

mit ammoniakalischem Wasser ausgewaschen. Es wurden 0,814 Grm. geglühter phosphorsaurer Magnesia erhalten, die 0,516 Grm. Phosphorsäure enthalten. In den 1,828 Grm. phosphorsauren Natrons sind aber nur 0,391 Grm. Phosphorsäure. Es ist also eine bedeutende Menge Pyrophosphorsäure mit der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia niedergeschlagen worden; die Methode der Trennung ist also nicht anwendbar.

II. *Beiträge zur weitem Vervollkommnung des magneto-elektrischen Rotations-Apparats; von Dr. Sinsteden*¹⁾,

Regimentsarzt des in Prenzlau garnisonirenden zweiten Kürassier-Regiments.

Als vor mehreren Jahren die magneto-elektrische Rotations-Maschine als Heilapparat in die medicinische Praxis eingeführt wurde, ging mein Streben dahin, die höchst schmerzhaften Stöße, welche der Trennungsstrom hervorruft, zu vermeiden, und dagegen mehr die chemische Wirkung des ununterbrochenen, gleichgerichteten Stromes zu benutzen, der auch bei viel größerer Stromspannung dennoch leichter ertragen wird. Um aber auf diese Weise auf den so starken Widerstand leistenden menschlichen Körper kräftig einzuwirken, war ein viel stärker wirkender Apparat nöthig, als die sind, welche gewöhnlich zu medicinischen Zwecken benutzt zu werden pflegen.

Diefs war die Veranlassung, dafs ich mir hier einen grossen Apparat anfertigen liefs, der nach mancherlei vorgenommenen Abänderungen trefflich gelang und mehr leistete, als alle derartigen Apparate, welche ich gelegentlich gese-

1) Geschrieben im Standquartier zu Christiansfeld in Schleswig im Juli vorigen Jahres.

hen, oder über die ich sonst gelesen hatte. Es wurden später von dem hiesigen Verfertiger mehrere solche Apparate hergestellt, und so fand ich Gelegenheit nach und nach 18 magnetische Elektromotoren zu untersuchen, deren Stahlmagnete zwischen 5 und 27 Pfund schwer waren.

Hierbei sammelten sich manche nützliche Erfahrungen, die ich versucht war bekannt zu machen, als ich von der kostbaren zusammengesetzten Maschine von Hrn. Stöhrer in Leipzig hörte, von der, nach dem großen Aufwande von drei Stahlmagneten und sechs Inductionsrollen zu urtheilen, ich glauben mußte, daß dadurch mein Apparat bei Weitem übertroffen seyn würde; weshalb die Mittheilung unterblieb. Da ich aber erst jetzt, vor einiger Zeit, aus der im 3. Stück des 61. Bandes dieser Annalen befindlichen Beschreibung die Stöhrer'sche Maschine näher kennen gelernt habe und sehe, daß diese ingeniös zusammengesetzte Maschine in mancher Beziehung nicht mehr, in anderer aber viel weniger leistet, als meine einfache, so glaube ich in folgenden Bemerkungen nicht ganz unwichtige Beiträge zur weitem Vervollkommnung eines Apparats mitzutheilen, welcher vielleicht recht bald schon die, zu manchen praktischen Zwecken, unbequeme hydroelektrische Batterie zu ersetzen im Stande seyn dürfte. Ein solcher Ersatz allein schon für die Elektrotelegraphie wäre gewiß von der größten Wichtigkeit.

Und gerade in dieser Beziehung, nämlich zur Erregung eines Elektromagneten, leistet meine Maschine ein Bedeutendes mehr, als der Stöhrer'sche. Denn ein kleiner Elektromagnet mit einer Maschine erregt, trägt eine Last von 100 Pfund — ein größerer: drittehalb Centner. Wenn die Maschine einen Elektromagneten in sehr weiter Entfernung auch nur den vierten Theil dieser Last zu tragen anregen hönnte, so dürfte dieß vielleicht schon hinreichen, eine telegraphische Vorrichtung, wie die Leonhard'sche, in Bewegung zu setzen.

Ich will nun zunächst einige Leistungen meiner Maschine, damit man sie mit denen der Stöhrer'schen verglei-

chen könne, angeben und dann einige Bemerkungen über die Haupttheile der Maschine anreihen.

1. Vorausschicken muß ich, daß meine Maschine an einer kreuzförmigen Ankerplatte vier Inductionsrollen trägt, von denen das eine Paar dazu dient, eine große Stromgröße, das andere, eine große Stromspannung hervorzu- bringen. Der Commutator ist der Oertling'sche, nur, für die beiden Inductoren gleichzeitig zu dienen, etwas abge- ändert. Die intermittirende Feder trifft anstatt zweimal, viermal auf einen Horneinsatz, nämlich dann, wenn die Ei- senkerne der Inductionsrollen magnetisch geworden sind, und wenn sie aufhören magnetisch zu seyn.

Die Stromwechselungsvorrichtung ist von der Stromun- terbrechungsvorrichtung getrennt.

Bei einer Umdrehung des Schwingungsrades macht der Inductor $7\frac{1}{2}$ Umdrehungen, und ist die Maschine einmal in Schwung, so läßt sich auf kurze Zeit wenigstens, das Schwungrad dreimal in einer Sekunde umdrehen.

Da nun bei einer Umdrehung des Inductors vier Fun- ken entstehen, so zeigen sich bei der angegebenen Ge- schwindigkeit des Schwungrades in einer Sekunde 90 Fun- ken, oder, wenn man, wie der Commutator es gestattet, beide Paare Inductionsrollen gleichzeitig wirken läßt, 180 Funken. Bei dieser Schnelligkeit der Aufeinanderfolge der Funken erscheinen dieselben nicht mehr als entstehend oder verschwindend, sondern sie zeigen sich an den beiden Stel- len des Commutators, wo sie statthaben, als ruhende Feuer- kugeln, die mit einer lockern, nach aufwärts konisch ge- formten Flammenhülle umgeben sind; daraus sprühen un- unterbrochen lange Feuerstrahlen hervor, von denen jeder mit einem strahligen Sterne endigt. Besonders schön ist diese Erscheinung, wenn man etwas Oel auf die intermit- tirende Walze des Commutators bringt, und dann mit ei- nem Holzstäbchen, welches gleichfalls in Oel und darauf in Eisenpulver getaucht ist, diese Walze berührt; es fah- ren dann knallend ganze Bündel Feuerstrahlen hervor, von denen manche fußlang wegsprühen.

Dieses findet besonders beim Quantitätsinductor statt. Die Funken des Intensitätsinductors sind nicht rund, sondern fahren im Zickzack, wie Blitze über den Horneinsatz der Commutatorwalze leckend, gerade aus oder seitlich nach dem Metall der Walze, 4 bis 6 Linien weit. Ihre Flammenhülle entzündet einen gewöhnlichen trockenen Papierstreifen oder einen Flocken Baumwolle ohne allen Spiritus oder Terpenthinöl. Streicht man etwas Kreide auf die intermittirende Walze, so leuchten die Funken mit blutrothem Lichte. Streicht man einige Tropfen Terpenthinöl auf die Walze, so verprasselt dieses Anfangs in einer lockern, nicht russenden Flamme, dann aber, wenn sich fein vertheilter Kohlenstoff auf die Walze abgesetzt hat, entsteht eine schneeweisse, so hell leuchtende Feuerkugel, daß man bei deren Lichte, in der Entfernung mehrerer Schritte, gewöhnliche Schrift sehr gut lesen kann. Diese Feuerkugel, da sie ruhig auf dem Commutator liegt, kann bequem mit dem Zirkel gemessen werden, sie mißt 5 Millimeter im Durchmesser. Hält man eine Hand über dieser leuchtenden Kugel, so sieht man an der schneeweiss beleuchteten Stubendecke einen schwarzen, so scharf geschnittenen Schattenrifs, daß er lebhaft an die Schatten, welche das Drummond'sche Licht giebt, erinnert. Dieser Schatten erscheint stetig, nicht kommend und verschwindend. Auch bleibt die kreuzförmige Ankerplatte bei den Funken stets sichtbar: man sieht dieselbe ununterbrochen an einer Stelle, nur macht sie eine kleine Bewegung vorwärts und rückwärts, da durch ungleiches Ausbrennen des Eisens der Commutatorwalze auf der Grenze der Horneinsätze, die Stromunterbrechung nicht ganz genau in einer und derselben Lage des Inductors geschieht. Eine frappante Erscheinung hatte ich, als ich einst, diese Funken betrachtend, rasch hinter mich sehen wollte und den Kopf schnell drehte; plötzlich sah ich eine Reihe von 5 bis 6 Funken auf den Drahtwindungen des Inductors. Ich hielt die Maschine an, um den Seidenüberzug der Inductorspirale zu untersuchen, weil ich glaubte, dieser müsse beschädigt, und die Funken von ei-

ner

ner entblößten Drahtwindung zur nächsten überggesprungen seyn. Ich überzeugte mich aber bald, daß eine solche Beschädigung nicht stattfand und daß hier eine Täuschung durchs Auge geschehen war. Bei wiederholtem Drehen der Maschine richtete ich meine Augen auf die Funken des Commutators und wendete nun rasch den Blick nach links; sogleich sah ich eine Reihe von 6 Fünkchen rechts, wie auf den Drahtwindungen liegen; ich wendete den Blick nach rechts, nun sah ich die Funkenreihe links vom Commutator; drehte ich schnell, so sah ich eine lange Reihe Fünkchen, drehte ich langsamer, so war die Funkenreihe kürzer. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr einfach: Sieht das Auge unverwandt auf die discontinuirlichen Funken des Commutators, so treffen alle *eine* Netzhautstelle, so rasch hinter einander, daß der Netzhautindruck des ersten Fünkchens noch nicht erloschen ist, wenn das zweite erscheint; man hat also den Eindruck eines *continuirlichen* ruhenden Funkens; wendet man das Auge, so trifft das erste Fünkchen eine andere Stelle der Retina als das zweite, dieses eine andere als das dritte u. s. w.: daher sieht man *abgesonderte* Fünkchen — und weil der Netzhautindruck des ersten Fünkchens noch nicht vorüber ist, wenn das zweite, dritte, und vierte erscheint, so sieht man die ganze Reihe Fünkchen *gleichzeitig* auf dem Gegenstande, als Hintergrunde, schweben, den jetzt der Blick erfafst hat. Daß beim Drehen des Kopfs nach links, die Fünkchen nach rechts laufen, erklärt sich aus dem *Gradesehen*, bei *umgekehrtem* Netzhautdrucke. Der Punkt, wo die Funken auf der Commutatorwalze entstehen, bleibt immer derselbe; fixirt das Auge diesen Punkt, so trifft der Eindruck der Funken nahe das Centrum der Retina, dreht sich das Auge nach links, so trifft der zweite ein paar Grade weiter auf die linke Hälfte der Retina, der dritte noch wieder ein paar Grade weiter nach links und vorn, der vierte abermals mehr links und weiter nach vorn, der Linse näher: *gesehen* werden also die Funken nach rechts, der zweite rechts vom ersten, der dritte rechts vom zweiten, der vierte noch

weiter rechts und nach hinten zu. Denn die Retina hat anatomisch die entgegengesetzte oder umgekehrte Lage des Hautgefühls- und Tastorgans, und physiologisch auch die umgekehrte Empfindung ihrer Ortslage. Das Auge ist, im Vergleich mit dem Gefühlsorgan, umgekehrt, und dieses umgekehrte Organ empfängt auch einen umgekehrten Eindruck; so ist Einheit und Uebereinstimmung in den Wahrnehmungen, die wir durch diese in entgegengesetzte Lage gestellten Organe machen. Von innen heraus verbreiten sich die Gefühlsnerven auf die *convexe Hautoberfläche* des Körpers, von aussen hinein breitet sich die Retina in die innere *Hohlfläche* des Auges. Die Oberfläche der linken Körperhälfte ist eine linke Perceptionsfläche, die linken Hohlflächen beider Augen dagegen sind rechte Perceptionsflächen — und ebenso physiologisch: die linke Oberfläche des Körpers, durch einen Reiz erregt, fühlt sich links, die linken Hohlflächen der Augen durch Druck oder Licht erregt, fühlen sich rechts. Ein Druck (von Aussen) auf die linken Hohlflächen der Augen, läßt mich diese als rechte Körpertheile fühlen, läßt mich rechts als Druckbild einen feurigen Kreis sehen; den Gegenstand, der seine Strahlen auf diese linken Hohlflächen der Augen wirft, den sehe ich rechts u. s. w. Vergl. meinen Aufsatz in der Med. Zeitung von dem Verein für Heilkunde in Preussen, Jahrgang 1842. No. 5 und 6: Verständigung des scheinbaren Widerspruchs zwischen dem Aufrechtsehen und dem umgekehrten Netzhautindrucke, und Darlegung der Nothwendigkeit des umgekehrten Netzhautbildes zum Aufrechtsehen.

2) Ein Platindraht, 3 Zoll lang und etwa $\frac{1}{15}$ Linien dick, welcher der geringen Abkühlung wegen zu einer platten Spirale aufgerollt ist, und sich unter einer kleinen Glasglocke befindet, erhitzt sich durch den Strom des Quantitätsinductors so, daß er seiner ganzen Länge nach weißglüht. Wenn zwei eine halbe Linie dicke, 200 Fufs lange Kupferdrähte an den Rotationsapparat angeschraubt und am entgegengesetzten Ende durch ein 1 Zoll langes Stückchen Platindraht verbunden werden, so glüht der Platindraht

noch lebhaft und entzündet ein darauf liegendes Flöckchen Baumwolle in 2 bis 3 Sekunden, Schiefsbaumwolle in demselben Augenblick, wo der Draht geschlossen wird, nicht anders, als wenn die 400 Fufs lange Drahtleitung nicht eingeschaltet gewesen wäre.

Auch ein Barlow'sches Rad von $3\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser rotirt in dieser Entfernung lebhaft; jede Speiche, die aus dem Quecksilber geworfen wird, läßt einen klatschenden Schall hören und weisse Dämpfe verbrennenden Quecksilbers ziehen umher.

3. Das Verbrennen einer Kohle geht sehr glänzend vor sich, besonders giebt eine Ebenholzkohle durch den Intensitätsstrom verbrannt, ein schönes Licht. Solche Kohle, welche vor länger, als einem Jahre gebrannt war, und offen gelegen hatte, diesem Strome ausgesetzt, zeigte Anfangs schöne Funken, ohne selbst ins Glühen zu kommen, dann stieg ein Dampf von ihr auf und gleich darauf fing sie an zu brennen. Diese nicht frisch geglühte Kohle verbrannte noch gleich lebhaft bei Einschaltung der obigen 400 Fufs Kupferdraht.

4. Wasserzersetzung geht durch den Quantitätsstrom sehr energisch vor sich; mit Platinelektroden, die 1 Zoll rh. lang und $\frac{3}{4}$ Linie breit sind, entwickelt sich in 75 Sekunden 1 Kubikzoll Knallgas. Auch andere elektrolytische Wirkungen können durch den Quantitätsinductor sehr gut vorgenommen werden. Ich habe zwei 14 Zoll hohe Kirchengefäße von Neusilber mittelst dieses Stromes aus einer Cyankalium-Goldlösung sehr dauerhaft vergoldet, da sich dieselben seit ein paar Jahren unverändert schön erhalten haben. — Bei dieser Gelegenheit beobachtete ich eine wegen ihrer außerordentlichen Stärke bemerkenswerthe Polarisation der Elektroden. Nachdem nämlich die Vergoldung des Gefäßes bereits vollständig eingetreten war und der elektromagnetische Rotationsapparat stillstand, sah ich, dafs oft der Leitungsdraht, welcher das vergoldete Gefäß mit dem Federhalter des Rotationsapparats verbindet, abgenommen wurde, jedesmal an der Trennungsstelle ein kräftiges

Fünkchen entstand. Solcher Fünkchen konnten hintereinander gegen 200 erhalten werden.

Wurde der Apparat, nachdem die Fünkchen zu erscheinen aufgehört hatten, auch nur eine Minute lang in Bewegung gesetzt, so konnten jetzt beim Stillstande des Apparats durch Oeffnen der Kette wieder eben so oft Fünkchen hervorgebracht werden. Der Commutator des Apparats stand dabei natürlich so, daß das vergoldete Gefäß und die ihm in der Cyankalium-Goldlösung gegenüberstehenden (3) Goldblättchen durch den Draht der Inductionsrollen geschlossen waren.

Die energische elektromotorische Kraft dieser einfachen Ritter'schen Ladungs-Kette, denn eine solche stellte diese Vorrichtung ja dar, erklärte ich mir daraus, daß das vergoldete Gefäß blank und von großer Oberfläche, die, während der Vergoldung als Anode dienenden (3) Goldblättchen dagegen nur klein und mit einem Ueberzuge von Cyangold belegt waren, welches sich beim Stillstande der Maschine allmählig im Elektrolyten wieder auflöste; — denn sichtbar wenigstens hatten sich beim Vergoldungsproceß keine Gase an den Elektroden gezeigt.

Als ich später im 4. Stück des 66. Bandes dieser Annalen von der großen Positivität des Silbers in einer Cyankaliumlösung gelesen hatte, fertigte ich mir aus chemisch reinem, durch Reduktion des Chlorsilbers mittelst eines Stückes Eisen gewonnenem Silber zwei vollkommen gleiche, runde Platten von 2 Zoll Durchmesser, die mit angeschmolzenen Drähten von demselben Metall, an ein gut gefirnissetes Holzklötzchen $\frac{1}{4}$ Zoll weit von einander angeschraubt waren und mit den freien Enden der vorstehenden Drähte leicht mit dem Rotationsapparate oder mit einem Galvanometer verbunden und genau gleichzeitig in einen Elektrolyten getaucht werden konnten. Bevor nun noch ein elektrischer Strom durch diese Platten, welche in einer Cyankaliumsilberlösung tauchten, hindurchgeleitet war, zeigten sie, durch das Galvanometer geschlossen, durchaus keine Ablenkung der Magnetnadel, was ich für einen Beweis nahm,

dafs beide in Metall und Oberflächenbeschaffenheit vollkommen gleich waren. Jetzt liefs ich den vom Magnetelektromotor erregten Strom eine Minute lang hindurchgehen, wobei eine starke Gasentwicklung stattfand und die, die Kathode bildende Silberplatte mit einem feinen Pulver regulinischen Silbers, die Anode mit einem grauen Anflug von Cyansilber und Chlorsilber sich belegte. Die Maschine wurde nun aufgehoben und so gestellt, dafs die beiden in der Cyankaliumsilberlösung tauchenden Silberplatten durch die Inductionsspirale des Rotationsapparats geschlossen waren. Jedesmal wenn jetzt diese Ladungskette geöffnet wurde, erschien ein glänzendes Fünkchen, wobei ein ruckender Stofs durch das plötzlich umgekehrt Magnetischwerden der den Polen des Stabmagnets gegenüber stehenden Eisenkerne des Inductors hörbar wurde. Solcher Fünkchen konnten wieder gegen 200 hervorgerufen werden. Nachdem die Fünkchen aufgehört hatten zu erscheinen, löste ich die Silberplatten vom Rotationsapparat, ohne sie aus der Flüssigkeit zu heben, und schlofs sie durch ein Galvanometer von 200 Drahtwindungen — worauf die Nadel heftig herumgeschleudert wurde, und sich auf 40° einstellte. Der Strom ging von der mit Cyansilber bedeckten Silberplatte aus, wurde allmählig schwächer, so dafs die Nadel nach einiger Zeit auf 23° zurückging.

Ich nahm die Platten jetzt aus dem Elektrolyten, tauchte sie einige Augenblicke in siedendes Wasser, um alles anhaftende Gas, von welchem sich aber sichtbar jetzt nichts zeigte, zu entfernen, tauchte sie wieder gleichzeitig in den Elektrolyten, und schlofs sie durchs Galvanometer: die Nadel machte dieselben Bewegungen wie vorher, sie stellte sich auf 40° ein und ging etwas früher auf 23° zurück. Jetzt scheuerte ich die Silberplatten mit einem bereitliegenden Stäbchen Lindenholz und feinem Sande, spülte sie in destillirtem Wasser sorgfältig ab, und überzeugte mich, dafs jetzt beide Platten genau dieselbe blanke Oberfläche zeigten. Wieder genau gleichzeitig in den Elektrolyten getaucht und durch das Galvanometer geschlossen, lenkten

sie die Nadel abermals bis auf 40° ab. Diese kehrte etwas früher auf 20° zurück, aber erst nach etwa einer Stunde stand sie wieder in 0° ein. Wurden die Platten, während sie noch eine starke Ablenkung der Nadel bewirkten, aus dem Elektrolyten genommen, mit destillirtem Wasser abgospült und getrocknet, so bewirkten sie, wenn sie nach länger als einem Jahre wieder in den Elektrolyten getaucht wurden, jetzt noch eine Ablenkung der Galvanometernadel von einigen 30 Graden.

Hier ist also eine einfache Ladungskette von nur 2 Zoll Durchmesser der Platten, welche, durch eine, einen Eisenkern umschließende Drahtspirale geschlossen, beim Oeffnen Funken giebt. Es ist Schade, daß Herr Professor Jacobi bei dem Versuche, den er im 2. Stück des 69. Bandes, S. 211 dieser Annalen beschreibt, es unterlassen hat, die beiden noch mit Gold bedeckten Platinplatten, die als Elektroden gedient hatten, durch das Galvanometer zu schließen, bevor er die eine Platinplatte durch Umkehrung des Stroms wieder ganz vom Golde befreit hatte. Der Polarisationstrom dürfte in diesem Falle eben so groß gewesen seyn, wie der war, welcher sich zeigte, wenn die goldbedeckte Platinplatte der vom Golde befreiten Platinplatte gegenüber stand, — aber es wäre dann der Fall gewesen, daß zwei ganz homogene Metallplatten, in einer und derselben Flüssigkeit tauchend, einen kräftigen und lang dauernden Strom hervorgebracht hätten. In meinem Versuche war es so.

Der Strom, welcher von den in siedendes Wasser getauchten wohlgescheuerten, ganz gleichen Silberplatten in der Cyankaliumsilberlösung entstand, konnte wohl nur dadurch hervorgebracht werden, daß die Silberplatten durch den hindurchgeführten elektrischen Strom für eine Zeit lang eine elektrisch-heterogene Natur behaupteten und sich zu einander wie zwei verschiedene, in der elektrischen Spannungsreihe entfernt stehende Metalle verhielten, so lange, bis sich das, durch den primären elektrischen Strom in ihnen gestörte elektrische Gleichgewicht wieder hergestellt

hatte. Der secundäre Strom wäre dann als die Ausgleichung des in ihnen durch den primären Strom gestörten Gleichgewichts zu betrachten. Findet hierbei ein chemischer Proceß statt, so kann er nur Folge, nicht Ursache des Stromes seyn, denn unter sonst gleichen Bedingungen wird eine Flüssigkeit auf zwei ganz gleiche Metallplatten nicht chemisch verschieden einwirken. Das *primum movens* des nicht unbedeutenden Stroms war also Contactwirkung, nicht chemischer Proceß. In geschicktern Händen ließen sich vielleicht aus solchen Versuchen Beweise für die Contacttheorie herleiten, denen die Anhänger der chemisch-elektrischen Theorie nichts anhaben könnten.

Ich will nur noch anführen, daß die Silberplatten auch in andern Elektrolyten, namentlich in Auflösungen von Kochsalz, Salmiak, Salpeter u. m. dieselben angegebenen Erscheinungen darboten. Kupferplatten in Kupfervitriollösung zeigten die Erscheinung des Funkens nicht.

5. Ein Elektromagnet von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $1\frac{1}{4}$ Zoll Dicke der Schenkel, durch den Quantitätsinductor erregt, trägt, wie schon erwähnt, 100 bis 110 Pfund. Ein größerer von 12 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke der Schenkel, auf welche in zwei Lagen ein $1\frac{1}{2}$ Linien dicker Messingdraht gewunden ist, trägt mit einem dritten Paar Inductionsrollen, welche an Stelle eines Paares der vorerwähnten Rollen sehr leicht auf die kreuzförmige Ankerplatte der Maschine angeschraubt werden können und auf welche als Inductionsspirale zwei $\frac{3}{4}$ Linien dicke und 80 Fufs lange Kupferdrähte parallel neben einander aufgewickelt sind, — eine Last von drittehalb Centnern. Diese Last würde nach Jacobi um das vierfache vermehrt werden können, wenn man statt eines einfachen Ankers, einen Elektromagneten als Traganker vorlegte ¹⁾).

6. Die physiologischen Wirkungen der Maschine sind der Art, daß die Trennungsströme der beiden ersten Paare der Inductionsrollen ohne Schwächung mittelst auf die Pole

1) Vergl. Annalen Bd. 61. S. 273.

des Stahlmagnets aufgelegter Moderireisen nicht wohl ertragen werden können.

Der unterbrochene, gleichgerichtete oder alternirende Strom des Intensitätsinductors läßt sich bei mäßiger Geschwindigkeit des Umdrehens ertragen, bei vermehrter Geschwindigkeit aber treten, wenn man die Handhaben auch mit ganz trockenen Händen hält, bald Krampf im Schlunde, Vomituritionen und wirkliches Erbrechen ein.

7. Die elektrischen Spannungserscheinungen, welche der Intensitätsinductor zeigt, habe ich in einem früheren Aufsätze in diesen Annalen angegeben. (Pogg. Ann. Bd. 69. S. 353.) — Aus dem Angeführten geht nun hervor, daß meine einfache Maschine in mancher Beziehung beinahe den gleichen Effect hervorbringt, wie die dreifache Stöhrer'sche; daß sie aber einen Elektromagneten mehr als 20 Mal stärker zu erregen vermag, als die Stöhrer'sche.

Die Meinung des Hrn. Stöhrer, daß man durch Combination dreier Magnete und sechs Inductoren die Stärke des Inductionsstroms auf eine Höhe bringen könne, die für die Construction mit *einem*, wenn auch noch so großem künstlichen Magnete unerreichbar wäre, ist im Allgemeinen ohne Zweifel wahr, aber so, wie die zusammengesetzte Stöhrer'sche Maschine bisjetzt noch beschaffen ist, wird diese Meinung durch meine einfache Maschine thatsächlich widerlegt.

Der Grund warum diese einfache Maschine so viel leistet, wie jene dreifache, erklärt sich vielleicht aus nachfolgenden Bemerkungen über die einzelnen Haupttheile der Maschine.

A. Der Stahlmagnet.

Stahlstäben Magnetismus mitzutheilen, sind in jüngster Zeit sehr zweckmäßige Methoden angegeben worden; durch sie wird eine Stahllamelle leicht bis zur Sättigung magnetisirt. Allein das hat man schon früher auch gekonnt; wir haben durch diese Methoden keine gröfsere und kräftigere Magnete erhalten, als wir schon hatten — und zwar aus

dem Grunde, weil sie nur lehren, einzelne Lamellen bis zur Sättigung zu magnetisiren, nicht aber auch, viele solcher Lamellen zu einem grossen Magneten zweckmässig zusammenzustellen und seiner Ladung Dauer zu geben.

Herr Elias in Harlem vermochte durch seine Methode einer Stahllamelle von einem Kilogramm Gewicht, eine constante Tragkraft von 13,23 Kilogrammen mitzutheilen. Aber das ist keine bedeutende Kraft für einen so kleinen Magnet; man findet bei vielen ältern Schriftstellern eine viel grössere Tragkraft für so kleine Stahlbügel angegeben. Welches Resultat er erzielte, wenn mehrere solcher Lamellen zu einem grossen Magneten zusammengestellt werden, hat er nicht angegeben.

Herr Professor Herrenschneider ¹⁾ bezeugt, dass ein von Dr. Keil verfertigter Magnet, durch allmähliche Belastung ein Gewicht von 497 Pfunden trägt. Allein es fragt sich, was dieser Magnet trägt, wenn der Anker öfter abgerissen worden, was also seine constante Tragkraft ist. Auf diese kommt es doch nur an, wenn man Magnete zu physikalischen Zwecken anwenden und sie nicht blofs als ein Curiosum im physikalischen Kabinette aufhängen will. Hierzu bedarf es nicht einmal des Stahls, denn man kann bekanntlich auch einen Eisenbügel so laden, dass er, bevor der Anker einmal abgenommen worden ist, ein bedeutendes Gewicht trägt. Ich befürchte, dass obiger 38 pfündige Magnet einen zu den 497 Pfunden, die er durch allmähliche Belastung und vor einmaliger Abnahme des Ankers (?) trägt, nicht verhältnissmässig gleich grosse constante Tragkraft besitzt; warum wäre sonst seine constante Tragkraft, die für den Physiker doch eigentlich nur von Interesse seyn kann, nicht angegeben?

Wenn sie aber nicht genügte, so bin ich überzeugt, dass sie aus keinem andern Grunde ungenügend war, als weil eben die ursprüngliche Ladung so unverhältnissmässig gross war.

1) Vergl. Der mineralische Magnetismus etc. etc. vom Professor Dr. Keil. Erlangen 1846.

1. Wenn man nämlich eine *größere* Menge freien Magnetismus an den Polen einer Stahllamelle anhäuft und durch ein vorgelegtes dickes Stück Eisen bindet, als die Coërcitivkraft des Stahls, für sich allein, dort erhalten kann, so wird nach Hinwegnahme dieses Eisenstücks, die Coërcitivkraft des Stahls allein nun diesen übermächtig angehäuften freien Magnetismus nicht mehr auseinander halten können; das Uebermaafs wird vielmehr jetzt die Coërcitivkraft des Stahls überwinden und von den Polen die Schenkel entlang zurückgeben und in der Mitte der Lamelle in Null zusammenfallen. Die Lamelle kann aber jetzt nicht mehr bis zur Sättigung magnetisirt seyn, weil durch das Zurückgehen einer großen Menge freien Magnetismus von den Polen nach der Mitte, gewissermaßen ein falscher Magnetisirungsstrich vollführt worden ist: freier Nordmagnetismus ist vom Nordpol, freier Südmagnetismus vom Südpol die Schenkel rückwärts entlang nach der Mitte der Lamelle geführt, dieselbe also theilweis wie durch einen Rückstrich entmagnetisirt worden. Es ist einleuchtend, dafs je gröfser der, über das Verhältnifs der Coërcitivkraft an den Polen gehäufte und durch ein Eisenstück gebundene Magnetismus war, um desto mehr die Lamelle nach Abnahme des bindenden Eisenstücks geschwächt werden mufs: es ist dann nämlich so, als ob mit einem um so stärkeren Streichmagneten ein Rückstrich vollführt worden wäre. — Nimmt man daher einen aus vielen Lamellen zusammengesetzten Magneten und bindet durch Streichen und Abnehmen mit vorgelegtem Anker, in jeder einzelnen Lamelle eine gröfsere Menge freien Magnetismus, als der Coërcitivkraft des Stahls proportional ist, so wird man, nachdem alle diese überladenen Lamellen zusammengefügt sind, eine aufserordentliche Menge Magnetismus an den Polen angehauft erhalten; hängt man jetzt Gewichte an den Anker, so wird er eine aufserordentliche Tragkraft zeigen, — sowie aber der Anker nur einmal abreift, wird der Magnet aufserordentlich geschwächt, weil eine aufserordentliche Menge freien Magnetismus, welchen die Coërcitivkraft des Stahls allein

nicht auseinander halten kann, die Schenkel rückwärts entlang nach der Mitte zurückgeht, was denselben Erfolg hat, als wenn mit einem sehr starken Streichmagneten ein Rückstrich gemacht worden wäre.

Hieraus folgt also die Regel, daß man beim Streichen eines zusammengesetzten Magneten nicht mehr freien Magnetismus an den Polen aufhäufen darf, als der Coërcitivkraft des Stahls proportional ist; streicht man die Lamellen an einem kräftigen Streichmagneten, so darf man sie nicht mit vorgelegtem Anker abnehmen, sondern man muß sie frei abnehmen und dann erst einen Anker anlegen.

2. Wenn man einen schwachen Magneten mit gleichnamigen Polen auf einen starken Magneten legt, so wird der Magnetismus des ersten geschwächt, vernichtet, oder es werden selbst seine Pole umgekehrt, je nach der Stärke des größern Magneten. Demgemäß muß man beim Zusammenlegen eines aus vielen und verschiedenen starken Lamellen zusammengesetzten Magneten sorgfältig vermeiden, eine dünne Lamelle auf eine starke zu legen, oder eine einzelne Lamelle auf 4, 5 bis 6 schon zusammengelegte Lamellen zu bringen; erstere würde dadurch sehr geschwächt werden. Am zweckmäßigsten ist es daher, zu zusammengesetzten Magneten nur gleich starke Lamellen zu wählen, und diese nach dem Streichen so zusammen zu legen, daß immer nur zwei gleich starke Pole zusammenkommen. Zuerst lege man daher die gestrichenen Lamellen ohne Anker zu zweien zusammen, dann zwei zu zweien, darauf vier zu vieren, acht zu achten u. s. w. So vermeidet man durch das Zusammenlegen selbst, die Schwächung einzelner Lamellen.

3. Es ist theoretisch nicht klar, was geschieht, wenn man mehrere magnetisirte Lamellen zusammenlegt und zu einem Magneten verbindet; daß sich hierbei die Kräfte der einzelnen Lamellen nicht summiren, ist gewiß. Vielmehr gehen hierbei große Veränderungen der Kräfte der einzelnen Lamellen vor sich, und diese Veränderungen sind noch wenig berücksichtigt und studirt worden. Nimmt man einen

frischgestrichenen, starken zusammengesetzten Magneten auseinander, und prüft die Tragkraft jeder einzelnen Lamelle, indem man sie frei abnimmt und dann einen Anker anlegt, so findet man, daß nur einzelne Lamellen ihre ursprüngliche Tragkraft behalten haben, andere sind sehr schwach, — bei sehr großen aus mehr als 5 oder 7 Lamellen zusammengesetzten Magneten, finden sich eine oder zwei Lamellen beinahe alles Magnetismus beraubt, so daß sie auch nicht das leichteste Eisenstäbchen zu tragen vermögen. Diese indifferentirte Lamelle ist nicht immer die äußerste; bei aus mehr als 7 Lamellen zusammengesetzten Magneten, habe ich sie nie in der obersten oder untersten, sondern immer in einer der Mitte näher liegenden gefunden.

Auf etwas ähnliches hat Coulomb aufmerksam gemacht; er zeigte durch Versuche, daß die magnetische Kraft in Büscheln aus vielen gleich starken Magnetnadeln zusammengesetzt, nach der Mitte zu abnimmt. Untersucht man diese geschwächte Lamelle genauer, indem man ihre Schenkel perpendicular an dem Pol einer horizontalen Magnetnadel langsam vorbeiführt, so zeigt sich sogleich, daß diese Lamelle nicht zwei regelmäßige Pole hat, sondern daß jeder Schenkel in der Nähe des Bogens einen Folgepunkt zeigt.

Ist das Auseinandernehmen des Magneten vorsichtig und mit Vermeidung schädlicher Manipulationen geschehen, und hat man nach der Untersuchung der einzelnen Lamellen, sie alle wieder zusammengelegt und festgeschraubt, so findet man, daß jetzt der Magnet beinahe wieder eben so stark ist, wie zuvor; und doch sind, wie man sich überzeugt hat, schwache oder fast indifferente Lamellen in ihm. Die Kraft, welche jede einzelne Lamelle für sich vor dem ersten Zusammenlegen hatte, kann also, nachdem sie zusammengelegt sind, und ein Ganzes bilden, nicht mehr fortbestehen. Und da der Magnet, nachdem man ihn aus auseinander genommen, einzelne Lamellen in ihm schwach oder indifferent gefunden und wieder zusammengeschräubt hat, jetzt dennoch dieselbe Tragkraft zeigt, wie vorher, so muß man wohl annehmen, daß der *ungleiche* Kraftzustand der

einzelnen Lamellen die naturgemäße Constitution des zusammengesetzten Magneten, als Ganzes betrachtet, ist. Dieses wird um so wahrscheinlicher, weil sich die magnetische Kraft auch dann in den einzelnen Lamellen ungleich vertheilt zeigt, wenn man nicht jede einzelne Lamelle für sich, sondern alle zusammen in ein Ganzes verbunden, magnetisirt hat; eine Methode auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Wie sich in einem sehr langen Stahlstabe, den man magnetisirt, Folgepunkte bilden, also mehrere Abwechslungen von Kraftpunkten und Indifferenzpunkten, so scheint sich auch, wenn man die Dimension der Dicke eines Magneten sehr vermehrt, der Magnetismus sein Substrat in mehrere Bündel zu spalten, die durch indifferente Schichten von einander gesondert und auch wieder verbunden sind. Nachdem: *natura quo vergit, eo ducenda est*, habe ich versucht, der Natur in dieser Anordnung nachzuahmen: Beim Zusammensetzen eines aus 8 Lamellen bestehenden Magneten ordnete ich nämlich die neu gestrichenen Lamellen zu vier, aus je zwei Lamellen bestehenden Bündeln, und legte zwischen diese Bündel, zunächst den Polen drei dünne sehr harte quadratische Stahlplatten, oder in einem andern Versuche, drei dünne weiche Eisenplatten, deren Seiten der Breite der Schenkel des Magneten gleich waren, in der Voraussetzung, daß jetzt die freien magnetischen Kräfte der einzelnen Bündel durch diese Platten entweder isolirt oder geleitet, so gegenseitig auf einander einwirken würden, wie es das uns unbekannte Gesetz zu fordern scheint, ohne dazu eine Stahllamelle benutzen zu müssen, deren Magnetismus hierbei verloren geht. In beiden Versuchen gab aber eine Messung der Tragkraft dieser so zugerichteten Magnete kein Resultat, das näher anzugeben verlohnte, wenn nämlich nicht die Einrichtung, wie ich sie unter §. 7. noch angeben werde, getroffen war.

(Schluß im nächsten Heft.)