genannten Magneten in Bewegung gesetzt ist, kehrt seine Pole um, im Moment da die Drähte über die beiden Wände springen. In diesem Moment geht die Anziehung in eine rasche Abstossung über, und diese reicht hin, den Elektromagneten wieder bis zu dem Punkt zu führen, wo die Pole abermals vertauscht werden, und mithin Anziehung eintritt. Ein einfacher (gerader) Magnet, gehalten mit einem seiner Pole, gerade über dem Punkt, wo die Umkehrung der Pole des Elektromagneten stattfindet, ist vollkommen hinlänglich, die Rotation zu unterhalten. Durch eine geringe Abänderung des Apparats lassen sich auch Hufeisen-Magnete mit beträchtlicher Geschwindigkeit zur Rotation bringen. Ich habe einen Rotationsapparat dieser Art construirt, welcher so viel Kraft hat, dafs er mittelst einer Rolle mehrre Unzen heben kann. Wenn der Apparat so gestellt wird, dafs die Umkehrung der Pole des Elektromagneten im magnetischen Meridian stattfinden mufs, so ist die Wirkung der Erde hinreichend, den Elektromagneten, ohne Hülfe anderer Magnete, zur Rotation zu bringen. Auf ähnliche Weise liefse sich auch eine Neigungsnael in der Ebene des magnetischen Meridians zur Rotation bringen, wenn man die Einrichtung träfe, dafs sie in Richtung der Neigung ihre Pole umkehren müfste ¹).

III. Vorrichtung, durch magnetische Vertheilung einen fast continuirlichen Elektricitätsstrom zu erhalten.

Nachdem durch die glänzenden und sinnreichen Untersuchungen des Hrn. Faraday die Natur der magneto-elektrischen Vertheilung auseinandergesetzt, und durch die HH. Nobili und Antinori die Methode, aus einem ge-

1) Hinsichtlich früherer Erfahrungen über Elektromagnete vergleiche man Annal. Bd. XXXI S. 206, 208 und 367. Ann. Bd. XXIX S. 461. 464. 467. 468. 470, und Bd. XXIV S. 632. 634.

meinen Magneten einen elektrischen Funken zu erhalten, bekannt gemacht worden war, hielt ich mich für überzeugt, daß man durch den Rotationsapparat, den ich jetzt beschreiben werde, einen *fast* continuirlichen Elektrizitätsstrom erhalten könne. Der Apparat war schon vor neun Monaten theilweise fertig; allein die beschwerlichen Geschäfte meiner Professur ließen mich ihn erst ganz vor Kurzem beenden¹⁾. Die beste Form dieses Instruments für die verschiedenen Anwendungen, deren es fähig ist, ist folgende.

In Fig. 12 Taf. III ist *AB* ein Brett mit zwei Trägern *BC*, *AD*. Oben geht durch diese beiden Träger eine Axe mit zwei auf ihr befestigten Holzscheiben *ab*, *cd*, welche vier Cylinder von weichem Eisen halten, von denen zwei *bc*, *ad* in dem Durchschnitt des Instrumentes sichtbar sind. Diese Cylinder haben Kupferstreifen *rr'*, denen ähnlich, wie sie in meinem Apparat zum Verpuffen von Gasen mittelst des magneto-elektrischen Funkens angewandt sind²⁾. Drähte, welche von den entsprechenden Enden dieser Streifen ausgehen, werden gegen eine wohl amalgamirte Kupferscheibe *ef* geprefst. Die andern Enden gehen durch die Axe, sind, wie es die Figur vorstellt, gebogen und gegen einen, beinahe die Form eines Quadranten besitzenden Kupferbogens *gh* geprefst. An diesen Bogen und an die Kupferscheibe

1) Hr. Ritchie überreichte der K. Gesellschaft in London diesen Aufsatz am 20. März 1833, würde demnach die Construction seines Apparats im Juli 1832 angefangen haben. Der ungemein zweckmäßige und elegante Apparat des Hrn. Pixii (*Annalen*, Bd. XXVII S. 390), von dem sich seit längerer Zeit ein Exemplar hier in Berlin bei Hrn. Prof Magnus befindet, wurde der Pariser Academie erst im September 1832 durch Hrn. Hachette bekannt, scheint aber damals schon vollendet gewesen zu seyn.

P.

2) Dieser Apparat ist einigermaßen dem in Fig. 10 Taf. III ähnlich: ein aufrechter Hufeisen-Magnet, von dem der Anker mittelst eines Hebels rasch abgehoben werden kann. Der Anker

sind Drähte gelöthet, welche in zwei Näpfe mit Quecksilber herabgehen. Ein Hufeisen-Magnet, gleichviel ob permanenter oder temporärer, wird senkrecht auf das Brett gestellt, und zwar so, daß jeder Eisencylinder, beim Umdrehen der horizontalen Axe mittelst der Handhabe, dicht über den Polen dieses Magneten hinweggeht.

Dreht man nun die Axe rasch um, so wird jeder Cylinder während seines Vorübergangs neben den Polen des Magnets, ein temporärer Magnet, und erregt dadurch in seinem Kupferstreifen einen elektrischen Zustand, der durch einen mit den beiden Näpfchen verbundenen Gal-

AB ist jedoch nicht hufeisenförmig, sondern gerade, cylindrisch oder prismatisch, und in der Mitte mit einem Kupferstreifen *C* umwickelt. Die Gänge dieses Streifens sind von einander und von dem Anker durch zwischen gelegtes Band getrennt, und die Enden desselben verbunden mit den Drähten *D* und *E*. Ersterer geht in den Glascylinder *F*, beweglich, aber luftdicht schließend, durch dessen Holzdeckel, letzterer in den bis *Q* mit Quecksilber gefüllten Messingcylinder *G*. Beide Cylinder sind durch den starken Draht *H* verbunden, der gleichfalls luftdicht durch den Deckel von *F* geht, hier nahe an seinem Ende rechtwinklig umgebogen, bei *I* breit ausgeschlagen und daselbst, wie die Spitze von *D*, amalgamirt ist. Wenn der Anker *AB* auf den Polen des Hufeisen-Magnets ruht,

berühren sich die Drähte *D* und *H* in *I*; zieht man ihn aber durch einen Stoß mit der Handfläche auf den langen Arm des Hebels ab, so trennen sie sich und es erscheint bei *I* ein Funken; dasselbe geschieht beim raschen Aufsetzen des Ankers (der zu dem Ende nicht durch Schnüre, sondern durch starke Drähte an dem kurzen Hebelarm befestigt ist), da dann die Spitze von *D* auf das breite Ende des Drahtes *H* stößt. Ist der Cylinder *F* mit Knallgas gefüllt, so entzündet sich dasselbe durch den Funken. Der Apparat soll sich besonders für Vorlesungen eignen (*Philosoph. Mag. Ser. III Vol. IV p. 105*)

vanometer oder auf sonst eine Weise sichtbar zu machen ist. Nach dem Vorübergang neben den Polen, kehrt er rasch in den neutralen Zustand zurück, und würde dadurch in dem Kupferstreifen einen entgegengesetzten elektrischen Zustand hervorbringen, wenn der Draht den Kupferbogen gh nicht zu rechter Zeit verliefse. Wenn einer der Drähte den Bogen verläßt, tritt gerade ein anderer auf, so daß, wenn ein Strom zu wirken aufhört, genau ein anderer anfängt. Wir haben demnach eine Reihe Ströme von veränderlicher Natur, die rasch auf einander folgen und alle in gleicher Richtung wirken. Dadurch entsteht ein Strom, der die Galvanometernadel fast stetig abgelenkt erhält, und, wie in Hrn. Faraday's erstem Versuch, einen Draht um einen Magneten zum Rotiren bringt. Durch Vergrößerung des Apparats ließen sich natürlich alle übrigen Rotationen hervorbringen.

Befestigt man an einem der Träger, an der Aufscseite des zuvor beschriebenen Kupferbogens gh , eine an Rande sägenartig mit Zähnen besetzte Kupferscheibe, läßt die Enden der Drähte auf diesen Zähnen herumgehen, und verbindet diese Scheibe mit derjenigen, auf welcher die anderen Enden der Drähte im Kreise herumgeführt werden, so wird man, auf sehr nahe einem Quadranten, eine rasche Folge magneto-elektrischer Funken erhalten. Stellt man vier Magnete den vier Cylindern von weichem Eisen gegenüber auf, so wird fast der ganze Kreisumfang gleichzeitig erleuchtet, und dadurch ein sehr schönes Schauspiel hervorgebracht werden.