© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wissenschaftliche Mittheilungen.

Ueber organische Elektricitätsentwickelung

Von

Heinrich Wallmann.

Die elektrischen Phänomene werden gewöhnlich in zwei grosse Gruppen geschieden, welche nach der alten gangbaren Ansicht Reibungselektricität und Galvanismus genannt wurden. Die Eintheilung sollte dem Wesen der Elektricität zu Folge eigentlich in die Namen: Elektricität im Zustande der Spannung (statische Elektricität), und Elektricität im Zustande der Strömung umgewandelt werden. Man leitet nämlich gegenwärtig die elektrischen Erscheinungen von zwei eigenthümlichen, gewichtlosen Flüssigkeiten ab, welche zu einander und zu den wägbaren Stoffen eine gewisse Verwandschaft zeigen. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass die zwei hypothetischen imponderablen Fluida (+ E und — E) eigentlich nur Symbole sind, und heutzutage wohl von keinem Forscher mehr als eine Wesenheit betrachtet werden. Diese elektrischen Fluida sind entweder neutral, d. h. so innig gegenseitig durchdrungen, dass eine räumliche Trennung der beiden verschieden elektrischen Fuida nirgends stattfinden kann; oder sie sind getrennt d. h. die elektrischen Atome sind so gelagert, dass die positive und negative Elektricität an räumlich geschiedenen Stellen zum Vorschein kommt. Nur im Zustande der Trennung, wo die Elektricitäten entweder ruhig — gespannt, (statische E) oder bewegt — strömend (strömende E) auftreten, können sie den Ponderabilien Bewegungen mittheilen. Soll die ruhige Elektricität Bewegung einleiten, so muss sie auf irgend einer elektrisch isolirten wägbaren Materie angesammelt sein, und ihr in einer bestimmten Entfernung die gleiche oder entgegengesetzte, im selbem Zustande aber befindliche Elektricität genähert werden. „Indem sich dann die gespannten Elektricitäten zu nähern oder zu entfernen streben, ziehen sie ihre materiellen Lagerstätten mit sich.“ Diese Art von bewegender Wirkung findet in dem thierischen Organismus selten Praxis z. B. bei getrockneten Haaren.

Wichtiger sind die in Bewegung begriffenen, getrennten elektrischen Fluida — die sogenannten elektrischen Ströme. Ihren Quellen nach theilt man sie in Thermo-, Inductions- und galvanische Ströme, von welchen wieder die galvanischen oder hydroelektrischen Ströme für unsere Zwecke von Gewicht sind. Ein galvanischer Strom kommt dann zu Stande, wenn die Einrichtung z. B. so getroffen wird, dass zwei elektromotorisch wirksame Stoffe mit den nach oben gerichteten Enden in der umgebenden Atmosphäre sich berühren, während sie mit den anderen Enden in eine continuirliche Flüssigkeit tauchen, die unter dem Einflusse der Elektricität zerlegbar

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ist. Die Ursache eines unter solchen Umständen circulirenden Stromes wird von verschiedenen Naturforschern verschieden erklärt. Der strenge Contactelektriker z. B. findet mit seiner Hypothese, obgleich sie die Möglichkeit einer derartigen Strömung und die hieher bezüglichen Thatsachen zu erklären vermag, wegen des Principes des ewigen Stromumlaufes und der fast gar nicht respectirten bewegenden Kraftquelle wenig Anklang. Besser möchte vielleicht folgende Hypothese taugen. Die über die Berührungsgrenzen der Atome hinauswirkenden Anziehungen und Abstossungen kommen wohl wahrscheinlich in Folge der Umsetzung und Verbindung chemischer Agentien zu Stande; und durch diese in die Ferne ausgeführten Wirkungen werden die angezogenen und abgestossenen elektrischen Atommassen bewegt, und diese Bewegung auf andere ursprünglich indifferente Stoffe übertragen, und die gesuchte Kraftquelle möchte die eine oder die andere der beim hydroelektrischen Strome stattfindenden chemischen Umsetzungen sein; so, dass kein elektrischer Strom ohne Zersetzung denkbar ist. Unter andern Umständen kann auch dieselbe chemische Umsetznng Wärme entwickeln. Freilich ist der Beweis für diese Art der Einleitung des elektrischen Stromes durch chemische Umsetzung noch nicht geliefert; jedoch ist anzunehmen, dass der einmal eingeleitete Strom auf die verschiedenartigste Weise eine Bewegung materieller Theilchen entwickeln kann.

Luigi Galvani, Professor der Anatomie in Bologna (geb. zu Bologna im J. 1737) ist der Entdecker der organischen oder thierischen Elektricität; nicht aber der Contactelectricität, welche gewöhnlich aber fälschlich Galvanismus (eigentlich Voltaismus) heisst. Die Geschichte der Entdeckung soll folgende sein: Im Hörsale des Prof. Galvani in Bologna berührte ein Zuhörer mit dem Messer die Schenkelnerven eines enthäuteten Frosches in dem Augenblicke, als ein anderer Zuhörer aus einer in der Nähe stehenden Elektrisirmaschine Funken zog. In demselben Momente zuckte der todte Frosch; und zwar jedesmal dann, wenn der Funke herausschlug und der Frosch mit einem Leiter berührt wurde. Galvani, darüber sogleich in Kenntniss gesetzt, wiederhohlte dies Experiment, und fand es bestätigt. Diese so hochwichtige Entdeckung wurde im J. 1786 gemacht. Galvani argumentirte so: Der lebende Frosch zuckt mit den Schenkeln, wenn er will, der todte, wenn in der Nähe ein elektrischer Versuch angestellt wird. Hierauf untersuchte er diese Erscheinung während eines Gewitters; und später suchte er die Wirkung der atmosphärischen Elektrität auf den Froschschenkel zu ermitteln, indem er das Rückenmark eines Frosches mit einem Draht durchbohrte; und in dem Augenblicke, als er den zu einem Hacken umgebogenen Draht an das eiserne Gitter seines Gartens befestigte, und der Froschschenkel das Geländer berührte, zuckte der Frosch. Er wiederhohlte diese Versuche auch in seinem Zimmer und fand das Gleiche. Galvani war der Ansicht, der Froschschenkel sei mit einer Leydner Flasche zu vergleichen; die Nerven sind die

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

innere Belegmasse, das Muskelfleisch die äussere; bringt man beide leitend in Verbindung, so entstehe die Entladung. Allein diese Argumentation ist irrthümlich; denn die ebengenannten Phänomene beruhen auf dem sogenannten Rückschlage. Die Froschschenkel waren nehmlich geladen, und weil die Elektricität im Conductor bei der Entladung die Vertheilung der elektrischen Atome änderte, so musste dies auch im Froschschenkel geschehen, worauf die Zuckung erfolgte. Da Galvani auch Zuckungen bekam, wenn er ohne Beihilfe des Conductors durch einen blossen Schliessungsdraht Nerv und Muskel verband, so glaubte er, dass das Gehirn der Thiere eine eigenthümliche Elektritätsquelle sei, welche durch die vom Gehirne auslaufenden Nerven im ganzen Körper verbreitet werden könne. Die hieher bezüglichen Versuche veröffentlichte Galvani erst im J. 1791 in der berühmten Schrift: *De viribus electricitatis in motu musculari Commentarius.* „Der Sturm, den das Erscheinen des Commentars in der Welt der Physiker und Aerzte erregte, kann nur mit dem Orkan verglichen werden, der zu jener Zeit (1791) am politischen Horizonte Europa's herandonnerte. Die Aufregung war insbesonders in Italien grossartig; überall, wo man Frösche und zwei ungleichartige Metallstücke auftreiben konnte, wurden diese wunderbaren Experimente nachgemacht. Die Aerzte meinten die Lebenskraft endlich aufgefunden zu haben; und hielten keine Krankheit mehr für unheilbar; und wenigstens scheintodt konnte Niemand mehr begraben werden; der vorher galvanisirt worden ist. Mitten in diesem geistigen Aufruhr trat Alessandro Volta, Professor der Physik in Padua (geb. zu Como im J. 1745; starb 1827) „ein unbegreifliches Talent" gegen Galvani mit seiner Contactthcorie auf, und verfocht sie mit Glück. Die Ursache der Elektricität sucht Volta nicht im thierischen Körper (wie Galvani meint), sondern ausserhalb desselben. Auch Alex. von Humboldt tritt bei dem bedenklichen Stande der thierischen Elektricität für diese in seinem berühmten Werke: Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Berlin 1797 — in die Schranken. Da erhoben sich die Mediciner, wie ein Mann, gegen Volta; denn sie wollten sich ihre gefundene Lebenskraft nicht wieder entreissen lassen. Endlich gelang es Galvani, um seine Theorie aufrecht zu erhalten, einen elektrischen Strom auch ohne Metall hervorzurufen; indem er den Schenkel zum Zucken brachte, wennn er den Nerven mit dem Muskel durch Zurückbiegung des Fusses in Berührung brachte, ohne eine metallische Leitung in Anwendung zu bringen. Und das ist die wichtige Entdeckung der thierischen Elektricität. Der leidenschaftliche Kampf zwischen Volta und Galvani dauerte noch fort; Galvani war es nicht mehr gegönnt, die zu Ende des J. 1799 von Volta construirte Säule — die ewige Denk- und Ehren-Säule Volta's — bewundern zu können. Galvani starb am 4. December 1798. Volta löste somit ein Räthsel, dass die ewige Sphynx — die Natur — den Forschern schon lange als Auflösung vorlegte. Als Napoleon die wun-

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

derbaren Wirkungen der Volta'schen Säule zum ersten Mal sah, sagte er zu Corvisard: Voila, l'image de la vie! und setzte einen Preis von 100,000 Franken für eine ähnliche Entdeckung aus. Der erfochtene Sieg Volta's drängte Galvani's thierische Elektricität in den Hintergrund; und sie musste zeitweilig von dem Schauplatze abtreten. Im J. 1819 hat Joh. Christ. Oersted, Prof. in Copenhagen, bei einer Vorlesung zufällig die Ablenkung der Magnetnadel durch den galvanischen Strom entdeckt — d. i dass der Schliessungsdraht der galvanischen Säule ein Magnet wird — der Entdeker des Elektromagnetismus; was bald zur Construction des Multiplicators, der zuerst von Schweigger in Halle erfunden, führte. Die Tragweite der Entdeckung des Elektromagnetismus ist unbemessbar; praktische Anwendungen des Elektromagnetismus von hohem Belang liegen vor, z. B. das Problem des Kaisers Karl V. beliebig viele Uhren gleichgehend zu erhalten, kann man z. B. in den grossen Fabriken Englands gelöst finden; und wem ist wohl nicht Amperè's wundervolle Entdeckung des elektromagnetischen Telegraphen bekannt? u. s. w. Im J. 1827 zeigte Nobili zuerst die elektromagnetische Wirkung des Froschstromes „la corrente propria della rana" und huldigte der Ansicht, der Froschstrom sei thermoelektrischen Ursprunges, erregte aber wenig Aufsehen. Nobili gab durch Anwendung der Amperè'schen, astatischen Doppelnadel dem Multiplicator eine ungewöhnliche Empfindlichkeit. C. Matteucci fasste die wichtige Bedeutung des Froschstromes für die organische Physik schon besser auf; allein ihm war zu sehr darum zu thun, mit seinen Beobachtungen recht viel Lärm in der Welt zu machen; und Du Bois' strenge Kritik gegen Matteucci steht gerechtfertigt da.

Im J. 1837 und 1838 publicirte Matteucci seine ersten Studien über Froschstrom und Zitterrochen.

Im J. 1844 veröffentlichte C. Matteucci zu Paris seine späteren Studien in der Schrift: „Traité des phénoménes électrophysiologiques des animaux;" und öffnete somit das Thor zu neuen Forschungen.

Im J. 1842 trat ein Mann auf, der zuerst der organischen Elektricität eine Stellung erwarb, dass sie sich würdig den andern Wissenschaften an die Seiten stellen darf. Dieser grosse Mann ist der in Berlin lebende Gelehrte, Emil du Bois-Reymond, welcher seine ersten bedeutungsvollen Untersuchungen über den Froschstrom und die elektromotorischen Fische in Poggendorffs Annalen (Jäner 1843) in einem vorläufigen Abriss ankündigte, und dann im J. 1848—49 seine jahrelangen, grossartigen Beobachtungen in einem grösseren, aber leider noch nicht vollendeten Werke: „Untersuchungen über thierische Elektricität, I. und II. Bd. 1 Abthl. Berlin 1848—49' — niederlegte; „das durch Tiefe und Reichthum des Gedankens, und durch Umfang der Bemühungen in der physiologischen Literatur den ersten Rang einnehmen dürfte." Nach Du Bois beruhen die Erscheinungen der thierischen Elektri-

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

cität meistentheils auf elektromotorischen Strömen. Früher hat man viele Erscheinungen, die nicht näher zu enthüllen waren, der Elektricität in die Schuhe geschoben.

Im Pflanzenreiche wurde das Leuchten der Blüthen einiger Pflanzen z. B. Tropaeol. maj., Lilium bulbif.; Helianth. etc. von einem elektrischen Process abgeleitet u. s. w.

Im Thierreiche hat man das Leuchten der Augen gewisser Thiere z. B. Katze, Wolf u. s. w. auf Kosten der thierischen Elektricität erklärt.

Auch von Menschen erzählt man hieher gehörige räthselhafte Thatsachen. Der Rheumatismus war z. B. nach alter Ansicht ein elektrisches Gewitter im menschlichen Körper. Ja es sollen sogar Menschen existiren, die Funken von sich geben, im Dunklen leuchten u. s. w. Ein gleiches Aufsehen erregte die elektrische Dame zu Oxford, von der du Bois trefflich sagt: „entweder ist das ein Mährchen, oder es muss noch einen derartigen pathologischen Process geben.“

Saussure betrieb die Sache schon wissenschaftlicher, indem er bekleidete Menschen auf dem Isolirschämel stehend bezüglich der Elektricität untersuchte, wobei er die Körperoberfläche mit dem Condensator positiv elektrisch fand; setzte aber die Bemerkung bei, dass diese Elektricität vielleicht durch Reibung der Kleider mit der Haut entstanden sein mag. Ahrens untersuchte im J. 1845 entkleidete Menschen, und fand Saussuré's Versuche bestätigt. Nasse jun. hat mit und ohne Isolirschämmel mittelst eines Elektroskops die früheren Resultate erzielt. Die meisten aus dem Thierreiche angeführten hieher bezüglich Facta gehören in das Gebiet der statischen Elektricität; indem die genannten Phänomene wohl grössten Theiles durch Reibung zweier schlechter Leiter an einander hervorgerufen werden z. B. An- und Ausziehen des Hemdes, Sträuben der Haare mit der darüber streichenden Hand u. s. w., und um so deutlicher hervortreten. je niedriger die Temperatur ist; bei 0^0 aber verlieren sie an Deutlichkeit. Betreten wir nun das interessante Gebiet der Elektricität im Zustande der Strömung.

Hier finden wir sogleich merkwürdige Beispiele, ich meine die elektrischen Fische; diese sind gewisser Massen lebendige Elektrisirmaschinen; und diese Ansicht ist nicht so barok, als man von Vornherein glauben möchte. Die elektrischen Fische sind im Stande, bei deren Berührung die heftigsten Schläge auszutheilen, können Thiere betäuben und sogar tödten. Es ist freilich sonderbar, sich eine lebendige Elektrisirmaschine vorzustellen, und so Mancher schüttelt den Kopf dabei und will das Zeug nicht recht begreifen. Bei dieser Gelegenheit will ich zur Aufklärung des Gesagten folgende Begebenheit mittheilen: Als ein deutscher Physiker die Adelaide-Gallerie zu London besuchte, und sich von dem dort befindlichen, einzigen in Europa lebenden elektrischen Fische (einem Zitteraal, der im J. 1842 erblindete und zu Grunde

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ging) Schläge geben liess, die seinen Körper ganz erschütterten, — trat eine Dame hinzu mit der Frage, was er wohl mache? worauf der Physiker ihr sagte, dass er sich von dem Fische electrische Schläge geben lasse. Und das ist des Gentlemans eigene Erfindung? fragte sie ganz naiv weiter; die Dame war nämlich der irrigen Meinung, der Physiker habe erst den Fisch diese Kunst gelehrt; diese ihm zugemuthete Ehre musste er natürlich von sich ablehnen. —

Elektrische Fische existiren aber in der That; man nennt sie auch Zitterfische; darunter sind vorzüglich bekannt die Zitterrochen aus dem Mittelmeere, der Zitteraal in Südamerika, und der Zitterwels im obern Nil Egyptens.

Untersuchen wir vorerst den Bau des elektrischen Zitterrochen — Torpedo, von welchem mehre Species (z. B. F. Narke) bekannt sind. Walsh machte im J. 1772 zuerst Versuche an ihm, und Hunter gab im J. 1773 die erste genauere Beschreibung dieser elektrischen Fische; seit ihm haben sich Anatomen und Physiker damit beschäftigt; insbesonders hat Rud. Wagner in Göttingen zur genauern Kenntniss der feineren anatomischen Structurverhältnisse der elektrischen Organe des Zitterrochen das Meiste beigetragen. Man findet beim Zitterrochen auf beiden Seiten des Rückgrats in der vorderen Körperfläche unmittelbar unter der Haut zwei elektrische Organe, welche bei allen Zitterfischen einen ziemlich übereinstimmenden Bau besitzen, und als elektromotorische Apparate zu dienen scheinen. Sie bestehen aus übereinanderliegenden, unregelmässigen, sechsseitigen Prismen oder Säulen von 1—1,5''' Dicke, variabler Länge; und sind durch Scheidewände von einander getrennt. Jede dieser Säulen besteht wieder aus übereinander geschichteten Plättchen wie etwa übereinandergelegte Geldstücke (Geldrollen), zwischen welchen eine gallertartige Masse eingelagert ist. Die trennenden Membranen und Plättchen zeigen unter dem Mikroskope auf ihren beiden Oberflächen zellige Ueberzüge, welche parallel mit der Oberfläche verlaufende Verzweigungen von Nerven und Gefässen enthalten. Beim Zitterrochen findet man durchschnittlich 470, ja bei einem grossen Exemplar sogar 1182 Säulen, welche vom Rücken gegen den Bauch hin gelagert sind, und die in den Säulchen verlaufenden Nervenzweige vereinigen sich zu vier grossen, zum Gehirn aufsteigenden Nervensträngen. Aus der Beschreibung ersieht man schon, dass diese elektrischen Apparate einer galvanischen Säule nicht unähnlich sind. Die Natur scheint den Zitterfischen den elektrischen Apparat theils als Waffe zur Vertheidigung, theils als Werkzeug gegeben zu haben, kleinere Fische durch ihre Schläge zu betäuben und sodann als Beute zu fangen, sie können sich zwar willkührlich, aber nicht nach jeder beliebigen Richtung entladen. Der eben gefangene, frische Zitterrochen kann 60—70 Schläge in der Minute austheilen; durch häufige wiederhohlte Schläge ermattet er endlich, und in einem solchem Zustande kann man bei ihm keine Spur einer Elektricität auffinden; hat er aber

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wieder ausgeruht und durch genossene Nahrung sich gestärkt, so wird er wieder fähig, Elektricität zu entwickeln. Man hat früher diese Fische mit Leydner Flaschen verglichen; besser wäre wohl der Vergleich mit galvanischen Säulen. Der Zitterrochen kann sogar Funken von sich geben; die Magnetnadel des Multiplicators ablenken, Jodcalium zersetzen u. s. w. Faraday hat sogar Drähte durch den Entladungstrom elektrischer Fische erhitzt. Der Strom geht immer positiv vom Rücken durch den Schliessungsdraht des Multiplicators zum Bauche über, hiemit präsentirt die Rückenseite den + Pol, und die Bauchseite den — Pol eines Säulchens, und die elektrischen Organe werden sonach durch den Nerveneinfluss momentan in galvanische Säulen metamorphosirt. Selbst todte Zitterfische bewirken durch Reizung der betreffenden Nerven eine Magnetnadelablenkung. Wie das geschehe, ist noch nicht genau ermittelt.

Der Zitteraal oder Suriman'sche Aal (Gymnotus electricus), der mächtigste der bekannten Zitterfische, wird in den Landseen Amerikas und an den Nebenflüssen des Orinoko hauptsächlich angetroffen, und besitzt vier elektrische Organe, wovon zwei auf beiden Seiten der Wirbelsäule, und die zwei andern kleineren darunter liegen. Ihre Richtung geht bandartig vom Vorderleibe zum Schwanzende, und dieselben werden von zahlreichen aus dem Rückenmarke kommenden Nervenfäden versorgt. Die einzelnen Säulchen sind bei diesen länger, als beim Zitterrochen; und seine Schläge sind sehr intensiv. Der Zitteraal wird auf folgende Weise gefangen. Die Fischer treiben zuerst eine wilde Pferdeheerde in den Teich und umstellen diesen; und nachdem die Zitteraale durch die an die Pferde häufig ausgetheilten Schläge sich entkräftet und ermattet haben, werden sie ohnmächtig gefangen. Bei dieser Gelegenheit geschieht es oft, dass Pferde durch die heftigen Schläge betäubt — ertrinken. Die vorderen Theile des Säulchens sind negativ, die hinteren positiv elektrisch. Von jedem Säulchen gehen ins Wasser Strömungscurven aus, die das Maximum der Intensität im Mittelpunkte eines Kreises erreichen, dessen Peripherie der Fisch selbst durch Zusammenbiegung des Leibes bildet. Dessen scheint sich auch der Fisch bewusst zu sein; denn man hat die Beobachtung gemacht, dass, wenn der Aal einen kleinen Fisch mit einem Schlage erbeuten will, er in Form eines Ringes seinen Leib rasch um die Beute zu biegen trachtet. —

Der Zitterwels — Malapterurus electricus — kommt am obern Nil vor, und besitzt zu beiden Seiten des Körpers, unmittelbar unter der Haut ein elektrisches Organ, das wie bei Torpedo gebaut ist. Er ist noch wenig untersucht worden.

Ebenso wenig sind Tetrodon elektr. und Trichiurus bezüglich ihres elektrischen Verhaltens untersucht. Es sind auch andere Fische noch bekannt, die ein mit dem elektrischen Organe eines Zitterfisches morphologisch ähn-

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

liches Gebilde besitzen, aber keine Elektricität entwicken. Diess soll bei den meisten Rochen der Fall sein. —

Unter den allgemeinen Erscheinungen von elektrischen Strömen, die in der gesammten Thierwelt nachzuweisen sind, werde ich vorzugsweise den elektrischen Muskel- und Nervenstrom mehr hervorheben. Man fand nehmlich, dass im lebenden Muskel und Nerv unter bestimmten Verhältnissen sich elektrische Ströme entwickeln.

In der neuesten Zeit hat die Physiologie unter andern sogenannten Nervenfunctionen besonders eine Reihe von Manifestationen der Nervenaction genauer kennen gelernt; ich meine hier den Nervenstrom, der sich durch gewisse Wirkungen auf die Magnetnadel kundgibt.

Die mikroscopische Anatomie des Nerven ist in Wesentlichen diese: Ein jeder Nerv besteht aus einer gewissen Menge von Nervenprimitivfasern oder Nervenröhren. Ein solches primitives Nervenrohr — frisch untersucht — erscheint beim durchfallenden Lichte wasserhell gleichartig mit einfachen Contouren, bei Beleuchtung von oben opalartig-glänzend, ohne Differenzirung der Bestandtheile. Bei Anwendung physikalischer und chemischer Agentien lassen sich verschiedene Formelemente erkennen. In Rücksicht der durch Zerlegung ersichtlich werdenden Elemente theilt man die Nervenröhren in markhaltige und marklose. Erstere bestehen aus einer elastischen, zarten und wasserhellen Röhrenwandung — Nervenhülle oder Nervenscheide, — innerhalb welcher eine zähflüssige ölartige, der Scheide enganliegende Masse — das Nervenmark oder die Markscheide — sich befindet, in welcher von Mark umflossen ein drehrunder oder leicht abgeplatteter Streifen — der Axen-Cylinder oder Achsenfaser — eingebettet ist. Die marklosen Nervenröhren bestehen aus einer manchmal mit Kernen besetzten Nervenscheide, und einem innerhalb dieser befindlichen Axencylinder; es fehlt mithin ihr das Nervenmark, daher der Name. Ob im lebenden Nervenrohr auch die soeben geschilderten Formbestandtheile in der angegebenen Weise existiren, und wie sie sich lebend verhalten, darüber herrscht noch Zweifel.

Was nun die elektrischen Eigenschaften der Nerven anbelangt, so verdanken wir ebenso interessante als bedeutungsvolle Aufschlüsse einzig und allein dem berühmten Emil du Bois-Reymond. Zur Erforschung der elektrischen Nervenerscheinungen bedient man sich des elektrishen Multiplicators und des stromprüfenden Froschschenkels. Du Bois gebraucht zu diesen Versuchen einen Multiplicator mit einer astatischen Nadel und einem sehr langen und dünnen Regulatordraht (für Erforschung der Nervenelektricität verlangt Du Bois 11000 Umgänge eines feinen, möglichst eisenfreien Kupferdrahtes.) Nun hat Martin Ohm, damals in Berlin, im J. 1827 die berühmte Formel aufgestellt: $S = \frac{E}{W}$ d. h.

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Stärke eines elektrischen Stromes (S) steigt gerade zu mit dem Werthe der ihn erregenden elektromotorischen Kraft (E), und nimmt ab gerade im Verhältnisse der Widerstände (W), den die bewegte Elektricität auf ihren Bahnen findet. Der Nerv besitzt grosse Leitungswiderstände. Für hinreichende Empfindlichkeit und Beweglichkeit sorgte Du Bois dadurch, dass die Nadel in magnetischen Meridian gebracht wird, und der Nordpol auf dem Nullpunkte des graduirten Multiplicators steht. Berührt man nun den Schliessungsdraht mit nassen Händen, so zeigte die Nadel sogleich durch diese Oxydation einen Ausschlag von 90°. Um das zu hindern, löthet Du Bois schmale Platinstreifen an die Drahtenden, und jede derselben wurde in zwei Becher mit concentrirter Kochsalzlösung getaucht. Damit aber weder chemischen Zersetzung noch Contactwirkung das Experiment störe, wurden ausserdem mit Kochsalzsolution getränkte Bäuschchen von Fliesspapier in die Gefässe eingesenkt; die freien Enden dieser Bäusche über den Gefässrand heraufgebogen, und mit einem dritten ähnlichen Bausch geschlossen. Und damit der auf die von Kochsalz durchfeuchteten Bäuschchen gelegte Nerv von Kochsalz nicht zerstört werde, wird ein mit Hühnereiweis stark durchtränktes Stück Schweinsblase auf jeden Bausch gelegt. Der stromprüfende Froschschenkel ist ein enthäuteter Unterschenkel, dessen zugehörige Nervenstämme möglichst weit gegen ihren Ursprung hinauf frei präparirt sind. In diesem Zustande muss der Multiplicator so lange geschlossen bleiben, bis die Nadel ruhig auf 0° steht. Und jetzt erst können Versuche angestellt werden. Wird nun das letzte Bäuchchen mit einem lebenden Nerv oder Muskel vertauscht, so entsteht sogleich ein Ausschlag. Gehen wir nun über zu den Erforschungen Du Bois'.

Jener Zustand des Nerven, wo er weder Empfindung, noch Bewegung, noch Absonderung im lebenden Organismus erzeugt, heisst der ruhende Nervenstrom. Der elektrische Nervenstrom kommt zu Stande, wenn das eine Papierbäuschchen mit dem Längenschnitt, das andere mit dem Querschnitt des Nerven in Berührung steht. Die Richtung der Ströme geht immer durch den Multiplicatordraht von dem Längenschnitt zum Querschnitt, und im Nervenrohr selbst vom Querschnitt zur Oberfläche (Länge). Die um den Aequator gelegenen Theile der Nervenoberfläche verhalten sich positiv gegen die nach den Enden gelegenen; und diese wieder positiv gegen den Querschnitt. Die Zunahme der Länge und des Querschnitts des Nerven steigert die Stromintensität nach einem noch unbekannten Gesetze. Der Strom ist am stärksten an frischen Nerven eines lebenskräftigen wenig angestrengten Thierleibs wahrnehmbar, und hört auch in einem Nerven auf, welcher seine Muskeln nicht mehr in Zuckungen versetzen kann; und dauert nach dem Leben nur kurze Zeit an.

Die gefaserten Nerventheile beginnen von dem Centrum gegen die Peripherie

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

abzusterben. Der erregbare Nerv stellt mithin eine Säule oder Röhre dar, dessen + Pol gegen den Längenschnitt; dessen — Pol gegen den Querschritt gerichtet ist.

Wird nur ein Theil der Länge eines Nerven dem elektrischen Strome unterworfen, so heisst diess elektrische Verhalten des Nerven sein elektrotonischer Zustand, dessen Stärke mit dem eingeschalteten Längenstück wächst.

Vom elektrischen Gesichtspunkte aus betrachtet stellt der Nerv ein Gebilde dar, das aus irgend wie gebauten elektrischen Molekeln besteht, die in verschiedenen physiologischen Zuständen verschiedene Stellungen einnehmen. Im ruhigen Zustande des Nerven sind je zwei dieser Molekeln mit ihren gleichnamigen Enden einander zugewendet, „so dass aus beiden scheinbar ein Gebilde mit einer positiven Zone und zwei negativen Polen entsteht.“ Diese elektrische Anordnung der Nervenmolekeln heisst peripolarer Zustand. Im elektrotonischen Zustande zeigen die Molekulen sich immer die ungleichnamigen Pole zugekehrt, diese Anordnung wird dipolarer Zustand oder säulenartige Polarisation genannt.

Und in der That leistet die Vorstellung dieser Anordnungsweise der Nervenmolekeln allen gefundenen Thatsachen Genüge.

Jener elektrische Zustand des Nerven, während welches er Empfindung, Muskelbewegung und Absonderung einzuleiten fähig ist, heisst negative Stromesschwankung. Der ruhende ist entweder fähig zur Thätigkeitsäusserung, — d. i. die erregbare oder lebende; oder nicht — die unerregbare oder todte. Nach Du Bois befindet sich der ruhende erregbare Nerv in jenem Zustande molekularer Anordnung, in welcher der ruhende Nervenstrom eingeleitet würde; während der Nerv in der Erregung in die negative Stromesschwankung verfällt. Der elektrische Strom wirkt unter allen Umständen schwächend auf den Nerven. Im erregbaren, ruhigen Zustande können im Verlaufe einer und derselben Nervenröhre verschiedene Grade der Erregbarkeit stattfinden; und im erregten Zustande geschieht die Mittheilung der Erregung durch den Nerveninhalt, und nicht durch die Nervenscheide; und es geschieht die Mittheilung im erregten Zustande nach Helmholz mit endlicher Geschwindigkeit. So verbreitet sich in den Haut- und Muskelnerven des lebenden Menschen die Erregung im Mittel um 61,5 Meter in der Zeitsecunde weiter. Diese Leitungsgeschwindigkeit richtet sich bezüglich ihres Calcüls nach verschiedenen Zuständen des Nerven etc.

Der todte Zustand des Nerven tritt dann ein, wenn für immer seine Befähigung aufhört, aus dem erregbaren in den erregten Zustand überzugehen; hiedurch tritt eine Unterscheidung zwischen todten und ermüdeten Nerven ein, welcher letztere unter günstigen Umständen seine Erregungsfähig-

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
keit wieder erlangen kann; und im todten Zustande büsst der Nerv auch seine elektrischen Eigenschaften ein.

Aus dem Gesagten ergibt sich folgendes Resumé: „Der Nerv entwickelt zu allen Zeiten seines lebendigen Bestehens freie nach Aussen hin übertragbare Kräfte, denn während des Lebens befinden sich die, den Nerven constituirenden Theile niemals in der Gleichgewichtslage, sondern stätig durchkreisen ihn elektrische Ströme; und die Bezeichnung „ruhender Nervenstrom" ist nicht als eine negative Aeusserung der Nervenaction, sondern als ein eigenthümlicher Beharrungszustand der wirksamen Nervenmolekeln aufzufassen. Die Ursachen der Kraftentwickelung in den Nerven sind wahrscheinlich in dem chemischen Umsatze, der in ihnen enthaltenen Stoffe begründet; und die Kräfte, die durch den chemischen Process im Nerven frei werden, sind wahrscheinlich elektrische. Somit wäre der Nerv als eine Zusammenhäufung von elektrischen Molekeln, deren Veränderungen und Zustände den sogenannten physiologischen durchaus parallel gehen, zu definiren.

Den Ganglienkörpern scheinen verschiedenartige physiologische Wirkungen eigen zu sein, deren genauere wissenschaftliche Details uns noch gänzlich unbekannt sind. —

Widmen wir nun jetzt unsere Aufmerksamkeit den höchst interessanten Versuchen Du Bois' über den Muskelstrom.

Das Muskelgewebe tritt in zwei Grundformen auf: als quergestreifte Muskelfasern (willkührliche) und als glatte Muskelbündel (unwillkührliche.)

Die quergestreiften Muskelfasern stellen in ihrer Elementarform einen hohlen mit Flüssigkeit erfüllten Schlauch, oder ein Röhrensystem dar sammt einem eigenthümlichen Inhalte. Wie sich die Elemente im lebenden Muskel verhalten, weiss man nicht. Jede Primitivmuskelfaser besteht aus einer glatten, elastischen und structurlosen Scheide - Sarcolemma — und ist in der Regel von Stelle zu Stelle in bestimmten Intervallen mit Anschwellungen versehen, diese verursachen desshalb ein quergebändertes Ansehen, manchmals auch, wo die Anschwellung nicht so deutlich hervortritt, eine Längsstreifung. Auf der Innenseite des Sarcolemma bemerkt man constant spindelförmige oder linsenähnliche Kerne. Die Gestalt dieser Muskelfasern ist eine rundlich polygonale. Wodurch die Querstreifung der Muskelfasern zu Stande komme, und was sie bedeute, darüber dominiren verschiedene Ansichten.

Die glatten Muskelbündel bestehen aus mikroskopischen, meist spindelförmigen Fasern, den sogenannten muskulösen Faserzellen; sie haben die Bedeutung verlängerter Zellen, die aus einer scheinbar gleichartigen, manchmals granulirten, weichen Substanz bestehen, ohne die Zellenhülle und den Zelleninhalt genau unterscheiden zu lassen; in der Mitte der Faserzelle liegt gewöhnlich ein stäbchenförmiger, langer Zellenkern. Diese Faserzellen

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vereinigen sich nun zu den rundlichen Strängen oder Bündeln der glatten Muskeln, und stellen sodann ein Gewebe dar. Man findet sie im Darmcanal, Auge, Milz, Haut u. s. w. Die quergestreiften Muskeln bilden das sogenannte thierische Fleisch z. B. an der Hand, Fuss, Rumpf u. s. w. Bei einigen Thierarten kommen dort glatte Muskeln vor, wo beim Menschen und den anderen Thierarten quergestreifte zu sein pflegen; so z. B. hat der ganze Darmcanal von Cyprinus tinca (Schleihe) — und der Magen von Cobitis fossilis (Wetterfisch) lauter glatte Muskeln; das Gaumenorgan der Cyprinoiden (sog. Karpfenzunge) hat gemischte Fasern.

Du Bois hat in beiden Muskelarten elektrische Ströme aufgefunden. Zu seinen Versuchen bediente er sich hierbei eines vierseitig prismatisch zugeschnittenen quergestreiften Muskelstückes und legte es auf die Papierbäuschchen. Nur wenn das eine Bäuschchen mit dem Längenschnitte das andere mit dem Querschnitte des Muskels berührt wurde, erfolgte an der Nadel ein Ausschlag; und zwar ging die Richtung des Stromes vom Längen- zum Querschnitt des Muskels. Nimmt man den Muskel vom Bäuschchen weg, und schliesst blos mit Fliesspapier, so schlägt die Nadel auf die entgegengesetzte Seite um; dies dient als Beweis, dass der Strom wirklich vom Muskel herrühre. Der Querschnitt verhält sich somit negativ gegen die Oberfläche und die Hülle verhält sich positiv gegen den Inhalt. Die Sehnen, mit welchen die die Muskeln verbunden sind, bestehen aus parallel wellenförmig verlaufenden, gleichartigen Fibrillen, zwischen welchen einige elastische Fasern eingestreut sind, verhalten sich in Rücksicht des electrischen Stromes gerade so wie Querschnitte eines Muskels. Dieses Phänomen ist nur so zu erklären, dass die Sehne als verdicktes Bindegewebe, den ganzen Muskel in eine bindegewebige Scheide (Leiter) einschliesst, und da das Sehnengewebe als solches indifferent electrisch anzusehen ist, so tritt hier die Sehne an die Stelle des bezüglichen Muskelquerschnittes. — Stirbt ein Muskel ab, (bei Kaltblütern tritt das Absterben der Muskeln später ein, als bei Warmblütigen) so hört der Muskel zu zucken auf. Es tritt nämlich einige Zeit nach dem eingetretenen Tode die sog. Todtenstarre ein, welche ihrem Wesen nach noch nicht genügend erklärt worden ist, und die dem elektrischen Muskelstrome auch den Grabstein setzt Ebenso verliert der Muskel seine Zuckungsfähigkeit durch continuirlich anhaltende Reitze.

Während des Lebens befindet sich der Muskel im Zustande der Ruhe in einer gewissen Spannung (Beharrungszustand); wird aber ein Muskel aus dem erregbaren in den erregten Zustand übergeführt z. B. wenn ein Glied gebeugt oder gestreckt wird, — so zieht sich die betreffende Muskelpartie zusammen und äusserst die sog. Muskelkraft; denn organische Zusammenziehungsfähigkeit und physikalische Ausdehnbarkeit sind die wesentlichen Eigenschaften des Muskels.

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Um einen Muskel in permanenter Zusammenziehung bezüglich des elektrischen Stromes zu untersuchen, bediente sich Du Bois des sog. Neef'schen Blitzrades, das mit dem Multiplicator und dem betreffenden Muskelnerv passend verbunden wird. Werden zwei Längen- oder zwei Querschnitte mit einander verbunden, so zeigt sich gleichfalls, aber ein schwacher, Muskelstrom.

Du Bois fand, dass die elektromotorische Kraft während der Muskelcontraction an Intensität abnehme.

Bei Entwickelung des Gesammtstromes eines Thieres fand man folgendes Resultat: Schon Nobili hat den Gesammtfrosch auf seine elektromotorischen Eigenschaften geprüft, und entdeckt, dass dieser Strom den Schliessungsdraht vom Fusse zum Kopf aufsteige, und intensiver war, wenn der Frosch enthäutet wurde. Später stellte Matteucci ähnliche Versuche an und erzielte dieselben Erfolge; glaubte aber, dass nur der Frosch allein elektrische Ströme entwickeln könne. Beide konnten aber diese Erscheinungen nicht erklären. Du Bois erst erklärte den Muskelstrom als eine allgemeine Erscheinung des Thierleibes; er fand ihn bei Kröten, Salamandern, Tauben, bei warm- und kaltblütigen Thieren. Zur Erklärung des Gesammtstromes diene Folgendes: Es ist jede Muskelprimitiv-Faser mit einem Kupfercylinder, der mit einem Zinkmantel überzogen ist, zu vergleichen; das ganze Cylindersystem (Muskelsystem) ist in einen flüssigen Leiter eingetaucht. Ein solches System kann nun derartig zusammengestellt werden, entweder dass sich der Strom verstärkt oder aufhebt. Auch im Thierleibe sind die gesammten Muskeln so combinirt, dass aus den verschiedenen Componenten, in die das ganze Muskelsystem zerlegt werden kann, eine Resultirende der in den verschiedenen Muskeln thätigen Ströme erfolgt, welche den von den Füssen zum Kopfe aufsteigenden Gesammtstrom dargestellt.

Auch beim Menschen fand Du Bois elektrische Stromentwickelung; so in den frischamputirten Armen und Füssen etc. Im lebenden Menschen fand Du Bois den Strom durch Ausschlag der Nadel auf folgende Weise: Wenn Jemand die beiden Hände in zwei Gefässe mit Kochsalzlösung gibt, so erfolgt sogleich eine Ablenkung der Nadel, aber darum, weil die Hautoberfläche nicht gleichartige Massengebilde besitzt. Nach einiger Zeit gleicht sich die Differenz aus, und die Nadel bleibt bei 0^0 stehen. Spannt man jetzt den einen Arm plötzlich an, so erfolgt sogleich ein Ausschlag; das Gleiche geschieht, wenn man die Finger einer Hand rasch beugt. Der Strom geht hier vom schlaffen Arm durch den Schliessungsdraht zum gespannten oder gebeugten Arm über. Im natürlichen Zustand geht der Strom im Arm von der Schulter zur Hand; da nun in dem einem Arm durch die Zusammenziehung der Strom schwächer wird, so bewirkt der Strom des andern Arms in Folge der Ausgleichung eine Ablenkung der Nadel. Wer muss nicht durch eine so

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

grossartige Entdeckung in Staunen und Nachdenken versetzt werden? Ist es nicht denkbar, dass man einmal blos durch Bewegung der menschlichen Glieder bei besonderer Leitungsvorrichtung auf meilenweite Ferne in einigen Minuten Depeschen telegrafiren kann?! —

Auch glatte Muskeln können elektrische Ströme entwickeln, die viel schwächer als bei den quergestreiften sind, welche letztere sich auf Reitze rascher zusammenziehen, aber auch schneller erschlaffen. Bei den glatten Muskeln gelten bezüglich des elektrischen Stromes fast dieselben Gesetze.

Das Gesetz des Muskelstromes ist also im Thierreiche allgemein nachweisbar und beruht darin, dass der in einem Muskel erregte Strom durch den Längen- zum Querschnitt des Schliessungsdrahtes, und im Muskel selbst vom Querschnitt zum Längenschnitt gehe. Die grösste elektromotorische Kraft besitzen die quergestreiften Muskeln des Stammes, daran reiht sich zunächst der Herzmuskel, und dann folgen die glatten Gewebe.

Die Sehne als ein Ueberzug über den natürlichen Querschnitt des Muskels, entwickelt einen Strom, der von der Sehne nach dem Muskelfleisch (Querschnitt) gerichtet ist. Der Muskelstrom hat dasselbe Schema wie der Nervenstrom, ist aber stärker und beim Todeseintritt länger andauernd als der Nervenstrom.

Aus dem Erwähnten ist man berechtigt, die Fähigkeit, elektrische Ströme in lebenden Muskeln zu entwickeln, als ein mit dem Lebensprocess innig verbundenes allgemeines Phänomen aufzufassen. —

Auch in verschiedenen anderen Geweben will man elektrische Ströme nachgewiesen haben.

Die deutlichsten Ströme weisen wohl jene Gebilde auf, welche ausser ihren eigenthümlichen Gewebe noch viele muskulöse Elemente eingestreut enthalten z. B. Herz, Darm, Milz, Haut u. s. w. Natürlich sind diese Ströme im Verhältnisse zu den alleinigen Muskeln und Nerven weniger intensiv. Stücke von Lungen, Leber, Nieren sollen gleichfalls schwache Ströme äussern; es scheint aber der elektrische Strom der letzteren Gebilde nur der verschiedenen chemischen Reaction der Gewebe seinen Ursprung zu verdanken; denn auch faulende Muskeln entwickeln einen Strom, der aber durch eine in Folge der Zersetzung eingeleitete Akalescenz des Gewebes bedingt ist; und in der Art kann jede verwesende Substanz elektromotorische Kraft äussern.

Was die organische Elektritätsentwickelung im Pflanzenreiche anbelangt, so liegen noch keine objectiven und überzeugenden Data vor. Man will zwar aus Baumfrüchten galvanische Ketten errichtet haben; und beim Keimen und Wachsen von Pflanzen Elektricität sich entwickeln gesehen haben, und auch das Leuchten der Blüthen einiger Pflanzen aus elektrischen Ursachen herleiten etc. allein diese Thatsachen sind zu wenig begründet und halten eine strenge Kritik nicht aus. Aus der Analogie liesse sich wohl schliessen,

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dass auch die Pflanzenfasern, und Zellen u. s. w. ähnliche elektromotorische Kräfte äussern mögen, als wie diess im Thierreiche der Fall ist; allein dies sind blos Vermuthungen; und so lange keine objectiven Resultate vorliegen, ist es besser zu schweigen, und zur Förderung der Wissenschaft selbstthätig die Hand ans Werk zulegen.

Hier scheint auch der Ort passend gewählt zu sein, einige Worte über den Diamagnetismus und den organischen oder thierischen Magnetismus zu sprechen.

Michael Faraday (geb. 1790 zu London früher Buchbinder, jetzt Director des Laboratoriums der Royal Institution zu London; wurde durch den grossen englischen Physiker Davy ausgebildet; nach einer Vorlesung Davy's nämlich richtete ein Handlungsdiener so prägnante und tief durchdachte Fragen an Davy, dass dieser auf den Frager aufmerksam wurde; dieser Frager war Faraday, später Davy's Gehilfe, und dann sein Nachfolger jetzt der grösste Physiker; die Engländer sagen, dass Faraday Davy's grösste Entdeckung ist) hat den Diamagnetismus im J. 1845 entdenkt (vide: Philos. transact. For 1846). Böttger in Deutschland, und Pouillet in Frankreich haben zuerst, aus den kurzen englischen Notizen belehrt, Faraday's grosse Entdeckung durch Wiederhohlung des Versuches bestätigt, und durch Verbesserungen vervollkommt.

Es war früher bekannt, dass blos Eisen, Nikel, Kobalt und Wismuth auf Magnetpole reagiren. Faraday fand nun, dass die Pole eines kräftigen Magnetes auf alle Körper theils anziehend, theils abstossend wirken. Zur Darstellung des Diamagnetismus bedient man sich folgender Vorrichtung: An die Pole eines hufeisenförmigen Elektromagnetes von mehreren Centner Tragkraft wird beiderseits ein Halbanker d. i. ein Stück weiches Eisen gelegt; durch diese Vorrichtung wird es möglich, durch Verschieben ein Stück dem andern zu nähern oder zu entfernen, und durch Schrauben in jeder beliebigen Entfernung festzuhalten. Zwischen den zwei Halbankern wird der in Cylinderform präparirte, zu untersuchende Körper an einem Coconfaden aufgehängt, und die Stellung, die das zu prüfende Präparat einnimmt, sobald das Hufeisen magnetisch wird, beobachtet. Sollen Flüssigkeiten auf diese Art untersucht werden, so bringt man sie in dünne Flintglasröhren und diese werden mit ihrem Inhalte in der beschriebenen Weise aufgehängt und erforscht.

Ist ein Körper qualitativ wie Eisen, bezüglich des Magnetismus, beschaffen, so nimmt er bei der zwischen die beiden in einer horizontalen Ebene liegenden Pole eines kräftigen Hufeisenmagnetes eingebrachten Situation eine Lage ein, die der, die beiden Pole verbindenden Geraden entpricht; und das ist die axiale Lage; stellt sich aber ein Körper, der sich in gleicher Entfernung von beiden Polen horizontal gestellt umdrehen kann, seitwärts und senkrecht auf die genannte Verbindungslinie, und nähert sich der Axe durch

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Anziehung, so heisst diese Lage die aequatoriale. Eine genaue axiale Stellung gehört dem labilen Gleichgewichte an, während die aequatoriale Lage dem stabilen Gleichgewichtszustande coordinirt ist. Faraday bezeichnet alle Erscheinungen, die den magnetischen Anziehungen gerade entgegengesetzt sind, mit dem Namen Diamagnetismus; und theilt überhaupt die magnetischen Erscheinungen in paramagnetische und diamagnetische. Magnetisch oder paramagnetisch nennt Faraday jene Stoffe, die sich axial stellen, während jene diamagnetisch heissen, welche die äquatoriale Lage einnehmen. Zu den magnetischen Stoffen werden ausser Eisen, Kobalt, Nikel nach Faraday noch Papier, Siegellack, Tusch, Porcellan, Seidenwurmdarm, Zinnober, Schellak, Graphit, Holzkohle etc. gezählt. Diamagnetisch fand Faraday folgende Stoffe: Schweres Glas, Flintglas, Krownglas, Bergkrystall, Glaubersalz, Magnesia, Alaun, Salmiak, Salpeter, Kalk, Wasser, Alkohol, Schwefel, Zucker, Holz, Fleisch, Blut, Aepfel, Brod u. s. w. Nach der Stärke des Diamagnetismus fand Faraday folgende Gradordnung: Wismuth, Antimon, Zink, Zinn, Kadmium, Quecksiber, Silber, Kupfer; also das Wismuth ist der stärkste Diamagnet. — Die Abstossung des Wismuths durch Magnetpole hat Brugmans im J. 1778 beobachtet.

Ein hinlänglich empfindlicher und in das magnetisch Feld gebrachter, frei hängender Mensch würde sich äquatorial richten. Reines Titanoxyd stellt sich axial, ebenso Mangan, Chromoxyd, Chromoxydul und Platinschwamm, Platin und Palladium. Die Flamme stellt sich aequatorial oder ist diamagnetisch; ebenso auch Chlor, Brom- und Wasserdämpfe. Erhitzte Luft ist stärker diamagnetisch, als gewöhnlich temperirte. Diamagnetisch sind auch: Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Chlor, Jod, Cyan. Sauerstoff ist weniger diamagnetisch als Luft. Diamagnetisch sind ferner folgende Flüssigkeiten: Wasser, Alkohol, fette und ätherische Oele, Salzsäure, Milch, Blut u. s. w. Eisenhaltiges Wasser ist magnetisch. Auch grünes Bouteillenglas ist wegen des Eisengehaltes magnetisch. Der Diamagnetismus steht auch mit der Temperatur eines Stoffes in einem gewissen Verhältnisse so nimmt z. B. der Diamagnetismus des Wismuths mit der steigenden Temperatur ab; Eisen und Nikel verhalten sich bei steigender Temperatur indifferent gegen die Magnetpole. Ferner geht aus Plücker's interessanten Versuchen hervor, dass bei wachsender Kraft des Elektromagneten, der Diamagnetismus im rascheren Verhältnisse zunimmt, als der Magnetismus. Auch Krystalle sollen nach Faraday eine gewisse Stellung einnehmen z. B. die Hauptspaltungsrichtung des Wismuths strebt die aequatoriale Lage an. Die Erscheinungen des Diamagnetismus werden durch verschiedene Theorien z. B. von Faraday, Weber, Reich, Hankel u. s. w. erklärt; so ist z. B. nach Prof. Weber in Göttingen der Diamagnetismus durch inducirte Molekularströme bedingt; andere Forscher erklären die diamagnetischen Phänomene wieder durch die specifisch magnetischen Fluida.

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So viel scheint fest zu stehen, dass der Diamagnetismus eine vom Magnetismus ganz differente Grunderscheinung ist. Magnetismus und Diamagnetismus unterscheiden sich durch folgende Merkmale: 1) Ein diamagnetischer Körper z. B. Wismuth, wird vom Magnetpol abgestossen, 2) ein magnetischer wird angezogen z. B. Eisen, und 3) ein in Form eines Stäbchen frei aufgehängter diamagnetischer Körper stellt sich entweder axial oder aequatorial.

Die Acten dieses interessanten Gegenstandes sind noch nicht geschlossen; es liegen bis jetzt blos uranfängliche Hauptumrisse einer ganz neuen physikalischen Erfahrung vor; an eine mathematisch begründete Theorie ist vor der Hand auch noch nicht zu denken; und wenn auch Faraday's wunderbare Entdeckung bis jetzt noch keine praktische Ausbeute geliefert hat, so darf man sich doch noch nicht erlauben, den Stab über Faraday's neue Beobachtungen zu brechen, sondern zufrieden sein mit den vorliegenden Thatsachen.

Endlich kommt noch der organische oder thierische Magnetismus zur Sprache. Derselbe ist ein Phantasiegemälde, ein Ungeheuer geistiger Absurdität. Man hatte nämlich hiebei die baroke Vorstellung, dass insbesonders das Nervensystem sensitiver Individuen in einer gewissen receptiven Sphäre weit über die Grenzen des Organismus hinaus sich erstrecke, und so unmittelbar von entfernten Objecten afficirt werde; ferner glaubte man, dass die Wirkungskraft des Magnetiseurs weit über die Sphäre des Nervensystems sich verbreite, und auf die sensitiven Individuen seine Wirksamkeit ausübe. Diese wunderthätige Wirksamkeit bestand darin, wachende Menschen in einen mysteriösen Schlaf zu versetzen, Kranke augenblicklich gesund zu machen; gewöhnlich aber geschah es, dass Gesunde durch Anwendung des thierischen Magnetismus krank wurden, und Kranke krank blieben u. s. w. Ja man ging in diesem verrückten Ideenkreise noch weiter; indem man die positiven Wirkungsphären auch auf andere nicht nervöse Gegenstände, als Metalle, Bäume, Berge u. s. w. und sogar auf entfernte Weltkörper übertragen hat. Auf diese Weise wurde in unserem aufgeklärten Zeitalter eine Art neuer Mythologie eingeführt!

Allein die Charlatanerie findet immer mehr Anklang und Anhang, als wahre Wissenschaftlichkeit; und so ist es auch beim thierischen Magnetismus der Fall, dessen wissenschaftliche Gehaltlosigkeit und Nichtigkeit von der unerbittlichstrengen Kritik eines wahrhaft wissenschaftlichen Characters schon lange, aber leider meist tauben Ohren gepredigt wird.

Gewöhnlich sind gewinnsüchtige Betrüger oder Geisteskranke die Träger des thierischen Magnetismus; und diese Wundermänner verdienen wie die Zauberer des Mittelalters bestraft zu werden. Es ist wohl nicht zu läugnen, dass noch viele bis jetzt unenthüllte Agentien in der organischen Welt walten; aber welche? Und so lange diese Frage nicht enträthselt ist, ziemt es sich auch nicht theoretisch und praktisch das zu publiciren, was man nicht wissen kann.

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das ist Betrug-Charlatanerie. Und wenn wir auch einen oder den andern Buchstaben der Hieroglyphen der Natur entziffern, so ist das noch kein Wort, noch weniger eine Sentenz. Allein es gibt Leute, die im Wahne leben, aus einem Sandkorn ein Haus erbauen zu wollen!

Schliesslich will ich noch vorzüglich hervorheben, dass bei den organischen Processen die physikalische Anschaungsweise festzuhalten sei: „dass alle vom thierischen Organismus ausgehenden Erscheinungen eine Folge der einfachen Anziehungen und Abstossungen sein möchten, welche an den elementaren Bedingungen (nämlich Licht- oder Wärme-Aether bedingt Brechung, Farbe, Wärme etc.; elektrische Flüssigkeiten leiten elektromotorische Leistungen ein, und die chemische Atomzahl führt zwischen ungleichartigen Atomen zu Verbindungen von Atomgruppen u. s. w.) bei einem Zusammentreffen derselben wahrgenommen werden. Und da der zwischen gleich- und ungleichartigen Atomen bestehende Anziehungsprocess nach der Qualität der Atome die verschiedenartigen Massengebilde — das primitive Baumaterial — setzt, so ist demnach die thierische Form blos als die aus irgend welchen Anziehungen einer Substanz hervorgehende Lagerung der Atome aufzufassen, und hat somit auch eine untergeordnete Bedeutung und der thierische Körper ist das in besondere Formen eingeschlossene System von Elementen."

Die Formverhältnisse der Echinodermen

von

M. Dormitzer,

Custos am böhmischen Museum.

Eine der interessantesten Classen des Thierreichs in Bezug auf das Hautskelett und die dadurch gegebenen Verhältnisse der äusseren Form und die Beweglichkeit des Körpers sind die Echinodermen. Ich machte sie desshalb zum Gegenstande zweier Vorträge, von denen der erste die Entwickelungsgeschichte, der andere den inneren Bau und die oben berührten Verhältnisse der Skelettbildung jener Thiere auseinander setzte. Ich werde hier nur das Letztere wiedergeben, da ich das Erste als hinlänglich bekannt voraussetzen darf.

Bekanntlich besteht das äussere Skelett der Echinodermen aus einer derben, zähen, lederartigen Haut, in der mehr oder minder zahlreiche Kalktheilchen eingesenkt sind. Je nach der Vertheilung dieser Kalktheilchen erscheint das Echinoderm mehr oder minder veränderlich in seiner äusseren Form, so dass wir von der Wurmgestalt der Synapta, bei der der ganze Körper die Bewegung vermittelt, bis zur starren Kugel- oder Scheibenform

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1853

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Wallmann Heinrich

Artikel/Article: Wissenschaftliche Mittheilungen - Ueber organische Elektricitätsentwickelung 4-21