

3. Die durch besondere thierische Organe und den animalischen Lebensproceß überhaupt erregte Elektrizität. Pflanzen-Elektrizität.

§. 26.

Elektrische Fische.

Vermöge einer eigenthümlichen Organisation besitzen einige Arten von, durch einen außerordentlichen Reichthum an Nerven sich auszeichnenden, Fischen das Vermögen, nach ihrer Willkühr elektrische Stöße, denen einer Leidner Flasche oder einer Volta'schen Säule ähnlich, ertheilen zu können. Sie bedienen sich dieses Vermögens sowohl zum Angriffe, wenn sie ihre Nahrung suchen, als auch zum Schutze gegen ihnen sich nähernde Feinde, die sie durch die ertheilte Erschütterung tödten oder wenigstens lähmen. Man kannte diese Eigenschaft früher nur an dem in dem Mittelländischen Meere lebenden Zitterrochen oder Krampffisch (*Raja torpedo*, *tremble*, *poisson magique*), von welchem sie nach dem Zeugnisse des Plinius schon den Alten bekannt war, und von diesen als Heilmittel gegen gichtische Schmerzen benützt worden seyn soll, — und außer diesem an dem zwischen den Wendekreisen in den Gewässern Amerika's sich findenden Zitteraal (*Gymnotus electricus*); entdeckte sie aber später auch, wiewohl in schwächerem Grade, an dem elektrischen Stachelbauch (*Tetradon electricus*), an dem elektrischen Spitzschwanz (Miamfisch, *Trichiurus indicus*) und dem Zitterwels (*Silurus el.*). Am meisten untersucht, besonders von John Davy, A. v. Humboldt in seinen Ansichten der Natur, und Faraday sind der Zitterrochen und der Zitteraal. Die Organe, mit denen der erstere (ein platter Fisch, der ausgewachsen 20 Zoll lang und nicht über 2 bis 3 Pfund schwer ist) seine elektrischen Schläge ertheilt, liegen auf beiden Seiten unmittelbar unter der Oberfläche des Körpers — weshalb sie durch die Haut durchschimmern — und bestehen aus einer großen, mit zunehmendem Alter sich noch mehr enden Zahl (zuweilen sind ihrer gegen 150) senkrecht liegender häutiger Zellen, die durch horizontale Scheidewände in kleinere, mit einer gallertartigen Masse angefüllte Zwischenräume abgetheilt und mit Nerven und Blutgefäßen sehr reichlich versehen sind. In dieser

Vertheilung von Zellgewebe, Gallert und Nerven hat die Struktur dieser Organe einige Aehnlichkeit mit einer Galvanischen Säule — weshalb Volta selbst seine elektrische Säule einen künstlichen Zitterrochen nannte. Dem ohngeachtet ist über die eigentliche Ursache der elektrischen Eigenschaft der Fische noch vieles Dunkel. An und für sich sind sie nicht elektrisch und wirken daher auch nicht auf das Electrometer; es folgt hieraus, daß sie sich, gleich einer elektrischen Wolke, augenblicklich elektrisch laden und entladen können müssen. Sie vermögen die Schläge nach Willkühr stärker und schwächer und so schnell hinter einander zu geben, daß kaum zwei Sekunden zwischen zweien verfließen, wobei sie, wie von Norderling bemerkt wird, sich selten in ihrem Urtheile täuschen, um die Stärke des Schlags nach der Größe und Entfernung des Gegenstandes, den sie treffen wollen, einzurichten. Das Maximum ihrer Wirkung geht, nach Humboldt, bis zur Tödtung eines Pferdes, so daß ein Mensch es nicht wohl wagen darf, sich einem großen, eben erst gefangenen Fische zu nähern. Am stärksten äußern sie ihre Kraft bei schneller Bewegung, obgleich sie bei Austheilung der Schläge keine merkliche Bewegung mit dem Körper vornehmen, selbst nicht einmal das Auge zudrücken. Um einen Schlag geben zu können, muß der Fisch an zwei Punkten seines elektrischen Organs zugleich berührt werden, die aber so nahe an einander liegen dürfen, daß schon die Berührung mit einem Finger hinreicht, um von der Geschütterung getroffen zu werden, die aber in diesem Falle sehr schwach ist, und mehr in einer zitternden Bewegung besteht. Je weiter die zwei berührten Stellen von einander liegen, desto stärker wird der Schlag — am stärksten, wenn man beide Hände auf die entgegengesetzten Seiten des Fisches auslegt. Die Aehnlichkeit mit einer Volta'schen Säule leuchtet hieraus hervor. Die Electricität der Fische ist auch mit der der Säule im Uebrigen völlig identisch. Sie wird daher, wie diese, durch Leiter der Electricität fortgeleitet und durch Isolatoren aufgehalten. Legt man den Fisch auf eine metallene Schüssel, oder verbindet man die zwei Seitenflächen desselben durch einen Metallbogen, so kann man ihn ohne alle Gefahr behandeln, weil die Schläge, die er gibt, durch das Metall entladen werden. Ebenso bringt sie auch alle übrigen Wirkungen hervor, die man als elektrische bezeichnet. John Davy zersezte mittelst eines kleinen Apparates — der in einer kleinen

GlasKugel von  $\frac{1}{2}$  Kubikzoll Rauminhalt bestand, die mit einem durchbohrten Glasstöpsel verschlossen war, durch welchen dünne, bis auf die Spitzen mit Siegelack überzogene Drähte geführt, und außerhalb mit etwas stärkern, zu der obern und untern Seite des Fisches führenden Drähten verbunden waren — eine starke in die Kugel gebrachte Kochsalzlösung, und wies dadurch die chemische Kraft seiner Elektrizität nach. An beiden in der Lösung stehenden Drahtspitzen entwickelten sich, nachdem der Fisch anhaltend und häufig gereizt worden war, Gasbläschen, die meisten und feinsten an der mit dem Bauche des Fisches in Berührung befindlichen. Als eine starke Lösung von salpetersaurem Silberoxyd an die Stelle der Kochsalzlösung in die Kugel gefüllt wurde, lief die Spitze des einen Drahtes schwarz an, während die Spitze des andern regulinisch blieb und mit vielen Gasblasen sich überzog. Auf gleiche Weise wurde eine Solution von Bleizucker zersezt. Santi Linari bewirkte durch die Elektrizität des Fisches Divergenz am Elektrometer, indem er letztern durch einen Draht mit der Kollektorplatte eines Condensators verband, und dann die Verbindung in dem Augenblicke unterbrach, wo der Fisch zur Entladung seiner Elektrizität gereizt wurde; Funken brachte er mit dieser hervor, indem er von dem Bauche und dem Rücken des Fisches einen kurzen Draht in eine V-förmige Glasröhre leitete, die mit Quecksilber gefüllt war, welches er, während der Fisch geneckt wurde, umschüttelte, wo dann bei der Unterbrechung zwischen Draht und Quecksilber kleine Funken von jenem auf dieses übersprangen. Pogg. Ann. Bd. 38. S. 291. Dove, a. a. D. Bd. 2. S. 85. Faraday und Davy brachten durch die elektrische Entladung des Fisches die Magnetenadel zur Abweichung, und fanden, daß die Elektrizität des Fisches eben so gut magnetisch wirkt, wie die galvanische. Später ist hiervon ausführlicher die Rede. (S. 89.) —

Werden die zu den elektrischen Organen führenden, gewöhnlich sehr starken Nervenstränge durchschnitten oder unterbunden, so verliert der Fisch sein elektrisches Vermögen, lebt aber munter und länger fort; der öftere Gebrauch seiner elektrischen Kraft scheint daher nachtheilig auf ihn zu wirken. Auch das Ausschneiden des ganzen elektrischen Organs führt den Tod des Fisches nicht sogleich herbei, und es scheint daher dasselbe mehr der allgemeinen Hautbedeckung anzugehören, und mit den andern, zum Leben wesentlich erforderlichen Organen in fei-

ner besondern Beziehung zu stehen. Im gefangenen Zustande mindert sich seine elektrische Kraft, wie seine Lebenskraft abnimmt. — Am Zitteraal ist die Struktur des elektrischen Organs einfacher, aber ebenfalls sehr nervenreich. Man findet ihn in der Größe von 3 Fuß, und sein elektrischer Apparat ist nach diesem Maasstabe größer und in seinen Wirkungen stärker, als die des Zitterrochen. Humboldt in Gilb. Annal. Bd. 14. 22. 25. 41. Cavallo a. a. O. und Froley, neue Notiz, Febr. 1838. Nro. 100. u. Decbr. 1839. Nro. 259.

§. 27.

Elektricität in dem Thier- und Pflanzenleben überhaupt.

Der große Nervenreichthum in den Organen der elektrischen Fische bringt auf die Vermuthung, daß die Thätigkeit der Nerven in dem thierischen Organismus, besonders in ihrer Wirkung auf die Muskeln, ebenfalls eine elektrische, das durch besondere Apparate vermittelte elektrische Vermögen (der Fische) folglich nicht die einzige Art einer natürlichen Erregung der Elektricität durch den thierischen Lebensproceß sey. Mehrere Thatfachen scheinen für diese Ansicht zu sprechen. (S. 30. 36. 89.) Von vielen Physikern, z. B. Priesthley, wird die Nervenkraft geradezu für Elektricität gehalten. Unerklärt ist noch, wie diese Elektricität erzeugt wird: ob sie eine Wirkung der organischen Thätigkeit des Lebens im Allgemeinen ist, oder für die einer durch den Contact oder durch die chemische Verschiedenartigkeit in den Nerven und Muskeln hervorgerufenen elektrischen Spannung der in dem Organismus in ruhendem Zustande vorhandnen elektrischen Materie zu nehmen ist. (S. 30. 36.) Nach Matteucci ist die Quelle derselben weder elektro-chemischer noch thermo-elektrischer Natur. Die meisten hierher gehörigen Erfahrungen wurden durch die Gegenwirkung dieser Gattung von Elektricität mit dem Magnetismus, namentlich auch mit Hilfe des Galvanometers, gewonnen. (S. 76.) Nach einer Mittheilung von de la Rive (in Genf) werden feine Nadeln von Eisen (Akupunktur-Nadeln) magnetisch, wenn sie in den Muskel eines Thieres oder Menschen im Augenblicke der Contraction desselben eingestochen werden, was auf die Existenz einer elektrischen Kraft bei

diesem Vorgange hinweist. (S. 76. 89.) Frorey, N. Notiz. Jan. 1838. Nro. 89. Dr. Edwards (in ders. Zeitschr., Jan. 1826. Nro. 266.) sieht diese Elektricitäts-Entwicklung bei Muskelcontractionen für ein wesentliches Phänomen derselben an und unterstützt seine Ansicht durch sehr belehrende Versuche. Ähnliche elektrische Erregungen wollte Pouillet bei der Akupunktur mit Stahlnadeln beobachtet haben: Die Nadel eines Galvanometers, dessen Enden mit einer in den Muskel eingestochenen Nadel und mit einer andern, die er in den Mund genommen hatte, verbunden waren, schwankte mehrmals hin und her. Allein später bekannte er selbst seine Täuschung und schrieb die wahrgenommene Elektricität der durch einseitige Erwärmung der Nadel in den thierischen Theilen veranlasseten thermo-elektrischen Strömung (S. 109.), oder — weil die Traversirungen der Galvanometer-Nadel ausblieben, wenn er Nadeln von sehr schwer oxydirbaren Metallen, z. B. von Gold, Silber, Platin, nahm — der durch die Drydation der Stahlnadeln erzeugten chemischen Elektricitäts-Erregung zu. (S. 22.) Magendie, Jour. für Phys. Th. 5. S. 5. —

Galvani erregte, ohne Hinzuziehung eines schließenden Metalles, Zuckungen in den Schenkeln besonders dazu präparirter Frösche, durch bloße gegenseitige Berührung des Muskels mit den Nerven des Präparates, wobei die Schenkelmuskeln gleichsam als Elektrometer der sich entladenden Elektricitäten fungiren, welche in, von den Muskeln nach den Nerven fließenden, elektrischen Strömen bestehen. Es lassen sich diese Versuche mit jedem Frosche anstellen, der viele Lebenskraft besitzt und auf die weiter unten (S. 34. u. 36.) anzugebende Weise präparirt worden ist. Vorzüglich sprechen sie im Frühling vor der Begattungszeit der Frösche an, wo die Reizbarkeit der Thiere größer und die natürliche Elektricität in ihnen stärker angehäuft ist. Man faßt den Frosch an einem Schenkel, hält ihn in die Höhe, damit das an ihm gelassene kleine Stück Wirbelsäule frei an den isolirten Rückgrathnerven herabhängt, und bringt den andern Fuß durch eine geschickte Beugung mit den Nerven in Berührung, worauf sogleich (durch die Wirkung einer zweigliederigen thierisch-elektrischen Kette?) die Zuckungen sehr lebhaft eintreten. (S. 36.) J. Müller und schon vor ihm A. v. Humboldt machten den Versuch, indem sie, der Isolirung wegen, den präparirten Schenkel des Frosches

nebst dem heraushängenden Schenkelnerven auf eine Glasplatte gelegt, und den Nerven der nassen Oberhaut des Schenkels mittelst eines isolirenden Stäbchens näherten. Der Physiker Wilson Philipp ist ebenfalls der Meinung, daß die Nerven, welche die Muskeln zur Thätigkeit anregen und die chemischen Prozesse in dem lebenden Organismus vermitteln, dies vermöge einer durch den Lebensact eigends modificirten Electricität, welche durch sie hindurch streiche, bewirkten, und behauptet, daß, so lange die Lebenskraft fortbestehe, jene Verrichtungen, nach Beseitigung der Nervenkraft, eben so gut durch fremde Electricität unterhalten werden könnten, wie durch die Nervenkraft selbst. Er stellte die, durch Zerschneiden einiger zum Magen führenden Nerven, zerstörte Verdauung an einem Kaninchen dadurch wieder her, daß er einen schwachen galvanischen Strom in die Enden der abgeschnittenen Nerven leitete, und deutete dadurch allerdings die Möglichkeit an, daß in manchen Fällen die Funktion der Nerven durch Electricität ersetzt werden kann. —

Dr. Martyn Roberts basirt auf die bekannte Erfahrung, daß Wasser, welches aus Capillarröhrchen nur tropfenweis abfließt, in ununterbrochenem Strome ausströmt, wenn es elektrisirt wird, die Behauptung: daß die Erscheinungen von gesteigertem oder gehemmtm Blutlauf im menschlichen Körper elektrischen Ursprungs sind. Hiernach soll auch das Erröthen aus der durch eine Gemüthsbewegung gesteigerten neuro-electrischen Aktion in Gesicht und Nacken zu erklären seyn; welche den Widerstand aufhebt, der durch die Capillargefäße dem Eindringen des Blutes entgegengestellt wird. Dove, a. a. D. 1842. Bd. 6. S. 297.

Daß alle Lebensaktionen des thierischen Organismus durch Electricität vermittelt werden und elektrische Ströme in den einzelnen Organen circuliren sollen, ist eine Annahme, für welche zureichende Beweise noch nicht existiren. Nicht einmal in den Nerven sind solche Strömungen, selbst an dem sensibelsten Elektroskope, immer zur Erscheinung gekommen. Matteucci will an einem Kaninchen, dessen Magen und Leber mit den Platinenden eines feinen Galvanometers verbunden waren, eine Abweichung der Nadel von 15 bis 20° bemerkt haben, konnte aber an den Nerven selbst kein elektrisches Verhalten gewahren. Eben so wenig auch Pouillet, der eifrigste Forscher auf diesem Felde. Nach

Dr. Donné's (zu Paris) neuesten Untersuchungen dagegen ist eine Elektricitäts-Erregung im thierischen Körper nicht blos zwischen Nerven und Muskeln, sondern auch an der Oberfläche der thierischen Häute und in heterogenen Organen überhaupt ohne Unterlaß im Gange. Die äußere Haut des menschlichen Körpers und der Magen sind, nach seiner Meinung, flüssige Säure ausscheidende, und die innere Hautfläche, z. B. die die Mundhöhle auskleidende Schleimmembran, so wie auch die Leber, Milz und Harnblase, alkalische Flüssigkeiten absondernde Organe. Durch diesen (chemischen) Gegensatz soll die elektrische Thätigkeit im Organismus (wie in einer Becquerel'schen Kette von Kali und Salpetersäure) vermittelt und die elektrische Strömung durch die dazwischen liegenden organischen Gewebe hindurch eingeleitet werden. Wird das eine Ende eines Galvanometers mit der innern Haut des Mundes, das andere mit der äußern Haut verbunden, nachdem vorher die Berührungsstellen mit Platinplatten armirt worden sind (S. 34.), so wird die Nadel desselben nach einer kleinen Pause um 15 bis 30° abgelenkt, wobei sich die äußere Haut als positiv elektrisch bezeichnet. Wie es möglich ist, daß die in dem Organismus erzeugten elektrischen Ströme durch die Nerven oder die übrigen organischen Gebilde, welche wie jene für so gute Leiter der Elektricität bekannt sind, isolirt hindurchgehen können, ohne nach allen Richtungen hin in die übrigen Körpertheile abzustreuen, ist schwer begreiflich. — Ein eigenthümliches Verfahren, den thierischen Körper auf seine elektrischen Quellen zu untersuchen, wendet Weber an; indem er, um zufällig entstehenden thermo-elektrischen Strömungen aus dem Wege zu treten, die unmittelbare Berührung des warmen Körpers mit den Drähten des Multiplicators vermeidet, und die Kraft der elektrischen Ströme, welches Eisen vorübergehend magnetisch zu machen, in den Bereich seiner Untersuchungen zieht. Das Nähere hiervon später. (S. 78. u. 89.) P f a f f, über thierische Elektricität und Reizbarkeit, Leipzig 1795. Dove, a. a. D. Bd. 1. S. 248. Ritter, Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreiche begleitet. Weimar, 1798 \*).

\*) Der Seltenheit des Falles wegen mag hier die von dem Prof. Silliman verbürgte Beobachtung über eine Elektricität ausströmende

Wie in den thierischen, scheinen sich auch in den Pflanzenorganismen während ihrer Entwicklung elektrische Strömungen zu entwickeln, deren Intensität jedoch nur sehr gering seyn kann, da sie, bei stärkerer Spannung wegen des Saftreichthums des Pflanzengewebes, gleich bei ihrem Entstehen überall hin zerstreut, namentlich durch den saftigen Stengel in die Erde fortwährend abgeleitet werden würden. Wegen dieser unvollkommenen Isolirung ist auch die Behauptung Vabinet's und Baylly's, daß die Elektrizität in Vegetabilien selbst bis zum Funkengeben sich anhäufen könne, mit Recht zu bezweifeln. Die meisten Verdienste in diesem Zweige der Physik hat sich Pouillet erworben, der nach vielen Versuchen über die bei dem Keimen von Pflanzensamen sich erzeugende Elektrizität als Axiom aufstellt, daß in jedem Stadium der Entwicklung des vegetabilischen Gewebes elektrische Ströme von schwacher Spannung bemerkbar werden, deren Entstehung wahrscheinlich in den eigenthümlichen chemischen Veränderungen, von denen der Vegetationsproceß begleitet wird, ihren Grund hat, und welche wiederum auf die (chemische) Vitalität des Vegeta-

Dame eine Stelle finden, die von Rieß in dem Repertor. der Ph. 1842, Bd. 6. S. 296, nicht ohne Zweifel gegen die Wahrheit des Faktums, erzählt wird. Wir geben sie mit den Worten des genannten Referenten wieder: Eine Dame in den Dreißigern machte am 15. Jan. 1837 während eines Nordlichts in Drford die Entdeckung, daß von ihrer Hand gegen Leben, der ihr nahe kam, kleine Funken ausströmten. Ihr Arzt, der Dr. Hosford, der dies erzählt, trat bald darauf in's Zimmer, und erhielt von dem Knöchel der Dame einen empfindlichen Funken auf die Nase. Trotz der geringen Isolation, wie sie die seidnen Strümpfe und der türkische Teppich gewährten, auf dem die Dame saß, konnten in der Minute 4 anderthalbzöllige Funken, die nach jedem gebotenen Leiter hin schlugen, erhalten werden. Trat eine Person auf den Teppich, so konnte die Dame diese durch Berühren so stark laden, daß sie einer Dritten Funken gab und so fort. Bewegung war keineswegs zu dieser Elektrizitätsregung nöthig; diese erschien sogar am stärksten, wenn die Dame ruhig mit Lesen beschäftigt saß. Weber Ablegen oder Wechseln der Kleider, noch verschiedene Medikamente, konnten diese elektrische Krankheit heilen, die der Patientin, obgleich sie nur durch die Funken schmerzhaft berührt wurde, sehr lästig war. Die Krankheit dauerte über 2 Monate bis zum 1. April in gleicher Stärke fort, nahm dann ab, und hörte in der Mitte des Mai's gänzlich auf.