

Ziehkraft von fast 2 Centnern ertheilt. Der dazu gehörige hufeisenförmige Anker trägt an jedem seiner Schenkel eine 5 Pfund wiegende Drahtspirale, die aus 900 \mathcal{F} . von $\frac{1}{2}$ "" dickem Kupferdraht besteht. Anker und Magnet stehen fest und sind mit ihren Polflächen in Berührung, indem die Bewegung und inducirende Wirkung der magnetischen Kraft durch Schließen und Öffnen der Kette bewerkstelligt wird. Pogg. Ann. Bd. 34, S. 184. Einen ähnlichen Apparat hat (ebendas. Bd. 46, S. 104. und Bd. 50, S. 236.) Neeff veröffentlicht.

§. 97.

Physiologische, chemische, thermische, magnetische und elektrische Wirkungen der Magnet-Elektricität. Der Gyrotrop oder Commutator. **Neeff's** Blihrad. Medicinische Anwendung der Induktions-Elektricität.

Außer dem stetigen Funkenstrome lassen sich durch eine gut eingerichtete magnet-electrische Maschine auch alle übrigen Wirkungen in einer Stärke hervorbringen, wie sie nur die mächtigsten galvanischen Batterien und die größten Elektricitätsmaschinen zu leisten im Stande sind.

Durch die Drähte des abwechselnd abgerissenen und wieder angefügten Ankers wird, wenn sich dieser Wechsel oft hinter einander wiederholt, Wasser, welches mit jenen in Berührung und der besseren Leitung wegen mit etwas Schwefelsäure versetzt ist, eben so in seine gasförmigen Bestandtheile zerlegt, wie durch die Rheophoren einer galvanischen Säule. (S. 50.) Da hierbei die Art des Stromes nicht dieselbe bleibt, sondern dieser bei jedem halben Umlaufe des Magnets in dem Leitungsdrahte seine Richtung umkehrt, und folglich abwechselnd bald derselbe, bald der entgegengesetzte Strom eintritt: so entwickelt sich an jeder der beiden in das zu zersetzende Wasser eingetauchten Drahtspitzen bald Hydrogen-, bald Oxygengas, so daß sich in jedem der beiden zur Auffangung der sich entwickelnden Gase über das Wasser gestürzten Recipienten ein Gemisch von beiden, also Knallgas, ansammelt. Pohl brachte mit seinem Apparate eine Zersetzung des Wassers in derselben Stärke, wie mit einer großen Säulen-Batterie von 50 Plattenpaaren hervor. Ein magneto-electrischer Funke, in das Gefäß mit Knallgas schlagend, entzündet dieses;

ein feiner Platindraht, zwischen die Drahtenden eingeschlossen, wird bis zum Glühen heiß. (S. 49.) Die Goldblättchen eines mit dem Volta'schen Condensator verbundenen Elektrometers werden bei dem Gange einer starken Maschine zur Divergenz gebracht *).

Bringt man das eine Drahtende des Ankers mit dem innern, das andere mit dem äußern Belege einer Leidner Flasche in Verbindung, so wird diese in wenigen Augenblicken elektrisch geladen. (S. 48.) Faraday machte selbst Stahlnadeln auf die gewöhnliche Weise magnetisch, indem er sie in eine Glasröhre brachte und den inducirten Strom durch einen um diese gewundenen Draht entlud. (S. 78.) Dove gab einem Stabe von weichem Eisen Magnetismus, indem er dazu einen mit Hülfe eines Hare'schen Deflagrators geschaffenen und mit starkem Kupferdraht umwickelten hufeisenförmigen Elektromagneten von 1 Ctr. Tragkraft benutzte. Als Anker legte er an diesen einen geraden cylindrischen Eisenstab von 30 Pfd. Tragkraft, der ebenfalls mit Kupferdraht umwunden war und dessen Drahtenden mit den Enden einer Spirale verbunden waren, welche um den zu magnetisirenden Stab von weichem Eisen lag. Als er die galvanische Kette schloß, fand er diesen Stab momentan magnetisch, so daß sich unter ihm liegende Eisenfeile aufrichtete, und der Pol einer ihm genäherten Magnetenadel abwechselnd, je nachdem bei dem Schließen und Öffnen der Kette der inducirend wirkende Magnetismus in Bewegung kam (S. 92.), angezogen oder abgestoßen wurde. (S. 81.) D. u. M. Repert. Bd. 1, S. 312.

Auch schwächere Elektromagnete, als der von Dove gebrauchte, die man inducirend wirken läßt, versagen diese magnetische Wirkung nicht. Verbindet man z. B. die freien Drahtenden **CD** des (in §. 93. beschriebenen) magneto-elektrischen Ringes (Sg. 44.) statt mit dem Multiplikator mit den Enden einer hohlen Drahtschraube, die eine Glasröhre, in welcher sich eine kleine Stahlnadel befindet, eng umschließt, während die Enden **EF** des Ringes die Pole des

*) Merkwürdig ist, daß von mehreren Physikern die Wirkung auf das Elektrometer nicht beobachtet werden konnte. Man zweifelte deshalb lange an der elektrischen Wirkung der Magneto-Electricität; bis dieselbe endlich durch die Pyrii'sche Maschine Bestätigung bekam.

Volta'schen Apparates tangiren, so findet man die Nadel, wenn man sie aus der Glasröhre herauszieht, ebenfalls magnetisch. Hebt man die Verbindung des Ringes mit dem Elektromotor auf, während die Nadel noch in der Röhre liegt, so zeigt sie keine magnetische Polarität; weil bei dem Deffnen der Kette ein inducirter Strom von entgegengesetzter Richtung entsteht, durch welchen die Wirkung des erstern wieder aufgehoben wird. (S. 92.) Nur zuweilen bleibt hierbei ein schwacher Grad von Magnetismus in der Nadel übrig, was aus dem Erfahrungssatze, daß zur Vernichtung der magnetischen Kraft im Eisen ein intensiverer elektrischer Strom erfordert wird, als zur ursprünglichen Erzeugung derselben, erklärbar ist — aber keineswegs zu dem Trugschlusse verleiten darf, daß die Intensität des ersten inducirten Stromes größer sey, als die des entgegengesetzten zweiten.

Der a b l e n k e n d e n Wirkung einfacher magneto-elektrischer Ströme auf die Direktion der Magnetnadel geschah schon oben Erwähnung. Dieselbe Wirkung bringt auch die magnetische Rotationsmaschine hervor, wenn die Drahtenden des Multiplikators mit den Stromträgern derselben verbunden werden, — eine Erscheinung, die auffallen muß, da schwer zusammen zu reimen ist, wie die Nadel abgelenkt werden kann, da entgegengesetzte Ströme von gleicher Stärke, die sich in ihrer Wirkung auf die Nadel gegenseitig aufheben, schnell auf einander folgen. Indessen bestätigt die Erfahrung, daß die Nadel allerdings aus ihrer Richtung nach der Seite abgezogen wird, nach welcher sie schon vor dem Eintritt der inducirten Ströme in den Multiplikator-Draht einen kleinen Ausschlag hatte. Weicht z. B. ihre anfängliche Lage etwas nach Osten ab, so geht sie unter Einwirkung der Ströme auch nach dieser Seite weiter aus ihrer Richtung. Poggendorff, von dem diese Entdeckung abstammt, nimmt zu ihrer Erklärung eine inducirende Wirkung des Stromes auf die Nadel an, durch welche bei den Umkehrungen desselben die Pole der Nadel umgekehrt, oder wenigstens Schwankungen in der Intensität ihres Magnetismus erzeugt werden.

Die physiologischen Wirkungen bleiben hinter diesen nicht zurück. Convulsivische Bewegungen in den Muskeln eines präparirten Frosches werden schon durch schwache inducirte Ströme erzeugt. (S. 92.) Zu Erschütterungen des menschlichen Körpers sind intensivere erforderlich. Bringt man den eignen Körper in den Entla-

dungsreis eines kräftigen magneto-elektrischen Rotations-Apparates
 entweder dadurch, daß man die Enden der Rheophoren (oder noch
 besser kupferne Cylinder, die daran gelöthet sind) mit nassen Händen
 faßt, oder dadurch, daß man die Hände in ein Gefäß mit (gesäuertem)
 Wasser taucht, in welches die Drahtenden eingesenkt sind: so
 empfindet man wegen der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen
 Ströme, wodurch diese in ihrer Wirkung sich gegenseitig verstärken,
 wie dieß auch bei der Entladung einer Volta'schen Säule geschieht,
 die Erschütterungen in den Gelenken der Arme und durch die
 Brust so heftig, als kämen sie aus einer voll geladenen elektrischen
 Flasche von beträchtlichen Belege, oder von den Polen einer 80- bis
 100plattigen galvanischen Säule; wobei die Hände erstarren, oder
 convulsivisch zittern, und das Vermögen verlieren, sich willkürlich zu
 bewegen. Man hat daher bereits angefangen, die Magnet-Elek-
 tricität in denselben Fällen als Heilmittel anzuwenden,
 wo auch die galvanische und gewöhnliche Maschinen-
 Elektricität anwendbar sind; vor denen sie allerdings den unbe-
 strittenen Vorzug hat, daß (durch langsames oder schnelleres Ro-
 tiren des Magnets oder, wo dieser ruht, des Ankers) auf eine viel
 weniger umständliche Weise die Stärke der elektrischen Stöße in dem
 für den individuellen Fall erforderlichen Grade abgemessen werden
 kann *). —

*) Durch welche Eigenthümlichkeiten in ihrer Wirkung auf den thie-
 rischen Organismus die Magnet-Elektricität zu neuen und
 größern Hoffnungen berechtigt, als den bisherigen Erfahrungen nach die
 Reibungs- und Berührungs-Elektricität erfüllen zu können schien, darüber
 weiß man noch nichts Bestimmtes. Indessen fehlt es nicht an Aerzten,
 welche, von der Heftigkeit der Erschütterungsschläge des magneto-elektrischen
 Rotations-Apparates überrascht, den Besitz desselben als eine unentbehrliche
 Vermehrung ihres Heilapparates ansehen, darüber Elektricitätsmaschine und
 Volta-Säule — wie einst die Perkin'schen Traktoren — der Vergessen-
 heit gern überlassen und, einzig und allein der quantitativen Kraft ihrer
 Maschine vertrauend, sich derselben als einer besondern Heilpotenz in den
 verschiedensten Krankheitsformen bedienen — auf die Gefahr hin, nach
 einiger Zeit dieselbe eben so unbefriedigt wieder verlassen zu müssen, wie
 andere heroische Heilmittel, mit denen man vergeblich Wunder zu erreichen
 gedachte, weil man entweder ihren Werth überhaupt überschätzte, oder
 deren spezifisches Wirkungsvermögen nicht der nöthigen Aufmerksamkeit

Da man bei manchen chemischen Versuchen, z. B. bei der Zersetzung des Wassers, und bei dem Laden einer Leidner Flasche eines anhaltenden Stromes von derselben Art oder Richtung bedarf, an den magneto-elektrischen Maschinen aber, wo durch Rotation eines Magnetes im schnellen Wechsel bald der eine, bald der andere Pol desselben mit dem nämlichen Scheitel des Ankers in (vorübergehende) Berührung kommt, und durch diesen Wechsel auch abwechselnd momentane Ströme in entgegengesetzter Richtung entstehen, welche sich in ihren Wirkungen vernichten: so können die genannten Wirkungen mit dergleichen Apparaten nur dann erhalten werden, wenn die von der Drahtspirale des Ankers ausgehenden Leitungsdrähte so geordnet sind, daß sie den Strom in dem Augenblicke unterbrechen, wo der entgegengesetzte eintreten will, und dann den ersten wieder herstellen. An den vollkommenen Induktions-Apparaten ist daher, um fortdauernd einen gleichnamigen Strom zu bekommen, eine besondere Vorrichtung, der Gyrotrop (von $\gamma\upsilon\omicron\sigma$, Kreis, und $\tau\acute{o}\tau\epsilon\omega$, ich wende) oder Commutator, Inversor genannt, angefügt, durch welche die magneto-elektrische Kette schnell hinter einander periodisch geöffnet und geschlossen, und bei jedesmaliger Schließung der Strom umgekehrt wird, so daß die entgegengesetzten Funken gar nicht erscheinen, sondern der Strom ununterbrochen nach der nämlichen Richtung fortfließt. Mit Hilfe einer solchen Einrichtung wird es dann möglich, bei der Zersetzung des Wassers die gasförmigen Bestandtheile desselben isolirt an jedem in dieses getauchten Drahte aufzufangen, während außerdem Drygen und Hydrogen vermischt emporsteigen. Der Gyrotropen und Commutatoren sind mehrere erfunden worden. August, der statt des erstern Namens die Benennung Rheotrop vorschlägt (weil nicht die Bahn, sondern der Strom in der Bahn umgewendet wird), beschreibt eine Vorrichtung dieser Art, die auch ohne Figur verständlich ist und aus einem horizontal liegenden Kupferringe besteht, dessen metallenes Continuum an zwei diametral sich gegen-

würdigte. Ob durch Neeffs Erfindung des Wligrades, durch welches die Wirksamkeit der galvanischen Säule und, bei gleichzeitigem Gebrauche eines Induktions-Multiplikators, selbst einer einfachen galvanischen Kette (§. 95.) in medicinischer Hinsicht so bedeutend erhöht werden kann, der Gebrauch magneto-elektrischer Apparate in den Händen der Aerzte beschränkt werden wird, wird die Zukunft lehren.

über liegenden Stellen durch eingesezte Glasstücke unterbrochen ist, und innerhalb welchen der mit Drahte umgebene Anker an vertikaler Achse rotirt, so daß die beiden Enden seiner Drahtumwindung mit Reibung an dem Kupferringe vorüber streifen. Der Kupferring selbst steht mit zwei Quecksilbernäpfschen durch Drähte in Verbindung, in welche die durch Induktion erregte Elektrizität vermittelst des Kupferinges und der Drahtenden des Ankers abgeleitet wird. Wenn letztere bei der Umdrehung des Ankers an den Glasstellen des Ringes vorüberstreifen, wird der elektrische Strom eine kurze Zeit aufgehoben, und dadurch bewirkt, daß in den einen Quecksilberbehälter nur positive, in den andern nur negative Elektrizität sich entladet. Den einfachsten und dem Zwecke am vollkommensten entsprechenden Commutator hat Jakobi, und einen auf ähnlichen Principien beruhenden (wegen der Schnelligkeit, mit der damit der elektrische Strom abgebrochen und wieder hergestellt werden kann, unter dem Namen „Blitzrad“) Neeff angegeben. Der von Jakobi erfundene ist in Fig. 43. b abgebildet und S. 90. beschrieben worden. Für magneto-elektrische Versuche wird derselbe aber dahin abgeändert, daß die Zahl der hebelartig gestalteten Kupferstreifen, deren dort vier auf der Peripherie der Commutatorscheiben spielen, noch um zwei eben so eingerichtete vermehrt ist, welche mit ihrem kurzen Theile ebenfalls in besondere Quecksilbergefäße eintauchen, wovon der erste aber mit seinem längern Arme, statt auf dem Rande einer Scheibe, auf der Kupferröhre zwischen der ersten und zweiten Scheibe, und der andere ebenso auf der Kupferröhre zwischen der dritten und vierten Scheibe leicht beweglich ruht. Die Drähte **NO**, welche an der den Commutator tragenden Achse zu diesem führen, sind weg zu denken. In die Quecksilbergefäße **a** und **c** kommen aber, wie dort, die amalgamirten Enden derjenigen Drähte, durch welche der elektrische Strom entladen werden soll, und in die beiden, in der Zeichnung vermißten, Quecksilbergefäße der eben beschriebenen Kupferstreifen, welche auf den Kupferröhren hingleiten, die beiden Enden desjenigen Drahtes, in welchem der Strom umgekehrt werden soll. Wird die Achse mit den Scheiben gedreht, so ist klar, daß diese die elektrische Strömung nur durch diejenigen Kupferstreifen fortleiten können, welche eben den metallischen Rand berühren, und daß die Leitung derselben durch diejenigen Streifen unterbrochen wird, welche über das nicht leitende Ein-

fahstück hinweggleiten. Die Umdrehung des Instruments wird durch eine Handhabe bewirkt, die in 1 Sekunde leicht zwei Mal den Umlauf macht, wodurch die Umkehrungen sehr vervielfacht werden können.

— Neeffs Blihrad (Fig. 50.) besteht nur aus Einer Kupferscheibe, $1\frac{1}{2}$ Linien dick und $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, welche nicht in vertikaler, sondern in horizontaler Richtung vermittelst einer in ihrer Mitte unten angelötheten vertikalen kuppernen Achse sich dreht, welche 3 Z. hoch und 3 bis 4 L. dick ist, und durch einen Bügel von Messing in ihrer aufrechten Stellung erhalten wird. Das Fußgestelle, ein viereckiges Brett, über welchem das Rad sich befindet, hat in der Mitte eine mit Kupfer ausgelegte und mit Quecksilber angefüllte Grube, in welcher das untere konisch geformte Ende der Achse spielt. Auf der Oberfläche der Kupferscheibe selbst sind an der Peripherie in der Richtung der Radien 36 Stücke von einer isolirenden Substanz, jedes 10 L. lang und 3 bis 4 L. breit, eingefügt, und zwar so nahe an einander, daß zwischen ihnen nur ein 2 bis 3 L. breiter Zwischenraum, der von dem Kupfer ausgefüllt ist, sich befindet. In der Zeichnung sind der Deutlichkeit wegen nur 18 Einsatzstücke dargestellt. Der andere Haupttheil der Maschine ist ein 7 L. breiter und $\frac{1}{2}$ L. dicker senkrechter Kupferstreifen, welcher seitwärts auf dem Fußbrette befestigt und oben in einen Winkel umgebogen ist, mit welchem er auf der Peripherie der Kupferscheibe ruht. Wird die Scheibe gedreht, was mittels eines nahe in der Mitte derselben angebrachten Knopfes geschieht: so gleitet sie abwechselnd mit den isolirenden Einsatzstücken und den zwischen diesen befindlichen Kupferbrücken unter dem gebogenen Ende des Kupferstreifens hin. Es springt in die Augen, daß, wenn während des Umdrehens der eine Pol eines elektrischen Apparates mit der Achse der Scheibe (am bequemsten durch leitende Verbindung mit dem Quecksilber der Pfanne, in welcher jene sich dreht) und der andere mit dem senkrechten Kupferstreifen in leitender Verbindung ist, der elektrische Entladungskreis bei jeder Umdrehung der Scheibe 36 Mal geschlossen und geöffnet wird. Dreht man die Scheibe schneller, z. B. 4 Mal in 1 Sekunde, so werden diese abwechselnden Schließungen und Öffnungen in demselben Verhältnisse vermehrt, so daß man deren leicht in 1 Minute gegen 10,000 erhalten kann. Wegen dieser raschen Abwechslungen kann man sich bei therapeutischen Zwecken des Instrumentes mit großem Vortheil

bedienen, um die Wirkung galvanischer Säulen auf die Nerven zu erhöhen und zu vervielfältigen, wenn man diese auf eine passende Art in den Entladungskreis einschaltet. Die Entladungsschläge treffen, bei einigermaßen rascher Umdrehung der Scheibe, den Körper mit solcher Schnelligkeit, daß die Muskeln eben so heftig und krampfhaft zucken, wie bei der Anwendung einer magneto-elektrischen Rotationsmaschine nach der von Ettingshausen angegebenen Einrichtung. (S. 98.) Der Anwendung des Blitzrades für magneto-elektrische Entladungen, namentlich zur Herstellung einer continuirlichen magneto-elektrischen Kraftäußerung ist S. 95. gedacht worden. — Eine besondere Art von Gyrotropen wird noch von August angeführt, um bei Elektromagneten die Umkehrung des Stromes ohne Verlegung der Zuleitungsdrähte zu bewirken (in Fischers Lehrb. der mech. Naturl., bearb. v. Dr. F. C. August, Berl. 1840, Bd. 2, S. 230.) und ein anderer von Pohl (in Pogg. Ann. Bd. 34, S. 185.), den er an seinem hydro-elektrischen Apparate für die durch diesen inducirte Elektrizität erfunden hat.

§. 98.

Stärkster magnet-elektrischer Rotations-Apparat von Ettingshausen's. Rieß's, Saxton's und Clarke's Maschinen. Allmähliche Kraftverminderung der magnet-elektrischen Apparate. Mittel, ihr wider aufzuhelfen.

Mit weit mehr Bequemlichkeit, als die Pyri'sche Maschine gewährt (S. 96.) und auf eine weniger kostspielige Art wird in einigen magneto-elektrischen Apparaten ein fast continuirlicher Strom von Funken dadurch erzeugt, daß nicht der Magnet, sondern der Anker, der zugleich eine andere Gestalt hat, mittelst eines Schwungrades vor den Polen des Magnets vorüber schnell um eine Achse gedreht wird. Auf diese Weise ist der bis jetzt bekannte stärkste Rotations-Apparat des Professors von Ettingshausen eingerichtet, der sich besonders zum Gebrauch für Aerzte eignet, und der in etwas abgeänderter Form in der neuesten Zeit von dem Professor Keil (aus München), dem als Besitzer eines Geheimnisses in Verfertigung künstlicher Magnete von starker Ziehkraft dem