

Seidenfaden, so daß die Enden des Drahtes an beiden Seiten etwas hervorstechen, und läßt dann den einfachen Funken eines Conductors oder den Schlag einer Leidner Flasche durch ihn gehen. Es wird dadurch die Nadel in einen Magnet mit zwei Polen, die an ihren Enden liegen, verwandelt. Pfaff versetzte eine $1\frac{1}{2}$ Z. lange Nadel, die er in die Höhlung einer Drahtspirale von 20 Windungen legte, durch einen einzigen schwachen Funken in den magnetischen Zustand. *Wib. Annal.* Bd. 69. S. 84. — Eine kleine Eisenplatte wird magnetisch, wenn man eine Leidner Flasche mehrere Mal hinter einander durch einen einfachen Messingdraht, der über sie gelegt ist, entladet — und bekommt zu beiden Seiten des Drahtes ihre Pole.

Wie durch Galvanismus, lassen sich auch durch den Entladungsschlag einer elektrischen Flasche, vermittelt einer Drahtspirale, sogenannte magnetische Folgepunkte in einer Stahlmadel hervorbringen. (S. 78.) Man erhält diese, wenn man eine etwas längere, nicht über 1 Linie dicke Stahlmadel in eine Glasröhre einschließt, um diese den Draht einige Zoll nach einer Richtung windet, dann fest bindet, ihn $\frac{1}{2}$ Z. mit der Achse parallel fortführt, ihn von Neuem fest bindet, dann wieder nach entgegengesetzter Richtung fortwindet u. s. w. — und hierauf den Schlag der Flasche durch die Windungen leitet. —

§. 89.

Der Magnetismus unter dem Einflusse der thierischen Electricität und anderweitiger elektrischer Proceffe.

Faraday, dessen neueste Untersuchungen an einem Zitteraal (*Gymnotus electricus*), die er zu London in Gegenwart mehrerer Gelehrten vornahm, schlagende Beweise für die Identität der Electricität der elektrischen Fische mit der auf andre Weise erregten liefern (S. 26.), wies durch gewählte Versuche auch den Einfluß dieser Art von thierischer Electricität auf die Richtung der Magnetmadel und überhaupt ihr elektromagnetisches Vermögen nach. Er bediente sich zu diesen Versuchen, um den Zustand der elektrischen Organe des Fisches untersuchen zu können, ohne diesen aus dem Wasser zu nehmen und dadurch abzumatten, einer besondern Art von Collectoren oder Conductoren, die in zwei 8'' langen und $2\frac{1}{2}$ '' breiten, sattelförmig gebogenen, Kupferplatten bestanden, an deren

jede ein (der Isolirung von dem Wasser halber mit Firniß überzogener) dicker Kupferdraht, zur Fortleitung der Elektrizität von dem Fische, angelöthet war. Jede dieser Kupferplatten war mit einer eben so geformten Decke von Federharzpappe bedeckt, die größer als die Platte selbst und an ihren Rändern einwärts gebogen war, so daß sie sich mit diesen fest an den Fisch anschmiegte. Eine in einem eben nicht sehr empfindlichen Schweigger'schen Multiplikator schwebende Magnetnadel wurde um 30—40° aus ihrer Richtung abgezogen, wenn die Enden der Drahtwindungen mit den beiden, aus dem Wasser hervorragenden, Drähten der beiden, in einigem Abstände von einander auf den Rücken des Fisches gehängten Sattelkollektoren in Verbindung gebracht wurden. Eine stählerne Nadel wurde magnetisch, als sie in eine, um einen Federkiel gewundene, Drahtspirale von 22 Fußes überspannenem Kupferdraht gelegt wurde, deren freie Enden mit den Kupferdrähten der beiden Sattelkollektoren communicirten *). N. Notizen, Febr. 1838, No.

*) Denselben Apparat benutzte Faraday, um Funken aus dem elektrischen Fische zu ziehen. An das Ende einer Drahtspirale mit einem Kern von weichem Eisendrahte, die mit ihrem andern Ende an dem einen Sattelkollektor hing, war eine neue Stahlfeile befestigt und eine gleiche an dem andern Sattelkollektor. Sobald die Spitze der einen Feile an der Fläche der andern gerieben wurde, während die beiden Kollektoren auf dem Rücken des Fisches lagen und dieser zu einer elektrischen Entladung gereizt wurde, entstanden helle Funken, indem durch dieses Aneinanderreiben einerseits der richtige Moment der elektrischen Strömung von dem Fische durch den Draht und den Multiplikator erfaßt und anderseits durch die dabei statt findende Unterbrechung des Kontakts der Funke sichtbar wurde. Ähnlicher Art ist die Armatur, die Faraday anwendet, um elektrische Schläge aus dem Fische zu locken. An das eine Ende eines 15" langen Kupferstabes ist eine 1½" breite Kupferscheibe und an das andere ein Kupfercylinder angelöthet, der der Hand als Griffel dient und dieser eine möglichst große Berührungsfläche darbieten soll. Um beim Auflegen der Scheibe auf den Fisch den Kupferdraht von dem Wasser zu isoliren, ist dieser mit einer dicken Röhre von Federharz umgeben. Mit Hülfe zweier solcher Scheiben-Kollektoren konnte er ganz bequem die Wirkung des elektrischen Schlages des Fisches auf den Körper wahrnehmen, wenn er die Scheiben in einiger Entfernung von einander auf den Fisch aufsetzte und die Cylindergriffe derselben mit nassen Händen faßte. (S. 26.) — Von Schönbein sind die Faraday'schen Kollektoren auch zur

100 u. flg. und Decemb. 1839, No. 259 u. flg. Aus der Richtung, in welcher in Faraday's Versuchen die Nadel in dem Galvanometer abweicht, und aus der Lage der Pole, welche die von der Elektrizität des elektrischen Fisches magnetisch gemachten Eisennadeln annehmen, erhellt, daß die Richtung des elektrischen Stromes in dem Fische stets von dem Kopfteile desselben nach dem Schwanz geht. Hiervon überzeugen auch die Beobachtungen über das elektrochemische Vermögen des Fisches. Faraday zerlegte eine Lösung von Jodkalium, indem er damit benäßtes Papier mehrfach zusammenlegte und dieses zwischen eine Platte von Platin und das Ende eines Drahtes von demselben Metalle brachte, die beide zu den auf den Rücken des Fisches gehängten Sattel-Kollektoren gingen. Die Lösung wurde zerlegt und an dem Platindrahtende Jod ausgeschieden, aber nur dann, wenn der Draht mit dem auf dem Vordertheile des Fisches liegenden Kollektor communicirte; mit dem hintern Kollektor in Verbindung, zeigte er kein Jod. M. vergl. Schönbein in der unten angef. Schrift S. 40. Matteucci bemuht, bei Versuchen über die Kraft und die Richtung der elektrischen Entladung der Fische, ausser dem Galvanometer auch Froschpräparate als Elektroskope, deren Reaktionsvermögen für die leisesten elektrischen Ströme wir in S. 31. u. 33. kennen lernten. Man schneidet nach ihm den Frosch an der Stelle quer durch, wo die beiden Schenkel sich ansetzen, und läßt dann den elektrischen Strom des Fisches von einem Fuße zu dem andern streichen, wo derjenige, welcher sich zusammenzieht, die Eintrittsstelle des Stromes bezeichnet. Das Galvanometer, dessen Matteucci zu dem genannten Zwecke sich bedient, hat einen Multiplikator von 600 Windungen aus $\frac{1}{8}$ Linie dicken und doppelt mit Seide umhüllten

Darstellung der elektroskopischen Wirkung des Zitteraals angewendet worden. Der untersuchte Fisch war 40 Z. lang. Auf Kopf und Schwanz desselben wurde ein Kupfersattel gesetzt und die beiden langen Drähte derselben mit zwei metallenen Stiften in Verbindung gebracht, welche, isolirt von einander, in eine Glasglocke herabreichten und an ihren untern Enden mit zwei frei schwebenden Goldblättchen versehen waren. Die Goldblättchen zeigten Divergenz, und es sprang ein Funke zwischen ihnen über, durch den sie verbrannt wurden. Schönbein, Beobachtungen über die elektrischen Wirkungen des Zitteraals. Basel, 1841. S. 11.

und dann noch mit einem Firniß von Lackgummi überzogenen Kupferdraht. Die Nadel ist astatisch, und an die Enden der Drahtspirale sind Platinplättchen angelöthet, mit welchen, wenn damit die Richtung des Stromes ermittelt werden soll, über die verschiedenen Punkte des elektrischen Organes des Fisches hingefahren wird. Verlangt man noch genauere Resultate: so setzt man, um eine Störung der Untersuchung durch die gleichzeitige Entladung beider Organe zu beseitigen, das eine Organ außer Thätigkeit, indem man es durch Zerschneidung seiner Nerven zerstört, und experimentirt dann an dem unverletzten allein. *Bibliothèque universelle* 1837. XII. p. 174. Poggend. *Annal.* Bd. 38, S. 291.

Am Einfachsten ist das Verfahren, welches John Davy bei der Prüfung des Zitterrochenes auf seine Fähigkeit, unparteiischem Eisen Magnetieität zu ertheilen, einschlug. Er machte eine unmagnetische Nadel magnetisch, so daß sie Eisenfeilicht anzog u. s. w., dadurch, daß er sie in einen von 180 Schraubenwindungen eines feinen Kupferdrahtes (von nur $\frac{1}{3}$ Linie Dichte) gebildeten Cylinder von möglichst kleinem Durchmesser steckte, und das eine Ende der Spirale (nachdem er dieses mit einem dickern Drahte, womit er den Fisch zur Entladung reizen konnte, verbunden hatte) ohne weitere Armatur, mit der obern Fläche (dem Zink- oder positiven Pole der elektrischen Säule des Fisches), das andere mit der untern Fläche (dem Kupferpole) des Thieres berührte und diese Berührung einige Mal repetirte. Mit eben so wenig Umständen brachte er auch einen Ausschlag des Galvanometers zu Stande; — und diese Wirkungen traten selbst ein, wenn nur das eine Ende des (mit Siegellack überzogenen) Multiplikator-Drahtes unmittelbar an den Fisch und das andere 2 bis 3 Z. von ihm entfernt in das Wasser getaucht wurde. *Philos. Transact. for* 1832. Part. 2. u. for 1834. Part. 1. —

Nächst diesen offenbaren sich auch elektromagnetische Erscheinungen unter dem Einflusse natürlicher Elektricitäts-Erregung in der übrigen Thier- und in der Pflanzenwelt. So z. B. in dem von de la Rive beobachteten Magnetischen werden seiner Stahlnadeln, die in den thierischen Muskel in dem Augenblicke seiner Zusammenziehung eingestochen werden; ferner in der von Donné wahrgenommenen Ablenkung der Multiplikatornadel,

wenn die Enden der Drahtwindungen mit der äußern Hautbedeckung des thierischen Körpers und zugleich mit der Schleimhaut der Mundhöhle in Verbindung gesetzt, oder in zwei sich diametral entgegengesetzte Stellen (das Kelch- und Stielende) einer Kern- oder Steinfrucht gesteckt werden. (S. 27.) Weber sah, wie selbst durch die, die Contraction eines Muskels begleitende thierisch-elektrische Strömung, wenn diese an einem aus weichem Eisen bestehenden Stabe nahe hingeleitet wurde, eine in der Nähe des letztern befindliche Magnetnadel in Bewegung gesetzt wurde; und bahnte durch Experimente dieser Art den Weg zu einer neuen und zuverlässigern Untersuchungsmethode der in dem lebenden Körper vorhandenen elektrischen Strömungen, bei welcher die thermoelektrischen Erscheinungen ausgeschlossen bleiben, welche durch die Erwärmung der mit den thierischen Theilen in Verührung gebrachten Metalle des Galvanometers, in den dahin einschlagenden Versuchen Donné's und Auderer (S. 27.) leicht entstehen, und die Wichtigkeit der Wahrnehmung verwirren können.

Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Auct. Ed. Weber, Lips. 1836. Ob die von dem Prof. Folchi (zu Rom) in dem Rückenmarke frisch geschlachteter Thiere wahrgenommenen elektrischen Ströme hierher zu zählen, oder nicht vielmehr thermo- oder hydro-elektrischen Ursprungs sind, muß so lange bezweifelt werden, als nicht auf anderm Wege gewonnene unlängbare Beweise für die Existenz solcher Ströme in den thierischen Nerven aufgefunden werden. Folchi theilte seine Entdeckung in einem Schreiben an Esquirol mit. Er ließ ein großes Kalb dadurch tödten, daß demselben mit einem zwischen das Hinterhaupt und den Atlas eingestochenen Messer der Kopf abgeschnitten wurde; und brachte das eine mit einer kleinen spitzen Scheibe von Silber versehene Ende des Silberdrahtes eines Galvanometers an die weiße Substanz des Rückenmarkes, und das mit einem eben so beschaffenen Scheibchen versehene andere Ende des Drahtes in den Mittelpunkt oder in die graue Substanz desselben. Die Nadel wich, einen schwachen Strom, der von dem äußern Theile des Rückenmarkes nach dessen Innern ging, anzeigend, um 6° nach Westen ab und blieb hier stehen; wurde der Draht von dem Rückenmarke entfernt, so fiel sie in ihre Lage zurück, die sie aber sogleich wieder verließ, wenn der Draht auf's

Neue angelegt wurde. Das Experiment gab bei Amaliger Wiederholung immer dasselbe Resultat, nur daß beim letzten Versuche die Nadel nicht um 6° sondern nur um 5° ausschlug. —

Daß magnetische Wirkungen von den schwachen Elektricitäten, wie sie im Kleinen bei chemischen Umänderungen in der Natur der Körper zu entstehen pflegen (S. 22.), ausgehen, davon hat die Bekanntschaft mit dem Galvanometer uns ebenfalls überzeugt. (S. 76.) Wir sehen dieselben wiederkehren, wenn in der großen chemischen Werkstätte, in dem Luftmeere, in welchem wir leben und welches wir einathmen, chemische Prozesse eingeleitet und Elektrometeore hervorgerufen werden. (S. 23.) So wird durch Blitze, die in Schiffe schlagen, der Compaß in seiner Richtung verändert oder wohl gar eine Umkehrung der Pole seiner Nadel bewirkt, und dadurch seine Brauchbarkeit als Führer in der pfadlosen Wüste des offenen Meeres für den Schiffer vereitelt. So haben Gewitter und Nordlichter stets Schwankungen der Magnetnadel im Gefolge u. s. w. Bringt man bei dem Herannahen einer Gewitterwolke eine hochstehende isolirte metallene Spitze mit dem einen Ende eines Galvanometers in Verbindung, während das andre Drahtende mit der Erde leitend verbunden ist: so macht sich der Conflict der atmosphärischen Elektricität mit dem Magnetismus durch Ablenkung der Nadel des Galvanometers offenbar. Peltier ermittelte so durch Versuche auch bei heiterm Himmel mittels eines Drachen, mit dessen 460 Meter langen Leine ein Multiplikator von 3000 Windungen in Verbindung stand, daß an heitern trocknen Tagen die atmosphärische Elektricität bis zu 100 Meter von der Erde nur langsam zunahm, daß aber von da an die + Elektricität mit großer Schnelligkeit sich bis zum Maximum der erreichbaren Höhe steigerte. Dr. Colladon untersuchte (zu Genf) die Elektricität einer vorüberziehenden Gewitterwolke, während sie sich entlud, mit einem Nobilischen Galvanometer, zu welchem er sie durch eine über den höchsten Blitzableiter des Observatoriums, wo er arbeitete, noch um einen Meter hinausragende Metallleitung (eine Auffangestange mit zwei Spitzen) geführt hatte, und fand in der durch die Ablenkung des Nadelpaares angezeigten elektrischen Strömung, daß die eingesaugte Elektricität negativ war.

Die eigenthümlichen elektro-magnetischen Phänomene, welche aus der Elektricitäts-Errregung durch Temperatur-Diffe-

renzen und durch Induktion elektrischer Ströme hervor-
gehen, werden an einem andern Orte abgehandelt. (III, S. 97. V,
S. 103. u. 109.)

§. 90.

Anwendung des Elektro-Magnetismus als Maschinen-
kraft. **Jakobi's** Maschine. **Störer's** und **Wagner's**
deßfallige Bemühungen. **Bachhoffener's** elektro-
magnetische Eisenbahnfahrts-Contrôle.

Die Bequemlichkeit, mit der durch galvanische Apparate in Eisen-
stäben die stärkste magnetische Kraft erweckt werden kann (§. 79.)
und die Möglichkeit, den so erzeugten Magnetismus eben so schnell
wieder aufheben oder in den entgegengesetzten umkehren zu können,
führten zu der Idee, die durch Elektromagnetismus im
Kleinen hervorgebrachten Rotationen im Großen in
der Technik anzuwenden, und statt der Dampfkraft und anderer
bewegender Kräfte zum Betriebe von Maschinen zu benutzen. Die in
dieser Beziehung im Laufe des letzten Decenniums von mehreren Phy-
sikern und Mechanikern unternommenen Versuche haben auch den
Erwartungen, die man von den Kraftäusserungen elektromagne-
tischer Bewegungsmaschinen hegte, in einer Weise entsprochen,
daß wir unstreitig die Einführung der elektromagnetischen Triebkraft
ins praktische Leben als eine der größten und bewundernswerthesten
Erfindungen unsers Jahrhunderts und als den Anfang einer neuen
Ära in der Mechanik bezeichnen, und uns der Hoffnung überlassen
dürfen, daß durch dieselbe die Anwendung der eben so kostspieligen
als gefährlichen Dampfkraft, als der jetzt gebräuchlichsten Maschinen-
kraft, immer mehr eingeschränkt und endlich ganz verlassen werden
wird.

Der erste Versuch einer gelungenen praktischen Anwendung
des Elektromagnetismus als Bewegungskraft ist von dem
Professor **Jakobi** (in Petersburg), dem Erfinder der Galvanoplastik,
ausgegangen. Die Einrichtung seines Apparates, den er in einem
besondern Werke: „*Mémoire sur l'application de l'Electromag-
nétisme au mouvement des machines* (Potsd. 1835)“ beschreibt,
gründet sich, wie die aller nachherigen, auf das Gesetz der wechselseitigen
Anziehung und Abstoßung zweier Eisenstäbe, die durch einen