

Ueber thierische und metallische Electrilität.

Von

PROF. DR. RAFAEL MOLIN.

Vortrag, gehalten am 12. April 1871.

Es gibt Epochen in dem geistigen Leben der Nationen, welche von einem solchen Ruhme strahlen, dass der menschliche Gedanke kaum dieselben fassen kann. Das sind jene Epochen, in welchen, mag ein Volk mit dem Banner der Freiheit den anderen voranschreiten oder unter dem Joche der Tyrannei schmachten, die ganze Welt auf selbes die Augen richtet, alle Herzen an dem ehrgeizigen Wetteifer seiner Denker Antheil nehmen, alle Hände Lorbeerkränze für die Stirne seiner Meister flechten. Leider dauern diese Zeiten nicht ewig, als wenn die Vorsehung bestimmt hätte, dass keine Nation sich mit besonderen Vorzügen vor den anderen ausgestattet betrachten soll, sondern dass alle Völker in dem allgemeinen Begriffe der Menschheit sich verbrüderm müssen. Wenn aber auch der Verfall nach der Grösse, die Entmuthigung nach dem Glanze folgt, bleiben dennoch jene Zeiten die mächtigsten Denksäulen für die Geschichte der Civilisation, die unfehlbarsten Wegweiser auf dem Pfade des Fortschrittes. Das Ende des vorigen und der Anfang unseres Jahrhunderts bilden eine derartige Epoche für die italienische Nation. In dem damaligen Athen der Halbinsel, in Mailand, sehen

wir eine Phalanx von Männern, die höchsten Sommitäten aller Zweige des menschlichen Wissens vereinigt, welche den belebenden Geist des Fortschrittes auf ihr ganzes Vaterland verbreitend, in allen Hochschulen Italiens, fast in jeder Familie einen edlen Wetteifer einimpfen, dessen Ziel die Erweiterung des Reiches der Wissenschaft, die Veredelung der Sitten ist. Monti, welcher in seinen Gedichten die Kraft Dante's mit der Melodie Virgil's paarte, legt das letzte Siegel an die mythologische Schule; Ugo Foscolo, der Dichter der Friedhöfe, erhebt sich zum unnachahmbaren Meister der Romantiker; Perticari und Gozzi reinigen die entartete Muttersprache in den kräftigen Quellen des Mittelalters; Beccaria streift von der Gesetzgebung die Rohheit der Barbarei ab; Romagnosi, Melzi und Verri erschaffen jenes Muster von Verwaltung, welches von anderen Völkern heute noch bewundert und beneidet wird; Morgagni findet in der menschlichen Leiche die Sitze und die Ursachen der Krankheiten auf; der stolze schweigsame Scarpa erhebt die verachtete Kunst der Chirurgie zur Wissenschaft; der vielseitig gebildete Spalanzani führt in die Medizin die Untersuchungsmethode Gallilei's ein und zeigt am Experimenttische die Verdauung der menschlichen Eingeweide, enthüllt die Geheimnisse der Zeugung; Oriani entdeckt neue Welten in den Räumen des Himmels; Alfieri in seinen Trauerspielen lehrt dem Volke aus den Thaten der Griechen und der Römer die Achtung seiner selbst; Goldoni erfindet das nationale Lustspiel, um die Nation von den ihr eigenen Schwächen

zu befreien; Canova meisselt die Denkmäler, welche seinen Landsleuten auf jedem Schritte eine grosse That in Erinnerung bringen; Rossini und Bellini schmieden himmlische Harmonien, damit das Adelswappen des italienischen Weibes: Liebe, Vaterland, Poesie, immer unbefleckt bleibe. Und als wenn diese gigantischen Gestalten der Kunst und der Wissenschaft, als wenn die grossen Aerzte, Mathematiker, Landwirthe, Hydrauliker, Maler, Architecten jenes Zeitalters nicht genügen würden, um dasselbe als wirklich grossartig zu stempeeln; sehen wir zwei neue Gestalten, welche über alle übrigen um drei Köpfe hervorragen, wie zwei Medusenhäupter, unsere Bewunderung fesseln. Es sind die zwei Physiker Galvani und Volta. Durch die ganze Länge des Flusses Pò von einander getrennt, tauschten diese zwei Forscher die Kartelle zu dem geistigen Zweikampfe, welcher die ganze Welt zum Kampfplatze, die ganze Menschheit zu Zeugen, die zwei grössten Entdeckungen des Jahrhunderts zum Resultate haben sollte.

In der Stille eines einsamen Studierzimmers, aus welchem man nur die sumpfige Einöde der Mündung des Ticino übersehen konnte, ging der mürrische Volta Schritt für Schritt vorwärts in seinen Entdeckungen, nur von seinem Ehrgeize und seinem Ernste geleitet; während Galvani, der gesuchteste Arzt in Bologna, auf einer Terrasse, von welcher er die herrlichste Landschaft der Welt mit dem Auge beherrschen konnte, ermuntert von dem Blicke einer geliebten Freundin, auf-

geregt von einer mit Düften geschwängerten Luft, hingerissen von dem Enthusiasmus der Jugend, mit einem Male das tiefste Geheimniss der Schöpfung, nämlich die Lebenskraft, ergründen wollte. Es ist das Ringen dieser zwei Athleten, von welchen keiner als der Besiegte zurücktrat, von welchem jeder als Sieger den anderen ins Auge fassen konnte, das ich Ihnen, geehrte Damen und Herren, zu erzählen mir heute vorgenommen habe. Ich will Ihnen das Bild der Entdeckung der thierischen Electricität durch Galvani, der Berührungs-*Electricität* durch Volta vorführen. Es lohnt sich aber auch der Mühe, dieses Schauspiel in allen seinen Umständen zu verfolgen, denn noch nie hatte man Gelegenheit gehabt, das Genie einerseits und den Widerspruchsgeist anderseits auf einem und demselben Wege so Grossartiges leisten zu sehen.

Bevor ich aber zu dieser interessanten Erzählung schreite, erlauben Sie mir einen Blick in die Lehre der *Electricität* zu werfen, wie sie vor der Entdeckung Galvani's durch die Forschungen von Volta sich entwickelt hatte.

Schon vor 25 Jahrhunderten beobachtete Thales aus Milet, dass der Bernstein, wenn er gerieben wird, die Eigenschaft bekommt, leichte Gegenstände anzuziehen. Erst 19 Jahrhunderte nachher erfuhr man, dass er diese Eigenschaft mit mehreren anderen Körpern gemein hat. Man beobachtete nach und nach, dass einige Körper, wenn sie gerieben werden, nebst der Anziehung auch Lichterscheinungen bewirken, dass sie knistern,

einer sie berührenden Hand einen Schlag mittheilen, und andere Körper von sich abstossen können. Die Eigenschaft der Körper, in Folge der Reibung die angegebenen Erscheinungen hervorzubringen, nannte man Electricität. Man glaubte aber, dass diese Eigenschaft den lebenden Thieren abgehe, denn wenn man in einem finstern Zimmer eine Katze mit der Hand ein paar Mal streichelt und die Katze aus den Haaren Funken sprühet, wenn der Stallknecht mit einem Stücke Tuch bei trockenem und frischem Wetter ein Pferd striegelt und das Pferd so zu glänzen anfängt, dass der erschrockene Stallknecht davonläuft, wenn Jemand Abends im Winter beim raschen Ausziehen des Hemdes oder der Strümpfe aus demselben glänzende Funken erhält, so werden diese Erscheinungen nicht von dem Thiere selbst, sondern von seinen Haaren hervorgebracht. Eine abrasirte Katze und ein abrasirtes Pferd können nicht funkeln; ein orthodoxer Mahomedaner, der, wie bekannt, aus religiösen Gründen kein Haar an seinem Körper haben darf, kann sich nie beim Insbettgehen mit dem Hemde oder mit den Strümpfen leuchten. Gray aber bewies, dass, obwohl alle Körper bei gehöriger Behandlung Electricität entwickeln können, dennoch einige, z. B. Glas, Bernstein, Siegellak, Seide, Harze u. a., die sowohl in ihrem, als in anderen Körpern hervorgebrachte Electricität zurückbehalten; andere dagegen, z. B. die Metalle und die Kohlen, dieselbe sehr leicht zertheilen. Franklin nannte die ersteren schlechte Leiter und die letzteren gute Leiter der Electricität. Dieser Ge-

lehrte nahm an, dass die Electricität eine äusserst bewegliche Substanz sei, welche keine Schwere besitzt, das heisst deren Gegenwart durch die Wage, — mag diese noch so empfindlich sein, — nicht ermittelt werden kann, und welche in allen Körpern in bald grösserer, bald geringerer Menge enthalten ist. Die Lehre von der Electricität, die er aus seinen Untersuchungen ausgebildet hatte, fasste er in folgenden vier Sätzen zusammen: 1. Die kleinsten Theilchen der Electricität zeigen das Bestreben, sich von einander zu entfernen. 2. Die Electricität zeigt das Bestreben, sich der Materie zu nähern, welche keine Electricität enthält. 3. Die Materie, welche keine Electricität besitzt, hat das Bestreben, dieser sich zu nähern. 4. Die Theilchen der electricitätslosen Materie haben das Streben, sich von einander zu entfernen. Nicht aber alle Körper enthalten immer die Menge Electricität, deren sie fähig sind. Ist dies der Fall, so heissen sie in natürlichem Zustande electricisch; ist es aber, dass sie eine grössere Menge Electricität enthalten, so heissen sie positiv und im entgegengesetzten Falle negativ electricirt. Da das Glas, sobald es abgerieben wurde, eine Electricität entwickelt, welche derjenigen der positiv electricirten Körper ähnlich ist, und das abgeriebene Harz eine Electricität ähnlich derjenigen der negativ electricirten Körper, so nannte man die positive Electricität auch Glaselectricität und die negative Harzelectricität. Damit aber die verschiedenen Körper Electricität zeigen können, behaupten die italienischen Physiker aus der Schule des Volta, dass die Substanz der-

selben in einen so verdünnten Zustand versetzt werden müsse, dass sie sich strahlend verbreite. Denn schon Volta bewies, dass, wenn die Körper in grossen Massen gerieben keine Electricität entwickeln, sie selbe allso gleich zeigen, wenn sie abgeschabt werden. Volta schrieb: „Nicht nur das Mehl, die Asche, der Kalk und „der Gyps, wenn sie zerkrümmelt werden, der Sand, der „Staub der Strassen und jener der Kleider, sondern auch „der Sand der Metalle, wenn er zerkrümmelt oder an „geblasen oder durchgesiebt wird, entwickelt Electricität.“ — Perego bewies, dass das Quecksilber, nur wenn es in sehr kleinen Tropfen filtrirt wird, Electricität erzeugt und Elice erhielt sogar aus dem gemahleneu Kaffee, aus dem Mehle der Linsen, der Bohnen, des Reis, des Mais und anderer Hülsenfrüchte den electrischen Funken. Kein Mensch hat aber je gehofft, Electricität in diesen Substanzen in ihrem natürlichen Zustande zu finden. Diese wichtige Entdeckung aber, dass die Materie, um electricisch zu werden, in einen strahlenden Zustand versetzt werden muss, diese Entdeckung, welche Coulomb in dem Satze zusammenfasste: dass bei der Reibung zweier Körper derjenige positiv electricisch wird, dessen oberflächliche Theilchen sich am meisten, und negativ electricisch derjenige, dessen oberflächliche Molekülen am wenigsten sich von ihrem Ruhepunkte entfernen; hätte gar nicht stattgefunden, wenn der grosse Meister in Pavia nicht ein Instrument erfunden hätte, mittelst dessen er die Electricität eines Körpers messen konnte. Erlauben Sie mir, meine Damen

und meine Herren, dass ich, bevor ich in der Entwicklung meiner These weiter schreite, Ihnen das Instrument vorzeige, welches Volta auf empirischem Wege nach langjährigen Versuchen erfand, das Instrument, welches in seiner Einfachheit das erste Denkmal des Ruhmes des erhabensten analytischen Geistes der Welt darstellt. Denn mit vier Stücken Glas, zwei Streifen Staniol, zwei Stückchen Stroh, einer Scheibe und einem Knopfe von Messing hat der nie hoch genug geschätzte Forscher, wie der Zauberer die Geister, das Unsichtbare wahrnehmbar, das kaum Geahnte greifbar, das Ungreifbare messbar gemacht. Dieses Instrument ist der Electrometer.

Damit aber die Natur selbst in den geheimsten Falten ihres Mantels dem forschenden Blicke des Gelehrten nichts verheimlichen könne, verwandelte Volta den Knopf seines Electrometers in eine gefirnisste Scheibe, setzte auf diese eine zweite gleiche Scheibe mit einem gläsernen Griffe und erschuf dadurch seinen Condensator, den empfindlichsten Späher der schwächsten Spuren der Electricität, das Microscop der Electriciker. Es war im Jahre 1783, als Volta dieses zweite Denkmal seinem Ruhme setzte, für welches die königliche Gesellschaft zu London im Jahre 1794 ihm eine goldene Medaille prägen liess. Während Volta mit seinen Entdeckungen auf dem Felde der Electricität die Augen der Physiker auf sich zog, vergassen diese, dass Sulzer, der Akademiker von Berlin, gezeigt hatte, dass, wenn man die Zunge zwischen zwei metallene Lamellen einklemmt

und diese ausserhalb des Mundes in Berührung mit einander bringt, man eine besondere Geschmacksempfindung hat; und dass Fernandez die Nachricht verbreitet hatte, dass, wenn man einen Zitterrochen unter todte Fische wirft und er sich bewegt, die von ihm berührten Fische derart in Bewegung gerathen, dass sie lebend zu sein scheinen. Sie beachteten ebensowenig die Erzählung des neapolitanischen Anatomen Cotunnio, welcher im Jahre 1784, als er einer lebenden Maus die Haut am Bauche aufschneidet, den langen Schweif derselben zwischen dem Ring- und kleinen Finger seiner linken Hand so lebhaft zittern sah, dass sein ganzer linker Arm eine starke Erschütterung fühlte, wobei die Schulter und der Kopf einen fürchterlichen Schmerz empfanden.

Unvermuthet im Jahre 1801 erschien eine wissenschaftliche Abhandlung des Bologneser Arztes Galvani, in welcher er die Resultate der Forschungen mittheilte, die er seit zehn Jahren nur unter den Augen und mit Hilfe seiner Freundin Lucia Galeazzi angestellt hatte. Den ersten Impuls zu seinen Untersuchungen erhielt er von folgendem Zufall. Die Schenkel eines Frosches, die nur durch die Hüftnerven verbunden waren, hingen an einem metallenen Haken in einer gewissen Entfernung von einer Electricitätsmaschine. In dem Augenblicke, als Galvani diese entladen wollte, berührte einer seiner Schüler mit einem Scalpel die Schenkel des Frosches und als der Funke von der Maschine sprühte, wurden die Schenkel des Frosches von Krämpfen befallen. Wer beschreibt das Staunen der Zeugen dieses Wunders? Zum ersten Male sah man

die Todten sich bewegen. Nur er, der geniale Mensch, nur Galvani, war nicht überrascht davon, denn er betrachtete die Lebenskraft als identisch mit der electrischen Kraft und die Nerven als hohle Röhren von schlechten Electrizitätsleitern, in welchen die Electrizität strömt. Er wiederholte den Versuch, um die Bedingungen desselben zu erfahren, und überzeugte sich, dass es dazu nothwendig ist, dass der Frosch mittelst eines genug langenguten Electrizitätsleiters mit der Erde in Verbindung stehe, in dem Augenblicke, als der Funke aus der Maschine entladen wird. Da er aber, wenn der Frosch auf einem Seidenfaden aufgehängt oder der Ableiter unterbrochen war, keine Zuckungen erhielt, so schloss er, dass durch den Ableiter die Electrizität abströmen müsse. Er konnte ausserdem ermitteln, dass die Zuckungen des Frosches in directem Verhältnisse mit der Spannung des Funkens, mit der Reizbarkeit des Thieres, mit der Länge des Ableiters und in umgekehrtem Verhältnisse mit der Entfernung von der Maschine stehen. Jetzt ging Galvani einen Schritt vorwärts, er wollte die Einwirkung der atmosphärischen Electrizität versuchen. Zu diesem Zwecke setzte er den Frosch in Verbindung mit dem Blitzableiter und bei stürmischem Himmel erhielt er vor dem Donner des Wetterstrahles die ausgesprochensten Zuckungen, während der Blitz, den man von weitem am Horizonte wahrnimmt, keinen Einfluss auf den Frosch ausübte. Bewiesen aber diese Versuche die von Galvani geahnte Wahrheit, dass in den Nerven eine Kraft ströme, welche der electrischen

gleich ist? Gott bewahre! Sie bewiesen nur, dass die Electricität den Frosch in Zuckungen versetze. Dies erkannte auch der Bologneser Arzt und auf den Flügeln seines Genie's kam er abermals um einen Schritt vorwärts. Er versuchte die Wirkung der Luft-Electricität auf den Frosch beim heiteren Himmel. Seine Freundin Lucia Galeazzi bewohnte das Haus Nr. 96 in der Strasse S. Felice. Dasselbst ist eine Terrasse, welche das liebende Weib zur Erholung des Mannes ihrer Verehrung, denn für Lucia war Galvani ein höheres Wesen, in einen Garten verwandelt hatte. Die Terrasse ist von einem eisernen Gitter umgeben. In diesem Garten, mit niemandem Andern als Lucia zum Zeugen, von deren Worten er Ermunterung schöpfte, von deren treuem Blicke er den höchsten Lohn seiner Bestrebungen erwartete, wiederholte er Monate lang, zu allen Stunden des Tages seine Versuche, ohne je das geringste Resultat zu erhalten. Da zufällig eines Abends, angewidert von den Enttäuschungen, drückte er den kupfernen Haken, an welchem der todte Frosch aufgehängt war, fester an das eiserne Gitter. In diesem Augenblicke kamen die Zehenspitzen des Frosches in Berührung mit dem Gitter und der Frosch zuckte. Und der Frosch zuckte abermals, als er den Haken losliess, um in dem Augenblicke der Entzückung Lucia bei der Hand zu fassen. Still standen sie beide da vor Ueberraschung, die Freude machte sie stumm und nur ein Händedruck verrieth ihre Entzückung. In jenem Händedruck war aber eine ganze Welt enthalten. Denn stolz fühlte sich das Weib,

den grössten Mann des Zeitalters zu lieben, und welchen Namen trägt das Bewusstsein des Mannes, der fühlt, in den Augen der geliebten Freundin wirklich erhaben über alle anderen Menschen zu erscheinen? Von diesem Augenblicke aber findet man nicht mehr in der Geschichte dieser wichtigen Entdeckung den Namen der Lucia Galeazzi neben dem Namen Galvani's. Ich habe mit meinen Händen, 85 Jahre nachher, das eiserne Gitter berührt, das von der Wissenschaft und der Liebe geweiht wurde, ich habe stundenlang vor dem Gedenkstein nachgedacht, den die Dankbarkeit der Bolognesen ihrem grossen Landsmanne an das Haus der Strasse S. Felice gesetzt hat, ich habe jeden Buchstaben der Inschrift commentirt, ohne eine Spur der Erinnerung an Lucia zu finden. Ist dies eine gerechte Strafe ihrer Liebe, ist dies von Seite Galvani's Folge der Anwiderung eines stillen Glückes, ist dies Egoismus der Wissenschaft? Ich mag es nicht entscheiden. Dies fühle ich aber, dass jeder Gelehrte, welcher den wohlthätigen Einfluss kennt, den die Liebe einer theuren Freundin auf seinen Geist ausübte, den Namen der Freundin Galvani's nur mit Verehrung aussprechen wird. Folgen wir aber dem Bologneser Professor in seinen Forschungen. Der unverhoffte Erfolg bewies ihm die Existenz der geahnten thierischen Electricität, liess ihm aber den Zweifel, dass er abhängen könnte von einer Anhäufung der Luftpolelectricität, welche sich in dem Thiere angesammelt hatte, und durch den Leiter frei wurde. Um über diesen Zweifel ins Klare zu kommen, zog er sich in sein Studier-

zimmer zurück, legte den Frosch auf eine eiserne Platte und jedesmal, wenn er den kupfernen Haken gegen die Platte andrückte, sah er den Frosch zucken. Die Versuche wurden von ihm wiederholt in verschiedenen Oertern, zu verschiedenen Stunden des Tages und immer mit dem günstigsten Erfolge. Wenn er aber in den Kreis, welcher von dem Frosche und den Metallen gebildet war, schlechte Electrizitätsleiter einschaltete, zeigten sich keine Zuckungen. Dies lehrte ihn, dass in der That die Thiere eine eigene Electrizität besitzen, welche von den Nerven zu den Muskeln strömt und welche durch den Leiter sich ausgleicht, wie es geschieht, wenn man mit einer Leidnerflasche den Kreis schliesst. Um seinen Beweis über jeden Zweifel erhaben zu stellen, hielt er in einer Hand den kupfernen Haken, an welchem der Frosch aufgehängt war, der mit den Zehenspitzen ein silbernes Becken berührte und liess von einem Assistenten auf das Becken mit einem metallenen Stabe klopfen. Der Frosch rührte sich nicht. Sobald Galvani aber den Assistenten bei der Hand fasste, so zuckte der Frosch bei jedem Schlage. Der Ort aber, wo diese Versuche angestellt wurden, war nicht das Haus in der Strasse S. Felice, sondern die Villa Zambeccari, und die Hand, die Galvani in seiner Hand hielt, war nicht die Hand seiner Lucia, sondern die Hand seines Freundes Rialpo. Galvani indessen erklärte die Zuckungen des todten Frosches dadurch, dass er annahm, dass eine thierische Electrizität existire, welche durch die Kraft des Gehirnes vom Blute abgesondert,

durch die Nerven ströme, dass die in den Nerven gesammelte Electricität durch die metallischen Leiter, welche die Nerven und die Muskeln zugleich berühren, von jenen zu diesen übertragen werde, und durch diese Uebertragung die Zuckungen hervorbringe. Er betrachtete mit einem Worte Nerven und Muskeln wie eine Leidnerflasche, die innerlich positiv und äusserlich negativ electricisch geladen ist. Endlich erhielt Galvani die Zuckungen des Frosches, wenn er die Nerven und die Muskeln des präparirten Frosches mit den zwei Enden eines metallenen Bogens berührte, welcher aus zwei verschiedenen Metallen zusammengesetzt war. Sobald die Abhandlung von Galvani erschienen war, wiederholte Volta die Versuche und erkannte dieselben als unzweifelhaft die Existenz einer thierischen Electricität beweisend, denn er schrieb: „Das Grossartige der Entdeckung Galvani's besteht in der Entdeckung einer wahren und eigenen thierischen Electricität, welche sich von selbst in den Organen entwickelt, ohne dass in dieselben eine fremde Electricität eingeführt werde, die Entdeckung einer Electricität, die allen, sowohl den kaltblütigen, als den warmblütigen Thieren eigen ist, die von dem Baue der Organe her stammt, andauert und selbst in den abgeschnittenen Gliedmassen sich nachweisen lässt, so lange noch eine Spur von Lebenskraft dieselben belebt, und deren Strömungen hauptsächlich zwischen Nerven und Muskeln ihr Spiel treiben.“ In einem einzigen Punkte wagte Volta dem Galvani zu widersprechen, denn er meinte, dass die po-

sitive Electricität auf der Oberfläche des Muskels vorhanden sei, und die negative in der inneren Substanz desselben, während, wie uns bekannt ist, der Professor von Bologna ganz das Gegentheil annahm.

Erst als Fabbroni in dem Hauptversuche Galvani's zwei verschiedene oxydirbare Metalle in Berührung mit animalischen Flüssigkeiten sah und behauptete, dass eine Desoxygenirung der thierischen Flüssigkeit stattfinde, mit welcher die Nerven und die Muskeln getränkt sind, dann Verbindung des freigewordenen Oxygens mit den Metallen, in Folge dessen Wärmeentwicklung und zuletzt Bildung eines neuen Salzes, welche Vorgänge die Stelle eines physiologischen Reizes auf den Muskel vertreten, der die Zuckungen bewirkt, erst nachdem Fabbroni diesen Ausspruch machte, fing Volta an, die Existenz der thierischen Electricität anzuzweifeln und dieselbe zu bestreiten. Er erklärte auch richtig die Zuckungen des Frosches während der Entladung der Electricitätsmaschine aus dem Rückflusse der Electricität oder wie es Lord Mahon wollte, als Folge des Rückschlages und schrieb: „Da sehen wir mit einem Schlage „das Ueberraschende der Versuche verschwinden, die „Galvani im ersten und im zweiten Theile seiner Abhandlung beschrieb.“ Um aber den Hauptversuch Galvani's zu entkräften, welcher darin bestand, dass er die Nerven und die Muskeln des Froschschenkels, um die Zuckungen zu erhalten, mit einem Bogen berührte, der aus zweierlei Metallen zusammengesetzt war, behauptete Volta, dass die Zuckungen nicht von der thierischen

Electrizität, sondern von der Electrizität hervorgebracht werden, welche bei der Berührung zweier verschiedener Metalle frei wird. Er verbannte aus der Wissenschaft den Namen thierische Electrizität und führte den Ausdruck metallische Electrizität ein. Er schrieb daher: „Die ganze Zauberei, man erlaube mir den Ausdruck, liegt in den Körpern aus der Classe der Metalle, „welchen, was die Aehnlichkeit der Wirkung anbelangt, „einige sowohl vegetabilische, als animalische Kohlen „gleichkommen.“ Um dies aber zu beweisen, nahm er seinen Condensator, legte auf dessen obere Scheibe eine glatte Leiste von Zink und liess sie mit derselben durch einige Secunden in Berührung, während die untere Scheibe mit dem Boden in Verbindung war. Sobald er die obere Scheibe aufhob, wichen die Strohstücke auseinander und der Condensator war mit negativer Electrizität geladen. Aus diesem Versuche schloss er, dass der Zink dem Messing etwas von seiner natürlichen Electrizität entzog, welche durch den Körper des Forschers in den Boden strömte. Volta modifizierte noch seinen Versuch auf folgende Art. Er nahm zwei Scheiben, eine von Zink und eine von Kupfer, deren erste er mit einem Griffe von Glas versah, setzte dann die zweite in Verbindung mit dem Boden und legte die erste auf die zweite. Er trennte dann allsogleich die zwei Scheiben von einander und der Condensator zeigte, dass der Zink positiv und das Kupfer negativ electricisirt war. Galvani aber erhielt Zuckungen in dem Schenkel des Frosches nicht nur, wenn er Nerven und Muskeln mit

einem Bogen aus zweierlei Metallen, sondern selbst wenn er sie mit den Enden eines Bogens aus einem einfachen Metalle berührte. Die Zuckungen waren in diesem Falle wohl schwächer, sie waren aber da; und dies warf er dem Volta vor. Der starrsinnige Lombarde liess sich aber selbst dadurch nicht bekehren. Und dennoch, antwortete er, werden die Zuckungen nicht von der thierischen Electricität hervorgebracht; sie sind die Folgen der Electricität, welche frei wird, wenn ein Metall mit einer Feuchtigkeit in Berührung kommt. Die Muskeln und die Nerven des Frosches sind feucht, sobald der metallene Bogen mit ihnen in Berührung kommt, wird er selbst feucht und es entwickelt sich Electricität, welche die Zuckungen hervorbringt. Um diesen Satz unwiderlegbar zu beweisen, nahm Volta eine metallene Scheibe mit einem gläsernen Griffe, brachte sie in Berührung mit einem feuchten Körper, z. B. einer feuchten Thierhaut, einem feuchten Ziegelsteine oder einem feuchten Pappendeckel, entfernte sie bald von dem letzteren und berührte mit derselben den Condensator. Dieser zeigte, dass die Scheibe negativ electricisch war.

Der Scharfsinn Volta's hatte es aber mit dem Genie Galvani's aufgenommen und dieser blieb ihm die Antwort nicht schuldig. Zwei Jahre, nachdem er seine erste Abhandlung veröffentlicht hatte, veröffentlichte er im Anfange des Jahres 1794 eine neue wissenschaftliche Arbeit, welche den Titel führt: Ueber den Gebrauch und die Wirkung des Bogens. In dieser Abhandlung beweist Galvani, dass man die Zuckungen des Frosches

auch ohne Anwendung irgend eines metallischen Bogens erhalten kann. Er präparirte den Wadenmuskel eines Frosches, an welchem einerseits die Sehne und andererseits der Nerv hing. Er legte das Präparat auf eine Glasplatte, hielt über dasselbe ein gläsernes Stäbchen, bog um dieses den Nerv und berührte mit dem freien Ende des letzteren die Sehne. In dem Augenblicke der Berührung zuckte der Muskel. Man sollte glauben, dass selbst der Teufel nach diesem Versuche an die Existenz der thierischen Electricität glauben müsste. Der Scharfsinn Volta's aber konnte nicht gebeugt werden. Und dennoch, wiederholte dieser, gibt es keine thierische Electricität. Die Zuckungen rühren nur von der Berührung zweier verschieden feuchter Körper her. Der Nerv und die Sehne sind zwei Organe, welche verschiedenartig feucht sind und durch ihre Berührung wird Electricität frei, wie bei der Berührung zweier verschiedenartig feuchter Scheiben von Holz, von Pappdeckel oder von Ziegelstein. Volta nahm daher zwei gleiche Scheiben von Holz, deren jede mit einer anderen Flüssigkeit befeuchtet war, wiederholte den Versuch wie mit den zwei Scheiben von Messing und Zink, und der Condensator zeigte, dass, obwohl schwach, dennoch beide Scheiben electricisirt waren.

Ist also die thierische Electricität ein Traum der Phantasie Galvani's? Nein, sie ist eine Wahrheit, die sicherste physiologische Wahrheit, welche allsogleich bei ihrer Bekanntwerdung von den Laien gefühlt und mit dem Namen Galvanismus verewiget, aber erst

60 Jahre nachher von dem Scharfsinne eines deutschen Forschers dargethan wurde. Waren also Lügen die Versuche Volta's? Ebenfalls nicht. Diese waren die Keime, aus welchen sechs Jahre später die grösste Analysis der Welt sich entwickeln sollte. Denn Volta hatte bei diesen Versuchen gelernt, dass nicht jedes Metall in jedes andere bei gegenseitiger Berührung dieselbe Menge von Electricität treibt, dass, wenn z. B. Kupfer im Eisen die Electricität mit einer Kraft gleich 4 treibt, Eisen in Blei mit einer gleich 3, Blei in Zinn mit einer gleich 2, und Zinn in Zink mit einer gleich 3, so treibt Kupfer in Zink die Electricität mit einer Kraft gleich 12, das heisst mit einer Kraft, welche der Summe aller Zwischenkräfte gleich ist. Er lernte ausserdem, dass die electromotorische Kraft zwischen einem trockenen und einem feuchten Körper viel zu gering ist im Verhältnisse zu jener zwischen zwei trockenen Körpern, dass sie ganz vernachlässigt werden kann, und der feuchte Körper nur als Leiter der Electricität wirkt. Auf den ersten Satz gründete Volta sein Element, welches in einem Scheibenpaare von Kupfer und Zink besteht und auf beide Sätze das dritte und zugleich das ewige Denkmal seines Ruhmes, den Zerleger aller Materie, eine kaum einen Schuh hohe Säule, welche selbst die Säule von Vendome an Erhabenheit übertrifft. Die Volta'sche Säule, aus abwechselnden Scheiben von Kupfer und Zink und feuchtem Pappendeckel zusammengesetzt, entstand erst vier Jahre, nachdem Volta das Element erfunden hatte, sie trägt die Jahrzahl 1800. Sie setzte

die ganze Welt in Staunen, ausgenommen ihren Erfinder, welcher über dieselbe schrieb: „Dies ist der grosse „Fortschritt, den ich gegen das Ende des Jahres 1799 „gethan habe, ein Schritt, welcher mich bald zur Bildung des neuen schüttelnden Apparates führte, der die „Physiker so sehr staunen machte, mir eine grosse Genugthuung gewährte, aber kein Staunen erregte nach „der Entdeckung des Elementes, welche mir einen solchen Erfolg verheissen hatte.“ Und in der That, das Staunen der Welt muss bei der Entdeckung der Volta'schen Säule sehr gross gewesen sein, wenn es selbst die Entdeckung Galvani's zur Vergessenheit verurtheilte. Konnte das aber auch anders sein? Wem sind nicht die Anwendungen bekannt, welche dieser merkwürdige Apparat sowohl in den Künsten als in der Wissenschaft fand? Die Berührungseletrizität behielt dennoch den Namen Galvanismus, fast zum Vorwurfe den Verehrern Volta's, dass sie an die thierische Eletrizität nicht mehr dachten, fast zur Ermahnung den Aerzten, dass sie in der thierischen Eletrizität das tiefste Geheimniss des Lebens ergründen sollten. Erst als man etliche und vierzig Jahre nach der Entdeckung Galvani's die Gesetze der Eletrizität zu studiren anfang, welche einige Fische nach ihrer Willkür entwickeln, z. B. der Zitterrochen, der Zitteraal und andere, versuchten die Gelehrten die Existenz der thierischen Eletrizität neuerdings darzutun und ihre Gesetze zu ergründen. Grimelli, eingedenk, dass der Hauptversuch Galvani's, das heisst die Zuckung in Folge der Berührung des Nerves und der

Sehne des Wadenmuskels nicht genug gewürdigt wurde, weil er nur unter besonderen Umständen und in den Händen sehr geübter Experimentatoren gelingt, eingedenk andererseits, dass Volta die kaum wahrnehmbare Wirkung des Elementes durch blosse Vermehrung der Elemente bis zur Erschütterung steigerte, construirte eine Galvanische Säule, welche aus Froschschenkeln bestand. Er nahm mehrere frische Froschschenkel, band den Fuss des einen mit dem Oberschenkel des andern zusammen, und indem er den Kreis dadurch schloss, dass er den Fuss des letzten mit dem Oberschenkel des ersten in Berührung brachte, erhielt er deutliche Zuckungen, sowohl beim Schliessen als beim Oeffnen der Kette, in allen Gliedern derselben.

Indessen hatte schon im Jahre 1802 Romagnosi entdeckt, dass der Apparat von Volta eine frei aufgehängte, magnetische Nadel von ihrer polaren Richtung ablenkt, eine Entdeckung, welche von den mit den Wirkungen und den Anwendungen der Volta'schen Säule zu sehr beschäftigten Physikern kaum beachtet wurde. Ampère construirte die astatischen Nadeln, das heisst magnetische Nadeln, welche gegen die Einwirkung des Erdmagnetismus unempfindlich sind. Diese bestehen aus zwei möglichst gleichen magnetischen Nadeln, deren Pole sich in entgegengesetzter Richtung befinden, in ihren Mittelpunkten aber durch einen senkrechten metallischen Faden verbunden sind. Nobili endlich im Jahre 1833 construirte in Venedig den nach seinem Namen genannten Multiplicator, den Apparat, durch welchen

die schwächsten electricen Strömungen wahrnehmbar werden. Dieser Apparat besteht in einer auf einem einfachen Seidenfaden hängenden astaticen Nadel und in einem hölzernen Rahmen, um welchen in mehreren tausenden von Windungen ein sehr dünner kupferner oder silberner mit Seide umspinnener Faden gewickelt ist. Wenn man nun, nachdem die astatiche Nadel sich in Ruhe gesetzt hat, die Enden des Fadens durch einen electricen Strom verbindet, mag dieser noch so schwach sein, so weicht allsogleich die astatiche Nadel von ihrer Ruhestellung ab und zwar nach der Richtung des Stromes. Um nun zu beweisen, dass in jedem Thiere thierische Electricität vorhanden ist, nahm Matteucci fünf Tauben, härte ihnen die Schenkel ab, zog jeder Taube die Haut von einem Theile eines Schenkels ab und legte das Innere des Muskels des anderen Schenkels bloß. Indem er die zehn Schenkel mit einander mittelst Bindfäden oder mittelst hölzerner Pincetten in Berührung brachte, erhielt er eine electriche Säule, bei welcher ein Pol von der äusseren Oberfläche des Muskels eines Schenkels und der andere Pol von dem Innern des Muskels des anderen Schenkels repräsentirt war. Sobald nun Matteucci die freien Enden des Fadens des Multiplicators mit den zwei äussersten Schenkeln der Kette in Verbindung brachte, wich die astatiche Nadel von ihrer Ruhestellung um 15° in der Richtung einer electricen Strömung ab, welche von dem Innern des Muskels zu seiner Oberfläche ging. Matteucci wiederholte denselben Versuch mit Fröschen und mit Kanin-

chen und erhielt immer dieselben Erfolge. Durch diese Versuche wurde die Existenz der thierischen Electricität ausser Zweifel gestellt, und dies um so mehr, als eine Kette von Froschschenkeln einige Zeit nach dem Tode weder beim Schliessen noch beim Oeffnen des Kreises in Zuckungen geräth, während sie doch einen frisch präparirten Froschschenkel, der mit dem Nerve ihr erstes und mit den Zehen ihr letztes Glied berührt, in heftige Zuckungen zu versetzen im Stande ist. Wurde aber auch durch diese Versuche dargethan, welche die thierischen Gewebe sind, in denen der electriche Strom circulirt und welche die Gesetze, denen dieser Strom gehorcht? Durchaus nicht. Es war einem deutschen Forscher vorbehalten, die Lehre der thierischen Electricität zu vervollständigen und der Entdeckung Galvani's die Krone der Unsterblichkeit aufzusetzen. Dieser Forscher heisst Du-Bois-Raymond, der Physiologe zu Berlin. Er sah ein, dass die Aufgabe nur durch den Multiplicator von Nobili zu lösen wäre, dass aber dieses Instrument in seiner originellen Gestalt viel zu unempfindlich war, um so schwache electriche Strömungen zu verrathen, wie diejenigen der thierischen Electricität sind, und viel zu einfach, um nicht auch andere Deutungen zuzulassen. Das erste, was er also that, war, den Nobili'schen Multiplicator zu vervollkommen. Er vermehrte die Windungen des metallischen Fadens bis zu 24.000, verband mit jedem der freien Enden desselben ein Platinstäbchen, liess diese in zwei mit Kochsalzlösung halbgefüllte Gläschen tauchen und legte über

den freien Rand jedes Gläschens ein Bäschchen von Flusspapier, welches er zur Hälfte in die Kochsalzlösung reichen und zur Hälfte aus dem Glase heraushängen liess. An diesem Probirsteine der schwächsten electrischen Strömungen untersuchte der Berliner Physiologe alle Gewebe des thierischen Organismus nacheinander, Muskel, Nerven, Sehnen, sogar die Knochen. Die Untersuchung bestand darin, dass er zwei Stellen eines Gewebes mit den zwei Flusspapierbäschchen in Berührung brachte und die Schwankungen der astatischen Nadel beobachtete. Wenn er nun einen Muskel mit den Papierbäschchen derart in Berührung brachte, dass zwei verschiedene Stellen der äusseren Oberfläche oder die zwei Querschnitte desselben die Papierbäschchen berührten, so rührte sich die astatische Nadel von ihrer Ruhelage gar nicht. Brachte er aber von demselben Muskel den Querschnitt mit einem, und den Längenschnitt mit dem anderen Papierbäschchen in Berührung, so sah er die astatische Nadel allsogleich von ihrer Ruhestellung um mehrere Grade ablenken und zwar in der Richtung, dass sie eine electrische Strömung verrieth, welche vom Längenschnitte zum Querschnitte geht und in dieser Strömung so lange verharren, als der Muskel die ursprüngliche Lage behielt. Dieselbe Strömung fand er in den Nerven und in den anderen Geweben, aber in viel geringerem Grade. Dadurch wurde also das Vorhandensein der thierischen Electricität dargethan, welche vom Längenschnitte zum Querschnitte der Muskeln und der Nerven geht. Du-Bois stellt sich

die einfachen Muskelfasern als verzinkte Kupfereylinder vor, das heisst als Cylinder, welche äusserlich positiv, innerlich aber negativ electricisch geladen sind, und bestätigte dadurch die ursprüngliche Theorie Volta's, welche das Princip Galvani's nicht leugnete, aber die Vertheilung der Electricität in anderer Weise annahm. Du-Bois ging aber noch weiter, er wollte erfahren, welchen Einfluss die thierische Electricität auf die Hauptfunction, d. i. auf die Zusammenziehung der Muskeln ausübe. Er reizte daher den in dem Kreise des Multipliers eingeschlossenen Muskel bis zur Zusammenziehung und sah, je stärker dieselbe stattfand, um so mehr die astatische Nadel sich zurückdrehen und dem Ruhepunkte sich nähern. Daraus schloss er, dass bei der Zusammenziehung eines Muskels die Stärke seines electricischen Stromes abnehme. Endlich bewies der Berliner Physiolog die Existenz der thierischen Electricität in dem Menschen mit folgendem überraschenden Versuche. Er tauchte in ein Gläschen des Multipliers den Zeige- und den Mittelfinger seiner rechten, und in das andere Gläschen dieselben Finger der linken Hand, wartete ab, bis die astatische Nadel sich in Ruhe gesetzt hatte, und zog dann plötzlich alle Muskeln eines Armes zusammen. Die astatische Nadel wich allsogleich von ihrer Ruhelage ab und zwar in einer Richtung, welche eine electricische Strömung von dem ruhigen zum zusammengezogenen Arme verrieth.

Ich werde weder ein Wort der Bewunderung, noch ein Wort des Lobes diesem wirklich schönen, wirklich

überraschenden Versuche widmen. Dadurch, dass er uns den menschlichen Willen über die geheimsten Kräfte der Schöpfung herrschend zeigt, leihet er der Entdeckung Galvani's die Weihe der höchsten Erhabenheit, die Glorie des Ueberirdischen. Durch Du-Bois wurde in höchster Instanz entschieden, dass ausser der metallischen Electricität Volta's auch die thierische Electricität Galvani's existirt.

Ist es mir aber gelungen, geehrte Damen und Herren, diesen Ausspruch der Wissenschaft Ihnen anschaulich zu machen, und Ihnen klar darzustellen, wie einerseits ein Genie zuerst von einem Zufalle erleuchtet, dann von der Hand eines Weibes geführt, zuletzt von der eigenen Ueberzeugung aufrecht erhalten; — andererseits ein strenger Forscher, kaltblütig wie die Gerechtigkeit, unbeugsam wie der Stolz, rücksichtslos wie die Rache, die zwei grössten Entdeckungen ihres Zeitalters gemacht haben; und endlich wie nach einem halben Jahrhundert einer ihrer Landsleute den Streit zu Gunsten beider entschied, so mögen Sie den Gang, den Sie langsamen Schrittes heute mit mir in den Irrgängen der thierischen Electricität gemacht haben, eben so sicher und lehrreich finden als er langsam war.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Molin Raffaele

Artikel/Article: [Ueber thierische und metallische Electricität. 19-46](#)