



Alonfi Galvani

Abhandlung

über die Kräfte

der thierischen Elektrizität

auf die Bewegung der Muskeln,
nebst

einigen Schriften

des H. H. Valli, Carminati und Volta
über eben diesen Gegenstand.

Eine Uebersetzung

herausgegeben
vom

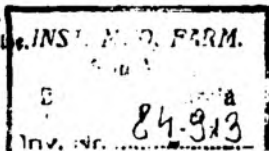
D. Johann Mayer

k. Pl. Hofrath, Mitglied der röm. kais. Academie der Naturforscher, der k. böhmischer Gesells. der Wissensch. der Churfürstlichen Physischökonomischen, der Churfürstlichen ökonomischen Gesells. zu Leipzig, und der Naturforscher zu Berlin, etc. etc.

Mit 4 Kupfertafeln.

Prag, 1793.

bei J. B. Calve.



Vorrede des Herausgebers.

Seit zwei Jahren beschäftigt die durch Herrn Galvani entdeckte thierische Elektrizität, und ihr Einfluß auf die Wirkung der Nerven, auf die Bewegung der Muskel fast allgemein die Neugierde der italienischen Naturforscher, ohne daß eine vollständige Nachricht, von diesen wichtigen Entdeckungen nach Deutschland gekommen wäre. Die erste Nachricht hatte ich das Glück durch den um die physischen Wissenschaften so verdienstvollen Herrn Ritter v. Landriani zu erhalten, die ich auch in den 3ten Theil der von mir

ausgegebenen Sammlung physikalischer Aufsätze zum erstenmal bekannt gemacht. Seit dieser Zeit erhielt ich auch die über diesen Gegenstand im Druck erschienene Schriften, deren Uebersetzung und Ausgabe man hier liefert.

Galvanis Schrift erschien gedruckt zu Bologna das vorige Jahr unter dem Titel: Aloyfi Galvani de Viribus electricitatis in motu musculari Comentarius. 4. Bononiæ, 1791.

Gleich nach ihrer Erscheinung machte sie allgemeines Aufsehen, und und gefiel so sehr, daß man die darinn beschriebenen Versuche alsogleich in Pavia und Manland wiederholte. Im ersten Orte erschien kurz darauf ein gedruckter Brief unter dem Titel: Letzte-

tera del Dottore Eusebio Valli, full' Electricità Animale ad un suo Amico; in welchen die gemachten Versuche des Herrn Galvani gänzlich bestätigt, und noch eine Menge andere, durch Herrn Valli und Massini mit verschiedenen Thieren, mit den vollkommensten Erfolg gemacht wurden. Das Resultat dieser und ganz verschiedenen angestellter Versuche beschreibt der hier nach dem Original übersezte und beigelegte Brief selbst, der als eine Fortsetzung der galvanischen Schrift anzusehen ist. Seine Versuche so er mit verschiedenen Giften angestellt, beweisen daß ein großer Theil derselben wenig oder gar nicht auf die entdeckte thierische Elektrizität wirkten.

In einem anderen mir zugesandten noch ungedruckten Brief, zeigt Hrn
 Bal-

Balli, daß Arsenik und Schirling welche er zweien Hunden hatte verschlucken lassen, und nachher getödet hat, die Elektrizität nicht merklich geschwächt haben. Mehrere Frösche durch einen Schlag der leidner Flasche getödet, waren, eben so belebt und frisch als andere. Frösche leben unbeschadet überhaupt einige Tage in einer durch ihre eigne Ausathmung verdorbenen Luft. Brennbare Luft, salpeter Luft schadet ihnen eben so wenig. Mir hat es geschienen als ob sie durch die fixe Luft ebenfalls nicht litten. Nach seinen Versuchen zeigte sich gar sehr ein Unterschied bei diesen Thieren, wenn sie in einer durch angezündeten Schwefel verderbten Luft lange gehalten wurden. Selbst schon getödete und zubereitete Frösche zeigten einige Veränderung, wenn sie gleich lebend diese Luft nicht eingesogen hatten.

Die

Die Muskelfiber war bald schlaff, bald angespannt, bald starr. Bei dem Versuche waren die Zuckungen schwach, und nach einer kurzen Zeit war es unmöglich deren wieder zu erwecken. Die brennbare Luft hatte zween Finken, und einen Kanarienvogel das Leben, nicht aber ihre schwache und sparsame Elektrizität genommen. Die zubereitete Vorderpfoten von zwei Katzen, so in einer mit brennbaren Luft gefüllten Glocke gesetzt waren, gaben die gewöhnlichen Zeichen der Elektrizität von sich. Einige Frösche, die in den Ausdünstungen des faulen Fleisches unter gläsernen Recipienten gehalten wurden, behielten nach dem Tode einen kleinen Rest von Elektrizität. Wahrscheinlicher Weise wird Herr Valli seine Versuche fortsetzen, und wir haben bald ihre Bekanntmachung zu hoffen.

Ich

Ich bin noch im Stande verschiedene mir mitgetheilte Versuche bekannt zu machen, die von verschiedenen andern italienischen Naturforschern über diesen Gegenstand unternommen worden, und noch gar nicht bekannt sind, und die beweisen, wie sehr man sich bemühet hat diesen Gegenstand zu verfolgen.

Frosche, die in Iovleanischen Vacuum starben, und hernach versucht wurden bewegten sich ohne Kraft, und verloren in kurzen, die Fähigkeit sich zu bewegen. Bei diesen Froschen erfolgt eine Ergießung des Bluts in den zellichten Gewebe der Muskeln, wodurch ihr Fleisch eine lebhafte Röthe bekommt. Das Blut selbst ist ein Zulieferer der Elektrizität, daher in diesen Fall ein Theil, zum Nachtheil der Nerven zerstreuet wird, welche der Weg sind,
durch

durch welche die oberröhrte Flüssigkeit, wenn man sie so nennen darf in die Muskelfaser tritt. Wenn man immer diesen Versuch mit zubereiteten Fröschen macht, so gehet, wenn die Ausströmung des Blutes nicht statt hat, die Elektrizität dennoch ziemlich gut, und wenn je ein Unterschied da ist, so ist er sehr klein. Diese zwei Bemerkungen sind von dem Herrn Peter Moscati. Eben derselbe bemerkte, daß die Bewegungen an den Fröschen lebhafter sind, wenn man den Bogenleiter von Muskel, zu der Belegung der Nerven, als von den Nerven zu den Muskeln bringt. Noch mehr, macht man den Versuch auf die letztere Art, so verliert sich die Elektrizität, und keine Art von Bewegungen erscheinen, da man sie doch nach obiger Art erhält. Dieser Fall ist besonders, und verdient Aufmerksamkeit.

Kurz

Kurze Zeit darauf erschienen in den Giornale fisico Medico del Signore D. Brugnatelli das in Pavia heraus kömmt, einige Bekanntmachungen über die thierische Elektrizität, nemlich: Lettera del Signore Don Bassano Carminati, P. Professore di Medicina nella R. J. univers. di Pavia &c. diretta al chiarissimo Sign. Dottore Galvani del Instituto di Bologna. So denn del Signor Don Alessandro Volta de 3 Aprile, al Dotore Baronio altero de' Medici assistenti all' Ospedal Maggiore di Milano, und endlich noch lettera del chiarissimo Sign. Dottore luigi Galvani, pub. Prof. e Accademico dell' Instituto del Scienze di Bologna, al Sign. Prof. Don Bassiano Carminati. Alle diese Schreiben beziehen sich auf die gemachte Entdeckungen des H. Galvani,

ni,

ni, und ich habe daher für nöthig gefunden, sie in der Uebersetzung mit des H. Valli' Sendschreiben dem Werke des H. Galvani anzuhängen. In allen diesen Schriften, besonders in der letztern werden die Beobachtungen des H. Galvani bestätigt. Aber man schrieb die ersten Erscheinungen, den Ursprung der Entdeckungen, den elektrischen Atmosphären zu. Man beweist, daß die schwächste Elektrizität hinreichend ist, auf armirte oder belegte Frosche zu wirken, so, daß eine zwanzigmal schwächere Elektrizität, als jene, die die empfindlichsten Elektrometer einen Grad steigend macht, hinreichend ist, einen auf diese Art armirten Frosch in Zuckungen zu setzen, wenn nemlich die Materie aus den Nerven des Rückgrads in die Muskeln der Schenkel fließt. Daher ein in diese dort beschriebene Ver-

faß

fassung gesezter Frosch, der empfindlichste Elektrometer wird, den man bis izt kannte. Man folgert, daß in der innern Seiten der Muskeln es eine Elektrizität aus Abgang, und in der äußern aus Ueberflus gebe; und daß die Seele wirklich die Elektrizität zusammenzuziehen und auslassen könne, und dadurch wirkt, indem sie aus dem Gehirn durch das Mittel der Nerven die Elektrizität in die Muskel übergehen läßt, welches die Wahrscheinlichkeit der Bemerkungen bestättiget daß die Elektrizität bloß in den willkührlichen Muskeln thätig sey.

Herr R. von Landriani schrieb mir zu eben der Zeit: die Versuche über die thierische Elektrizität sind zu Pavia fortgesetzt worden. Da haben sie unterdessen, was mir Herr D. Aless. Volta nur kurz davon berichtet:

1)

1) Findet man, daß diese Elektrizität nur allein auf die Muskeln wirke, die eine willkührliche Bewegung haben, das Herz ohngeachtet aller seiner Reizbarkeit fühlt sie nicht in geringsten, wie es auch immer versucht wird. Ein Stück eines willkührlichen Muskels aber, wenn es auch klein aber nur gehörig belegt ist, fühlt sie gleich.

2) Bei den Fröschen, Aalen und Fischen ist es nicht nothwendig die Muskeln zu entblößen, man lege nur ein Streifchen Staniol der Länge nach auf den Rücken, und lege das Thier auf einen silbernen Teller, und das Thier wird Zeichen der lebhaftesten Empfindlichkeit geben, so wie mit dem leitenden Bogen der Staniol und der Teller berührt worden. Doch fühlen die schuppigten Fische weniger als die nackten.

3)



3) Sie gelingen in Thieren mit warmen Blute nicht, weil die Haut sie hindert; aber man nehme z. B. einen Maulwurf, und mache auf dessen Rücken der Länge nach einen Einschnitt, hebe denn die Haut ein wenig in die Höhe und lege zwischen die Haut und Fleisch ein Streifchen Staniol, darnach lege man den Maulwurf auf einen silbernen Teller, und verbinde ihn wie gewöhnlich und er wird kräftig bewegt werden.

4) Der Mensch der mit einer nackten Haut bedeckt ist, wenn sie gleich feiner und noch über dieß gewaschen und abgerieben ist, fühlt belegt mit einem Zinnblättchen die Elektrizität nicht, aber wenn man die untere Spitze seiner Zunge, und unter dieselbe eine Silbermünze giebt, und er nach und nach
die

die Zunge zurück zieht, und die Belegung berührt, so empfindet er einen äußerst lebhaften Geschmack von Elektrizität, dem Granatapfel gleich, und ein ganz eigenes Gefühl.

5) Es ist zu bemerken, daß man um Wirkungen zu haben, verschiedene Metalle anwenden muß, z. B. Zinn und Bley auf der einen Seite und die anderen Metalle auf der anderen. Vielleicht, daß man die Metalle unter zwei Gattungen bringen muß, nemlich die harten und weichen. Das Quecksilber aber wirkt wie die harten. Nimmt man anstatt der Zinnblättchen ihrer von Gold oder Silber, und legt man das Thier auf ein hartes Metall oder auf Quecksilber, so hat man nur wenig Wirkung.

Diese Anmerkungen des Herrn Volta werden durch eine andere Nachricht, die ich später erhielt erläutert und ergänzt, und ich glaube sie ganz, ohngeachtet einiger Wiederholungen, hier beifügen zu müssen um eine vollkommene Uebersicht der gemachten Entdeckungen in dieser wichtigen Materie zu liefern.

Durch seine Versuche hat er gezeigt daß in allen Gliedern von allen Thieren, sowohl von warmen als kalten Blut, auch ohne einen Nerven zu entblößen, auch bei lebenden ganzen und unverletzten Thieren zukungen und lebhafteste Bewegungen bloß dadurch erwecket werde, wenn man an was immer für einen fleischichten Theil (*pars musculosa*) ihres Körpers Armaturen von verschiedenen Metallen, die sich sonst
auf

auf eine Art ungleich sind, anlegt, und zwischen diesen eine Verbindung unterhält. Nachdem er bestimmt hat, welche Verbindung verschiedener Metalle mehr oder weniger vortheilhaft sind, und jene von Silber auf der einen, und Zinn oder Bley auf der anderen Seite für die beste angiebt, schritt er zu ähnlichen Versuchen, mit abgeschnittenen und getrennten bloßen Stücken von Gliedern, mit einen einzigen abgelösten, und mit zerstückten Muskeln, und brachte mit dem nemlichen Kunstgriffe der verschiedenen Armaturen die gewöhnlichen Zuckungen und Bewegungen in diesen abgeschnittenen Gliedern hervor, und das durch eine ziemlich lange Zeit, nemlich noch lange nachher, da die Reizbarkeit dieser Muskeln, durch kein anderes mechanisches oder chemisches Mittel mehr zu erwarten war.

b

Durch

Durch dieses Metall aber werden bloß jene Muskeln die zu den willkührlichen Bewegungen dienen, nemlich vermittlest der Elektrizität, die durch einfache Belegungen mehr erwecket wird, in Zuckungen und krampfartige Bewegungen gebracht, indessen die anderen Muskeln, die keine willkührliche Bewegungen haben, ob sie gleich viel Reizbarkeit besitzen, z. B. die des Magens, der Gedärme, und selbst des Herzens sich nicht im geringsten bewegen, wenn man gleich die nemliche Art zu Versuchen anwendet u. s. w. Eben also verhält es sich mit dem Zwergefell, dessen Bewegungen wenigstens größtentheils willkührlich sind.

Die andere sonderbare Entdeckung ist die des lebhaften Geschmacks, dem die Zunge empfindet, wenn man bei
ihr

ihr die zwei verschiedenen Armaturen
 anwendet. So, wenn man z. B. ein
 kleines reines Zinn- oder Bleyblättchen,
 (am besten gehet es mit den sogenann-
 ten Silberpapier, das eigentlich ein
 mit Zinnblättchen überzogenes Papier
 ist) gegen die Spitze der Zunge drückt,
 und auf die Fläche der nemlichen Zun-
 ge eine Silber oder Goldmünze, eine
 silberne Spatel, oder Löffel legt, und so-
 denn den Griff oder Handhabe des
 Spatels oder Löffel, oder in den Fall,
 die Münze, das Blättchen von Bley
 oder Zinn, gegen welches die Spitze der
 Zunge drückt, berühren läßt, so hat
 diese eine Empfindung von einem wahr-
 haft sauren Geschmack, der zu weilen
 so stark ist, daß er beschwerlich fällt ja
 unerträglich wird, besonders da er nicht
 bloß von einer augenblicklichen Dau-
 er ist; sondern so lange anhält, als die

Verbindung der beiden Metalle währt, (welches wie Herr Volta mit Recht folgert) beweist, daß der Zufluß der elektrischen Materie, welche durch das Mittel der zwei Metalle von einer Seite der Zunge zu der andern hervorgebracht wird, auch beständig seye. Uebrigens kann man nicht sagen, daß jene Empfindung der eigene Geschmack des von der Zunge benetzten Metalls seye, welche wie immer, bei diesen erwähnten Versuche ausdünste, indem das nemliche, und fast eben so lebhaft empfunden wird, wenn man die Zungenspitze in ein Glas voll Wasser eintauchet, in welchen ein Blättchen von Zinn oder Silberpapier schwimmt, daß den Rand des Glases berührt, es wird sagt er, der saure Geschmack empfunden, sobald der Griff des Löffels dessen erhabenen Theil man, auf die Mitte
der

der Zunge legt, das besagte Zinnblättchen berührt und dauert in einen gleich lebhaften Grad so lange fort, als die Berührung unterhalten wird. Dasjenige, was die in das Wasser getauchte Zunge empfindet, ist also nicht der eigene Geschmack des Metalls, sondern der eigene Geschmack jener Materie, die durch das Metall und dem Wasser umläuft nemlich die Elektrische.

Was aber hiebei eine besondere Bemerkung verdient, ist; daß der Geschmack nicht mehr der nemliche, nicht mehr sauer sondern ein scharfer, brennender, laugenhafter Geschmack ist; wenn man den Versuch umkehrt, und das silberne Werkzeug an die Zungenspitze, und das Zinnblättchen an dem anderen Theil legt. Woraus sich offenbart, daß es nicht einerlei sei, ob die
 elek.

elektrische Materie, welche die Geschmacksnerven reizt, in oder ausfließt; indem Sie immer einen ganz verschiedenen Geschmack erweckt. Dieses ist es auch, was H. Volta bestimmt eine neue Theorie des Geschmacks anzunehmen, von welcher er uns einst unterrichten wird.

Eine Menge Folgerungen fließen aus diesen als auch anderen Versuchen, nicht allein in Rücksicht auf thierische sondern auch auf allgemeine Elektrizität, worinnen H. Volta immer neue Gesetze entdeckt, besonders in betreff der Metalle, die nun nicht mehr als einfache Leiter zu betrachten sind, sondern als wahre Bewegter (Motori) der Elektrizität, weil sie mit ihren bloßen mehr oder weniger ausgedehnten Berührungen und Anlegungen an andere

re

re minder vollkommne Leiter, das Gleichgewicht der elektrischen Materie aufheben, und indem sie solche aus der Ruhe und Unthätigkeit bringen, in der sie waren, sie in Bewegung setzen, und in Kreislauf bringen. Eines, zum Beispiel: das Silber dadurch, daß es solche an sich ziehet und gleichsam einsauget, das andere, als: das Zinn, indem es sie absetzet. Endlich da H. Volta fortfährt nicht nur den physischen, sondern auch den chemischen Eigenschaften dieser Materie nachzuspähen, so wie er von dem lezten eine neue und so bemerkungswerthe, nemlich die des Geschmacks schon entdeckt hat, wer weiß, ob er es nicht auch dahin bringen wird, ihre wahre Natur und Beschaffenheit bekannter zu machen? und welchen Fortgang können wir uns nicht von den versprechen, den wir auf den Wesgen

gen der Entdeckungen schon so weit fortgegangen erblicken. Wirklich fängt schon an H. Volta seine gemachten Entdeckungen über die thierische Elektrizität bekannt zu machen, und einige Stücke sind schon wieder in den physisch-medizinischen Journal des H. Bruzzenatelli erschienen. Ich werde dafür sorgen, daß sie sehr geschwind unsern deutschen Lesern bekannt gemacht werden.

Zum Beschluß habe ich noch eine wichtige Nachricht hier beizufügen die mir aus Bologna erst zugesandt worden ist. Die Nachricht ist am eben den Tag geschrieben, als der Versuch gemacht worden: Ich setze sie wörtlich hieher:

Eben

„Eben diesen Morgen sind Versuche in den öffentlichen Spital von St. Ursula gemacht worden, und haben die neuen Entdeckungen der thierischen Elektrizität auch in den Menschen bestätigt. Der Versuch ward gemacht in einen Arm und einen Fuß, die nothwendig einen Kranken Mann um weitere tödliche Folgen zu verhüten, abgenommen werden mußten. Gleich nach der Operation wurden die Nerven von denen da zugehörigen Muskeln entblößt, die Nerven so denn mit der gewöhnlichen Belegung bewafnet. Denn wurden sie erstens mit ganz Metallenen, dann mit durch Glas, Harz und anderen elektrischen Körpern unterbrochenen Bögen versucht. Wir hatten im ersten Falle immer und auch in zweiten Falle keine zweideutigen, sondern vollkommene Zusammenziehungen, die sich vor-

züglich durch die Bewegung der zu den Zehen und Fingern gehörigen Muskeln des Fußes und der Hand äußerten; diesem nach waren auch die Bewegungen in diesen weniger stark, als in jenen in Rücksicht der Nerven, welche durch die Krankheit beschädiget oder übler zugerichtet waren.

Es werden noch zwei andere Erscheinungen beigefügt, die der Frater Vasco und andere mehr als einmal bemerkt haben.

1) Daß wenn der Nerven gebunden wird, die Zusammenziehungen aufhören, wie aber das Band gelöst wird, so erscheinen sie auf das neue.

2) Ein einziger abgesonderter und entzweigetschnittener Muskel zeigt,
wenn

wenn dessen innere und äußere Oberfläche mit den Zuleiter berührt wird, die gewöhnliche Wirkung, dieß giebt der Vermuthung des H. Galvani ein neues Gewicht, daß das ganze Verhältniß auf die, den Muskeln entgegengesetzte Oberfläche zurück falle.

Noch habe ich in Betref der ausgegebenen Schrift anzumerken, daß die Abhandlung des H. Galvani, und das Schreiben des H. Balli von H. Ritschel in Prag, die übrigen angehängten Schreiben aber von H. Fechner in Wien in das Deutsche übersezt worden.

Inhalt.

Erster Theil.

Von den Kräften der durch Kunst erregten Elektrizität . . . S. 1.

Zweiter Theil.

Von den Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität auf die Muskelbewegungen. S. 27.

Dritter Theil.

Von den Wirkungen der thierischen Elektrizität auf die Muskelbewegung. S. 33.

Vierter Theil. ;

Einige Muthmassungen und Folgerungen
. S. 75.

Erklärung der Kupfertafeln S. 125.

Schreiben des D. Eusebius Valli über die thierische Elektrizität . S. 131.

Schreiben des Herrn Bassano Carminati an Herrn D. Galvani S. 149.

Schreiben des Herrn Alexander Volta an Herrn D. Baronio. . S. 158.

Erster Theil.

Von den Kräften der durch Kunst erzeugten Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln.

Ich habe immer gewünscht, dasjenige, was sich nach vielfältigen Versuchen und nicht geringen Arbeiten in Ansehung der Nerven und Muskeln zu entdecken gefügt hat, auf jenen Grad von ~~Reinheit~~ Reife zu bringen; daß sowohl ihre verborgene Eigenschaften, wenn's möglich ist, aufgedeckt, als auch ihre Krankheiten sicherer geheilt werden könnten. Zu diesem Zwecke schien mir nichts angemessener, als daß ich alle Entdeckungen, von was Art sie immer seyn möchten, endlich kund machte. Vorzüglich gelehrte Männer, werden bei ihrer Durchlesung, durch ihr Nachdenken sowohl, als ihre Versuche, diese Entdeckungen nicht nur erweitern, sondern alles das so gar leisten, was wir zwar unternommen, aber vielleicht auch am wenigsten erreicht haben.

Mein Wunsch war es ebenfalls, wenn gleich kein vollkommener, kein vollendetes Werk, welches ich vielleicht nie vermocht hätte, doch kein rohes nur kaum angefangenes, ans Licht treten zu lassen. Da ich aber wahrnahm, daß mir es an Zeit, Muffe, selbst an Geisteskräften, um es auszuführen, gebrach, so zog ich dem Nutzen der Sache selbst, diesen meinem billigsten Wunsche vor.

Ich glaubte daher meinem Werke dadurch ein Verdienst zu geben, wenn ich eine kurze und genaue Geschichte der Entdeckungen lieferte, in der nemlichen Ordnung und auf die nemliche Weise, theils wie sie mir Zufall und Glück darbieten, theils Fleiß und Mühe entdeckten. Nicht, damit mir mehr als dem Glücke, oder diesem mehr als mir zusege, sondern um jenen, die den nemlichen Weg der Versuche gehen wollten, ein Licht vorzutragen, oder wenigstens dem Wunsche der Gelehrten ein Genüge zu leisten, welche ein Vergnügen an Dingen finden, die entweder einige Neuheit darbieten, oder noch ganz neu sind.

Dieser Erzählung werde ich hie und da einige Folgerungen, Ruthmassungen und Hypothesen anhängen, vorzüglich in der Absicht einen Weg zu neuen Versuchen zu bahnen, auf welchen

hen, wenn wir auch die Wahrheit nicht erreichen, uns dennoch zu ihr einen neuen Zugang gebahnet haben.

Mit dieser Entdeckung gelang es so zu. Ich zerschnitt einen Frosch, und bereitete ihn, wie in Fig. 2 Taf. I zu sehen; legte ihn ohne etwas anders zu vermuthen, auf die Tafel, worauf die elektrische Maschine Fig. 1. Taf. I. stand, die gänzlich vom Konduktor getrennt, und ziemlich weit davon entfernt war; als aber einer meiner Zuhörer die Spitze des Messers von ungefähr ein wenig an den innern Schenkelnerven des gedachten Frosches D. D. brachte, so wurden die Muskeln aller Glieder so gleich so zusammengezogen, als ob sie von heftigen Konvulsionen ergriffen würden. Ein anderer, von den Gegenwärtigen, glaubte zu bemerken, es geschähe nur zur Zeit, wenn der Konduktor Fig. 1. B. einen Funken gäbe. Er bewunderte die Neuheit der Sache, und machte mich, der ich eben ganz was anders vorhatte, aufmerksam darauf. Ich wurde auch so gleich von der Begierde das nemliche zu erfahren, und das Verborgene davon zu erforschen hingerissen. Ich berührte also selbst mit der Messerspitze bald den einen bald den andern Schenkelnerven, zur Zeit, wenn einer der Gegenwärtigen einen Funken

aus dem Konduktor nahm. Die Erscheinung geschah auf eben dieselbe Weise, heftiges Zusammensziehen ergriff jede Muskel aller Glieder, als ob das Thier von einem heftigen Tetanos in den nemlichen Augenblick ergriffen würde, wenn die elektrische Maschine Funken gab.

Da ich aber besorgte, daß diese Zuckungen vielmehr von der Berührung der Messerspitze, die ich für einen Reiz nahm, herrühre als von den erregten Funken; so berührte ich die nemlichen Nerven auf eben die Art, an anderen Fröschen, und zwar stärker, ohne daß während dem ein Funke genommen worden; es erfolgten aber gar keine Bewegungen. Ich dachte also, um dieß Phenomen hervorzubringen, wurde zu gleicher Zeit die Berührung eines Körpers, und die Funken Entloekung erfordert. Ich hielt also die Messerspitze unbewegt an die Nerven zur Zeit, als die Maschine Funken sprühte, und auch als sie völlig ruhig war. Die Erscheinung geschah aber nur immer dann, so oft ein Funke entloekt würde.

Wir wiederholten den Versuch mit dem nemlichen Messer, und fanden zu unserer nicht geringen Verwunderung, daß die Bewegungen bei der Funken Entloekung bald stärker waren, bald ganz verschwanden. Durch

Durch die Neuheit der Sache angetrieben, nahmen wir uns vor, sie auf andere Arten zu versuchen, um wo möglich die Ursachen, dieses unerwarteten Unterschieds zu finden, auch wurde diese Arbeit nicht umsonst unternommen, und wir erfuhren, daß die Ursache davon, in der Art das Messer zu halten lag. Das Messer hatte beinerne Schalen, und hielt man nur diese in der Hand, so folgte keine Bewegung auf den Funken; sie erfolgte aber, wenn die Hand die metallische Einfassung oder die eisernen Nägel, welche die Schalen an dieselbe befestigten berührte.

Da nun trockene Knochen, wie man sagt: idioelektrischer, die eisernen Nägel aber leitender oder anelektrischer Natur sind, so kamen wir auf die Vermuthung, es geschehe vielleicht, daß, wenn wir mit den Fingern nur die beinernen Schalen berührten, der Zugang der elektrischen Flüssigkeit auf was immer für eine Art verschlossen würde, auf den Frosch zu wirken; Das Gegentheil hingegen erfolge, wenn die Einfassung oder Nägel berührt würden.

Um nun dieses ausser allen Zweifel zu setzen, bediente ich mich, statt des Messers, bald einer von allen Staub und Feuchtigkeit gereinig-

nig:

nigten Glasröhre H. Fig. 2. bald eines eisernen Zylinder. Mit dem gläsernen Zylinder berührten wir, oder besser rieben wir die Schenkelnerven zur Zeit, als Funken entlockt wurden, aber aller angewandten Mühe ungeachtet, kam das Phänomen nicht zum Vorschein; obgleich wir unzählige, ungleich stärkere Funken und das in der kleinsten Entfernung, wahr nahmen; aber kaum berührten wir diese Nerven mit dem eisernen Zylinder, so erfolgte diese Erscheinung, auch bei den geringsten Funken.

Was wir nur gemuthmasset hatten, war nun Wahrheit. Es werde, damit diese Erscheinung geschehe, die Berührung eines zuleitenden Körpers mit den Nerven, erfordert. Da aber der Körper von dem Konduktor der Maschine mit welcher die Nerven berührt werden, und der Mensch, welcher sie berührt, dazu gebraucht wird, und wir wissen wollen, ob diese Erscheinung dem Menschen mit dem eisernen Zylinder, zugleich, oder nur diesen allein zuzuschreiben sey? so legten wir den Zylinder G an die nemliche Nerven, ohne ihn mit der Hand zu halten. Der entlockte Funke aber brachte keine Bewegung der Muskeln hervor. Wir bedienten uns nun statt des Zylinders eines sehr langen Draths K. K. Fig. 2. um zu
fer

sehen, ob dieser den Menschen gewissermassen ersetze, oder nicht. Aber! die Zusammensetzungen erfolgten auf jeden Funken.

Nach diesen Bemerkungen wurde es klar, daß nicht nur ein leitender, die Nerven berührender Körper, sondern auch eine gewisse Grösse und Ausdehnung desselben zur Hervorbringung dieses Phänomens erfordert werde. Der Deutlichkeit, nicht der Kürze wegen, sey es uns in der Folge erlaubt, diesen leitenden Körper Nervenzuleiter zu nennen.

An das Ende dieses Konduktors hingen mit dem Frosch, mit eines durch das Rückenmark gestochenen Häkchens Fig. 2. und brachten ihn zur Elektrismaschine, so daß der Frosch, ihr bald nahe, bald weit war, bald mit den Füßen, bald mit der zubereiteten Nerven gegen sie gekehrt, und bald vor bald hinter den Konduktor zu hängen kam; nichts desto weniger hatten, die Zusammensetzungen immer statt.

Wir untersuchten nun auch, ob das Phänomen in einer großen Entfernung durch angebrachte sehr lange Konduktoren in den zubereiteten Thieren hervorgebracht werden könne. Wir kamen darzu soweit, daß durch über hundert

dert Ellen langen angebrachten Drath, die Zusammenschlungen der Muskeln, trotz dieser so weiten Entfernung dennoch erfolgten. Diesen Versuch nahmen wir auf folgende Art vor. Den eisernen Drath F. F. Fig. 3. hingen wir an seidene Fäden, oder isolirten ihn, wie die Physiker sagen. Das eine Ende dieses Draths banden wir ebenfalls mit einem seidnen Faden, an den in die Mauer geschlagenen Nagel F. Das andere aber zogen wir, so weit es reichte, von der Maschine weg, durch eine Reihe von Zimmern, mit diesen vereinigten wir, in C. einen andern eisernen Drath. P. an welchen der Frosch hing; der Bequemlichkeit wegen hatten wir den Frosch in ein Glas gehangen, dessen Boden eine leitende Materie deckte, als: z. B. Wasser oder der kleinste Vogelschroth, mit welchen der Versuch am besten geräth. Kaum aber hatte man einen Funken vom Konduktor der Maschine genommen, als sich der verstümmelte Frosch in dieser Entfernung bewegte, ja gewissermassen aufsprang. Eben das nemliche erfolgte, wenn der Frosch ausser dem gläsernen Gefässe an den Konduktor, auf eben die Art angehängt wurde, nur ungleich geschwinder, wenn an dessen Füße ein leitender Körper angehängt wurde, welcher mit den Fußboden in Verbindung war.

Die Wirkung eines isolirten Konduktors kannten wir, nun wollten wir aber auch die eines nicht isolirten kennen.

Wir banden demnach diesen eisernen Drath E. E. an verschiedenen Thürangeln der Zimmer (deren sechs im Hause waren) an, und nachdem alles Uebrige, wie bei dem vorigen Versuche zubereitet war, so erfolgten in dem zubereiteten Frosche bei der Funkenentladung, zwar einige aber nur geringe Zusammenziehungen.

Wir wollten nun auch wissen, ob diese elektrische Kraft nach allen Richtungen, und in der Runde, wie zu vermuthen war, wirke und sich verbreite. Wir brachten also viele Reserveleiter in einem Kreise, in einer ziemlichen Entfernung um den Konduktor der Maschine an, und hingen an jeden einen zubereiteten Frosch. Kaum entzog man aber einen Funken, so fiengen sie an sich zu bewegen, und vorzüglich dann, wenn man, wie im vorigen Versuche, an jedes Paar Füße einen leitenden, mit der Erde in Verbindung stehenden Körper anhieng. Welches sehr leicht dadurch geschah, daß man an die Füße einen bis zur Erde reichenden Drath befestigte, oder sie nur mit den Fingern hielt.

Der

Der entdeckte Nutzen oder besser die Nothwendigkeit, leitende Körper an die Füße zu hängen, machte in uns die Begierde rege, neue Versuche anzustellen. Durch diese erhellte, daß die leitenden Körper, welche wir den Muskeln anhängen, um Zusammenziehungen hervorzubringen, manchmal für sich allein, ohne Nervenkonduktoren genug sind, oder doch sehr viel dazu beitragen; und zwar um so mehr, wenn sie länger sind und in dem Verhältniß als sie stärker Leitungskraft besitzen, vorzüglich aber, wenn sie mit dem Erdboden in Verbindung sind, oder doch wenigstens so viel vermögen, als jene, welche wir mit den Nerven verbanden.

Diese Leiter wollen wir in der Folge, die Muskel Konduktoren nennen, um sie von den Konduktoren der Nerven zu unterscheiden.

Auf den Funken folgten keine Zusammenziehungen, ob wir gleich den Muskeln ihre Leiter gegeben hatten, wenn der weit entfernte Nervenkonduktor irgend von einem elektrischen Körper unterbrochen wurde; oder, wenn er aus Vorsatz theils aus einer leitenden Masse, als Metall, theils einer elektrischen, als Glas, Harz

Harz oder Seide zusammengesetzt war; auf eben die Art, wie wenn der Konduktor B. Fig. 3. mit dem Konduktor E. E. nicht in dem Punkte C. verbunden, sondern an einer seidenen Schnur D. aufgehängt war.

Nun versuchten wir, nicht nur mit der unterbrochenen sondern auch mit den gänzlich getrennten Konduktor, und ob wir gleich die Theile des Konduktors, so nahe, als möglich an ein-ander brachten, so erfolgte die Erscheinung dennoch nicht.

Wir suchten nun den freien Lauf der Elektrizität durch den Konduktor auf eine andere Art zu unterbrechen. Wir legten einen zubereiteten Frosch auf eine elektrische Scheibe, vereinigten aber den Nervenkonduktor nicht, wie zuvor, weder mit den Nerven, noch mit den Rückenmark, sondern legten ihn so auf die nemliche Scheibe, daß sein Ende einige Linien, manchmal einen Zoll von demselben abstand; die Zusammenziehungen erfolgten auf die Funkenentladung, erfolgten auch wenn die Glieder auf eine zuleitende Scheibe, die Nerven aber auf eine elektrische gelegt wurden, oder wenn diese Nerven mit den Fingern in die Höhe gehoben, und ihnen endlich ein kurzer oder langer Ner-

ven

venkonduktor angebracht wird, nach welchen also das Thier entweder der Maschine nahe oder ferne seyn kann: gänzlich hörten sie aber auf, wenn die Nerven und ihr Konduktor auf einer leitenden Scheibe, wie oben geschehen, von ihnen getrennt ist.

Wir unterließen nun ebenfalls nicht zu untersuchen, ob diese elektrische Kraft, von welcher Art, sie auch sey, die nicht sowohl die Oberfläche der Leiter als vielmehr ihre Substanz frei durch die Zusammziehungen, deren wir schon oft erwähnt haben, dennoch immer hervor bringe. Wir überzogen also den eisernen Drath der den Nervenkonduktor machte, ganz mit einer elektrischen Substanz, mit gemeinen Wachs, Pech oder Siegelwachs, bis auf die Endspitzen. Die gezogenen Funken aber, brachten die nemlichen Zusammziehungen hervor, wie mittelst eines freien Konduktors.

Da alle diese Fälle durch eine Reihe von Versuchen bestätigt worden, so gab uns der Erfolg ein Recht, nicht nur die Erscheinung dieses Zusammziehens der Muskelenergie zuzuschreiben, sondern auch gewisse Bedingungen und bestimm'te Gesetze anzuführen auf welche sie eingeschränkt ist.

Der:

Dergleichen Zusammenziehungen scheinen uns bis an gewisse Gränzen, in einem geraden Verhältniß mit der Stärke des Funken, und des Thieres sowohl, als auch der Konduktoren, vorzüglich des Nervenkonduktors zu stehen, in einem umgekehrten aber mit den Entfernungen von dem Konduktor der Maschine. Ueberdies glaubten wir stärkere Zusammenziehungen wahrzunehmen, wenn das Thier, auf den nemlichen Tische gelegt wurde, worauf die Maschine stand, und wenn sie einen oblichten Uebergang hatte, oder wenn das Thier entfernter von der Maschine, auf einen elektrischen, nicht aber auf einen leitenden Körper gelegt wurde.

Ich habe gesagt, auf welche Art es schlechte ein gewisses Verhältniß in den Zusammenziehungen zu seyn, aber dieses hat nur gewisse Gränzen. Man nehme an, man habe eine gewisse Ausdehnung des Nervenkonduktors gefunden, die fähig ist diese Wirkung hervorzubringen, so wird man finden, daß: verringert man diese, so werden die Zusammenziehungen nicht vermindert, sondern sie hören ganz auf; vermehrt man sie aber, so werden die Zusammenziehungen zwar stärker, aber nur bis auf, eine gewisse Ausdehnung, über welche, so weit man auch
den

den Nervenkonduktor immer ausdehnen wollte, sich dennoch nicht vermehren.

Da wir nun die so grosse Wirkung der von dem Konduktor der elektrischen Maschine genommenen Funken auf die Muskelbewegungen gesehen hatten, versprachen wir uns eine weit stärkere von der elektrischen Flamme, die bei der Entladung des sogenannten magischen Vierecks, hervorbricht. Aber der Versuch gelang nicht; denn zu unserer nicht geringen Verwunderung entstanden in dem auf die gewöhnliche Weise zubereiteten Thiere keine Bewegungen.

Unsere Versuche hatten wir bis hzt mit der sogenannten positiven Elektrizität angestellt, nun versuchten wir auf eben diese Art die Negative.

Wir fingen damit an, die elektrische Maschine sowohl, als jenen der sie behandelte zu isoliren. In seiner Hand hielt er einen eisernen Zylinder, welchen wir die mit ihren Konduktoren versehenen Frösche, so wie es nöthig war, nahe brachten; die Frösche lagen auf gläsernen Scheiben, damit ihnen von den benachbarten Körpern keine andere Elektrizität zugeströmt würde. Dann entlockte der, welcher,
wie

wie wir gesagt haben, die Maschine drehte, Funken aus den nahen Körpern, und es entstanden die Zusammenziehungen in den zubereiteten Fröschen, eben so, als sie auf die Funken des Konduktors einer nicht isolirten Maschine entstanden waren.

Auf eine andere, hier folgende Art, versuchten wir die negative Elektrizität aufs neue. Wir legten den Nervenkonduktor C. Fig. 4. in einer gewissen Entfernung von der negativen Oberfläche der Leidner Flasche, dann zogen wir von der geladenen (wie die Naturforscher sich ausdrücken) Oberfläche, oder jener, die mit einer positiven Elektrizität begabt war, Funken Fig. 5. Und die Frösche bewegten sich ebenfalls, wie bei der positiven Elektrizität, auch wann der Eisendrath, welcher den Nervenkonduktor vorstellte, in etwas von der äußeren Oberfläche der Flasche abstand, selbst wenn er ganz in eine gläserne Röhre und der Frosch in ein dergleichen Gefäß eingeschlossen war, wenn nur das offene Ende dieser Röhre, äußere Oberfläche die erwähnten Flasche angebracht wurde. Die nemlichen Zusammenziehungen erhielten wir auch, wenn wir den Funken an den Haken der Leidner Flasche zu der Zeit nahmen, wo die Flasche, wie man zu sagen pflegt, gefüllt wurde,

de,

de, oder bald darauf oder an den nemlichen Orte wo sie gefüllt wurde, oder auch anderwärts, und weit von der Maschine entfernt.

Das nemliche gleng auch vor, wenn die Krösche nicht nur mit Nerven, sondern auch mit Muskelfonduktoren versehen waren. Mit einem Worte, alle Versuche giengen mit dieser Flasche, wie mit der elektrischen Maschine von statten, wenn gleich das zubereitete Thier, weder von der äußern Oberfläche der Flasche, weder von dem benachbarten Körper, noch anders wo her, irgend eine Elektrizität erhalten konnte.

Wir versuchten nun auch die negativ elektrische Oberfläche auf eine andere Art, in dem wir Funken aus ihnen zogen, um diesen Zusammenschließungen nachzuforschen; wir legten nemlich einen zubereiteten Frosch auf die obere Fläche eines magischen Vierecks, auf welchem die ganze Elektrizität der Maschine zusammen strömte, von der untern Seite nahm ich, während die Maschine gedreht wurde den Funken und auch wenn sie stille stand. Nur als denn selten ließen sich die gewöhnlichen Muskel Zusammenziehungen bei der ruhigen Maschine sehen, wohl aber fehlten sie nie, wenn die Maschine gedreht wurde.

Nach

Nachdem wir diese Versuche mit der elektrischen Maschine gemacht hatten, so wandten wir uns auch an den Elektrophor, um ja keine Funkengebende Art von Elektrizität vorüber zu lassen. Wir nahmen also einen Funken, aus dem geladenen Elektrophor, und sogleich erblickten wir die Erscheinung der gewöhnlichen Muskel Zusammenziehungen, nur nicht in zu großen Entfernungen, wenn von dem Konduktor der Maschine der Funke genommen wurde, sondern nur in kurzen; und auch dann waren die Zusammenziehungen sehr geringe. Obgleich an der Ursache dieser Erscheinungen, nach so vielen gemachten Versuchen mit der elektrischen Kraft nicht mehr zu zweifeln war, so wollten wir dennoch, um diese Sache noch mehr zu beweisen, die Konduktoren des Thieres, mit den ausgefuchtesten Elektrometern versuchen.

Dazu richteten wir uns ein kleines, nach Art des Herrn Volta verfertigten Elektrizitätsmesser, dessen Kügelchen um sie zu diesen Versuche geschickter zu machen, mit dem dünnsten Stamöl, auf der einen Seite überzogen waren. Bei dem gemachten Versuche, da die Konduktoren, bei der Drehung der Maschine isolirt waren, wurden die Kügelchen nicht selten auseinander gezogen, fielen aber bei der Fun-

B

ten.

tenströmung zusammen; waren die Konduktoren frei, so giengen die Kügelchen bei der Drehung der Maschine gar nicht auseinander, nur bemerkt man, wenn ein Funke entsprang, ein geringes Aufhüpfen und die kleinsten Schwingungen, welche einen Ausfluß der Elektrizität durch die Konduktoren des Thieres anzuzeigen schelnen.

Um aber die Sache ausser allen Zweifel zu setzen, bemühten wir uns auf verschiedene Weise den Zugang der elektrischen Flüssigkeit der Maschine, die, auf immer für eine Art auf das Thier, sowohl, als dessen Konduktoren wirkt, zu verhindern. Wir verschlossen also erstens das Thier in ein gläsernes Gefäß, durchbohrten eine Wand nicht weit von dem Orte, wo die elektrische Maschine stand, durch dieses Loch, welches durch die ganze Wand gleng, steckte ich eine Glasröhre, die Mündung des Glases verband ich mittelst eines Kittes, mit der durchlöchernten Wand, der Nervenkonduktor gleng durch die gläserne Röhre durch, und hieng in den andern Zimmern an der Wand herab. So wie wir nun einen Funken an dem Konduktor der Maschine nahmen, so erschienen sogleich die Muskelbewegungen.

Ich versuchte es nun auch umgekehrt mit dem Thiere und dessen Konduktor, der Konduktor nemlich kam in das Gefäß, worinnen zuvor das Thier war, das Thier aber dort hin zu hängen, wo zuvor der Konduktor hieng. Die Versuche wurden auf die Art wie zuvor gemacht ich zog einen Funken, und die nemlichen Bewegungen erschienen.

Obgleich aber durch diesen Versuch jeder anderer Weg der elektrischen Flüssigkeit abgeschnitten zu seyn schien, so erdachte und bauete ich dennoch eine kleine Maschine F. 6. welche ungleich einfacher und bequemer ist, als der bis izt beschriebene Apparat, welche in alle Entfernungen von der Elektrik gebracht, und in welche sowohl das Thier, als dessen Nerven und Muskelkonduktor bequem hineingebracht und eingeschlossen werden können.

Das Maschinchen besteht aus zwei gläsernen Gefäßen, wovon eins auf den andern ruht. An den obern ist der Nervenkonduktor, welcher der Bequemlichkeit wegen, aus kleinen Vogelschrot bestehen kann; in dem untern Glase ist der Frosch mit eben solchen Bleikügelchen, die den Muskelkonduktor vertreten können, da das Thier gewissermassen mit den Füßen darauf steht.

Das Thier wird sehr leicht in seiner Lage erhalten, und hat auch Verbindung mit den obern Konduktor mittelst eines Eisendraths, woran es durchs Rückenmark gestochen hängt. Dieser geht durch einen Korkstöpsel, mit welchem das Glas zugestopft ist, und da er über denselben hervortragt, so wird er von dem Schrote umgeben, und vom demselben bedeckt.

Dieser Stöpsel verhindert zugleich, daß die Kügelchen nicht herausfallen, wann das obere Glas umgestürzt, auf das untere gesetzt wird. Damit aber das obere Glas nicht leicht von dem untern getrennt werde, und damit sich nicht die elektrische Flüssigkeit, durch die Ritze und Oeffnungen (die sehr leicht zwischen den Oeffnungen der Gläser seyn können) ein Weg dazu bahne, so verkleisterte ich diese zwei Gefäße mit einem Kitt aus Wachs und Therbentin, ziemlich fest, doch immer so, damit man sie nach Gefallen bequem von einander nehmen könnte.

Nachdem ich nun das Maschinchen, auf den Tisch, worauf der elektrische Apparat stand, in eine gewisse Entfernung von demselben Konduktor gestellt hatte, so erfolgten auf den entlockten Funken, nicht nur die gewöhnlichen, sondern weit heftigere Bewegungen, als wenn das
Thier

Thier, und dessen Konduktoren, der freien Luft ausgesetzt wären. Die Muskelbewegungen selbst folgten Verhältnismäßig ganz den oben angezeigten Gesetzen. Nach diesem Versuche, hätte ich beinahe meine erste Meinung verlassen, nach welcher ich den Ursprung und Ursache dieser Muskelbewegungen, in die erregte Elektrizität des Konduktors der Maschine, die auf was immer für eine Art auf dieselben wirkt, setzte, wenn auch die obenangeführte Versuche, und vorzüglich der entstandene Verdacht, daß nicht etwa die Elektrizität der innern Glaswände während der Funkenziehung auf das Thier und dessen Konduktoren wirke, und ihr folglich diese Erscheinung größtentheils zuzuschreiben sey. In welchen Verdachte, mich sowohl weiterhin angestellte Versuche, als auch insonderheit die beobachteten Bewegungen eines in das Maschinchen gestellten Elektrometers, bestärkten. Denn die leichten Kügelchen und Fäden, aus welchen der Elektrometer bestand verließen, so wie die Maschine gedreht wurde, so gleich ihre Stellung, und trennten sich; so wie aber ein Funke genommen wurde, flogen sie wieder in ihre vorige Lage, und berührten sich wieder.

Nach allen diesen Versuchen, schlen uns, noch übrig diese Versuche auch mit lebendigen Thieren anzustellen. Wir

Wir thaten dieß so, wir zerschnitten den Schenkelnerven, nicht im Unterleibe, damit das Thier nicht stürbe, sondern im Schenkel selbst, trennten ihn von den ihn umgebenden Theilen, zogen ihn aus dem Muskel heraus und verbanden ihn mit einem Konduktor. Auf die Funkenziehung folgten zwar die Bewegungen in dem also vorgerichteten Schenkel, aber sie schienen uns schwächer zu seyn, als in einem todten Thiere.

Da nun aber in allen bis izt gemachten Versuchen das Thier mit der Maschine und dessen Konduktor, mittelst der Luft in Gemeinschaft standen, so wollten wir nun wissen, was geschehen würde, wenn wir erst diese Gemeinschaft unterbrächen, und dann, wenn wir sie ganz aufhüben.

Den ersten Versuch machte ich auf folgende Art, ich stellte das Maschinchen mit dem zubereitetem und seinen Konduktoren versehenen Thier Fig. 6. unter ein gläsernes Gefäß, nicht weit von dem elektrischen Apparat entfernt; ich nahm einen Funken, und die Bewegungen ließen sich auf die gewöhnliche Art sehen.

Daß

Das nemliche Gefäß sammt dem Maschinchen setzte ich unter ein größeres, und dieses wieder unter ein drittes noch größeres; bei der Funkennehmung entstandenen ähnlichen Bewegungen aber schwächer im Verhältnisse um so größer die Zahl der zum überdecken gebrauchten Gläser, um so größer die Dicke ihrer Wände waren.

Izt heb ich alle Gemelnschaft der Luft zwischen dem Thier und der elektrischen Maschine gänzlich auf, ich brachte nemlich die kleine Maschine, unter den Rezipienten einer Luftpumpe, in einer kleinen Entfernung von den Konduktor der elektrischen Maschine, der Obertheil des Gefäßes war durchbohrt, um die Luft nach Bedürfniß aus demselben zu ziehen. Als wir unter dieser Verriichtung die Funken zogen, so schienen die in dem Thier entstandenen Bewegungen keine Veränderung zu leiden es mag übrigens das Gefäß von Luft entleeret gewesen seyn od. r nicht.

Da wir nun die durch Funkenwirkende Elektrizität auf so verschiedene Weise untersucht hatten, so forschten wir fleißig und mühsam nach, ob sie nicht auf irgend eine andere Art, oder mit andern Kräften in die Muskelbewegungen wir-

tc. Wir bemerkten manchmal Muskelbewegungen, wann der Nervenkonduktor B. Fig. 3. dem Konduktor der Elektrizität C. Fig. 1. sehr nahe gestellt wurde, oder, wann der Aufsatz des Elektrophors von der harzigen Scheibe gehoben wurde, oder wann man eben diesen Aufsatz sehr nahe an eben den Konduktor brachte, wenn gleich der Elektrophor weit von diesem Konduktor entfernt war, und kein Funke gezogen wurde.

Dieses geschah mit Thieren die man kaltblütig nennt. Nach dem wir nun dieses alles entdeckt und versucht hatten, so wünschten wir nichts mehr, als die nemlichen oder ähnliche Versuche mit warmblütigen Thieren; B. mit Hühnern, Schafen, anzustellen. Doch war dazu eine andere Verrichtung nöthig; man durfte nemlich den Schenkelnerven nicht im Bauche, sondern außer demselben, und im Schenkel selbst abschneiden, dann ihn von den andern Theilen ablösen und herausziehen, ihm einen Konduktor zulegen, und dann einen Funken aus dem Zuleiter der Maschine zu ziehen, der Schenkel, mag mit dem lebenden Thieren noch vereinigt, oder nur kürzlich von demselben abgeschnitten seyn; die Erscheinung unterblieb aber ganz, wenn man sich der gewöhnlichen Zubereitung der Frösche bediente; vielleicht, daß die zusammenziehende Kraft

Kraft der Muskeln eher aufhört, als diese lange und vielfältige Zubereitung geendiget werden kann.

Zuletzt kommen bei dieser Art von Versuchen, mit kaltblütigen sowohl, als warmblütigen Thieren, einige besondere, und wie ich glaube nicht unnütze Dinge, die sich uns manchmal darbieten, anzumerken. Erstens sind etwas ältere Thiere, deren Muskeln ganz weiß sind, und die von allen Blut vollkommen entleeret, die besten zu diesen Versuchen. Die Muskelzusammenziehungen, gehen vielleicht daher in kalten Thieren geschwinder und leichter vor sich, und halten länger an, als in warmen, weil jene ein dünneres und schwerer gerinnendes Blut haben, welches um so leichter von den Muskeln abfließt. Zweitens, daß die Thiere, mit welchen elektrische Versuche angestellt werden, ungleich eher verwesfen und in Fäulniß übergeben, als jene, auf welche die Elektrizität nicht gewirkt hat. Drittens endlich, daß die bis izt erzählten Erscheinungen, nur mit Thieren, die auf die Art, welche wir oben angegeben haben, zu den Versuchen zubereitet sind, vorgehen, sonst aber nicht. Wenn also die Konduktoren mit dem nicht abgeschnittenen Rückenmark,
oder

oder den Nerven, wie wir gewohnt sind, sondern mit dem Hirn oder den Muskeln verbunden oder auch hineingestochen werden, oder wenn die Nervenzulciter bis in die Muskeln hinein ausgedehnt, oder wenn die Nerven von den umliegenden Theilen nicht getrennt werden, so erfolgen entweder gar keine oder nur äußerst geringe Zusammenziehungen. Gewiss den größten Theil von dem, was wir durch diese Versuche entdeckt haben, sind wir dem Kunstgriffe dieser Zubereitung und Trennung der Nerven schuldig.



Zweiter Theil.

Von den Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität auf die Muskelbewegungen.

Nachdem wir die Wirkung der künstlichen Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln untersucht hatten, wie wir eben erzählt haben, so halten wir nichts angelegeneres, als ebenfalls zu untersuchen, ob die sogenannte atmosphärische Elektrizität, die nemlichen Erscheinungen leistet, oder nicht: ob nemlich, bei den oben angewandten Mitteln, der Blitzstrahl eben sowohl, wie der elektrische Funke die Muskelzusammenziehungen hervorbringe.

Wir errichteten und isolirten also in freier Luft auf dem Dache des Hauses einen langen und tauglichen Konduktor, das heißt einen eisernen Drath, Fig. 7. Taf. 2. und hingen bei entstandnen Gewittern entweder zubereitete Frösche oder Schenkeln von Thieren mit warmen Blute mittelst ihrer Nerven Fig. 20. 21. Taf. 4. an demselben, einen andern Zuleiter, (eisernen Drath) hingen wir an ihre Füße.

Dies

Dieser Drath war sehr lang, und reichte, nach obengedachter Figur, bis in das Wasser eines Brunnens hinab. Der Versuch aber gelang, so wie mit der künstlichen Elektrizität ganz nach Wunsch. So oft nun Blitze hervorbrachen, so oft geriethen in den nemlichen Augenblicken die Muskeln in bestige, und vielmalige Zusammenziehungen, und zwar so, daß die Muskelbewegungen und Zusammenziehungen dieser Thiere, eben so wie das Licht und das Leuchten des Blitzes dem Donnern vorgienzen, und demselben ankündigten. Die Uebereinstimmung dieser Erscheinungen selbst war so groß, daß die Zusammenziehungen vorgingen, wenn gleich kein Muskelkonduktor angebracht, oder jener der Nerven nicht isolirt war. Ja selbst wider alle Hoffnung und Erwartung bemerkten wir das nemliche wenn der Konduktor wie Taf. 2. Fig. 4. zu sehen an niedrigen Orten angebracht war; vorzüglich aber wenn die Blitze stark, oder die Wolken dem Orte der Versuche näher waren, oder wenn zur Zeit des Blitzes, jemand den eisernen Drath F. mit der Hand hielt.

Die Erscheinung erreignete sich, wenn das Thier der freien Luft ausgesetzt, oder der Freqüentlichkeit wegen in ein gläsernes Gefäß wie Fig. 7. eingeschlossen, oder irgend in einem Zimmer aufbehalten wurde. Sie geschah auch, wenn gleich der Nervenkonduktor in etwas von den Nerven selbst abstund, vorzüglich bei näheren oder stärkeren Blitzen, gerade wie wir gesagt haben, daß es bei stärkern, oder dem Thiere näher gezogenen Funken der künstlichen Elektrizität zu geschehen pflege. Endlich kommt hier noch dieß Bemerkungswürdige vor, daß es beim Blitze, nicht wie bei dem Funken mit einer Zusammenziehung der Muskeln, gethan war, sondern es folgten gewissermassen mehrere in dem nemlichen Augenblick auf einander, und schienen mit den Donnerschlägen überein zu treffen.

Nun aber erfolgten dergleichen Zusammenziehungen nicht nur auf die Blitze allein, sondern sie entstanden bei stürmischen Himmel, oder wenn Wolken nahe an den aufgerichteten Nervenkonduktor vorüberzogen, beinahe von selbst, als dieß geschah, zeigten die Elektrometer nicht geringe Spuren von Elektrizität, und die Funken konnten nicht selten selbst an den in die Höhe errichteten Zulei-

leitern gezogen werden, anders war es, wenn wir durch Blitze Zusammenziehungen erlebten, dann bekamen wir sehr oft keine Funken und die ausgesuchtesten Elektrometer verriethen kaum eine Spur von Elektrizität.

Dieser Art Versuche wurden nicht nur mit todten, sondern auch mit lebendigen Thieren angestellt, und das Phänomen gelang mit beiden. Wir unterließen nichts von dem, was wir mit der künstlichen Elektrizität versucht hatten, und alles fiel beinahe auf die nemliche Art aus. Auf den ersten Anblick schien zwar dieser nicht geringe Unterschied obzuwalten, daß die zubereiteten Frösche, welche mit einem tauglichen Konduktor in ein gläsernes Gefäß Fig. 6. Taf. I eingeschlossen waren, auf die in einer gewissen Entfernung, von dem Zuleiter der elektrischen Maschine genommenen Funken, wie wir gesagt haben, heftig bewegt wurden, zur Zeit aber der aus den Wolken schiessenden Blitze ruhig blieben; denn wenn ja einige Elektrizität mittelst des Konduktors aus der elektrischen Wolke auf das Maschinchen geleitet wird, diese vielleicht entweder zu geringe ist, oder einen zu kleinen Raum der äußern Oberfläche einnimmt, und folglich nicht lange Zusammenziehungen hervorzubringen; oder

wenn

wenn gar keine auf das Maschinchen geleitet wird; so wie beinahe aus eben der Ursache, die Zusammenziehungen bei der Funkenziehung unterbleiben, wenn der eingeschlossene Frosch, nicht an die elektrische Maschine, sondern an das Ende E. E. Fig. 3. Taf. 1. des Konduktors gestellt wird welches sehr weit von der Maschine entfernt ist.

Bei fleißig untersuchter Sache, scheint es demnach, als ob die künstliche und atmosphärische Elektrizität auf einerlei Art wirke; vielleicht ist es, um Zusammenziehungen innerhalb des Maschinchens hervorzubringen nothwendig, daß die atmosphärische Elektrizität das Maschinchen entweder ganz oder doch größtentheils umgebe, welches bei der angegebenen Stellung des Maschinchens und dem Versuche bis izt gar nicht der Fall war.

Da wir nun sowohl die Erscheinungen als auch die Gesezze derselben untersucht hatten, fanden wir daß die der atmosphärischen so, wie jene, der künstlichen Elektrizität wirkten.

Da wir nun die Kräfte, der sogenannten Gewitterelektrizität, des Donners und der Blitze untersucht hatten, so wollten wir nun auch
 wif

wissen, was für eine Wirkung das Wetterleuchten im Sommer und Herbste auf unsere, auf die gewöhnliche Art zubereitete Frösche, äußere. Wir verbanden also unsere Thiere, mit dem atmosphärischen Konduktor nicht nur zur Zeit des Donnerß, sondern auch des Wetterleuchtens. Aber es erfolgten nie Zusammenziehungen, vielleicht, weil dergleichen Leuchten nicht von der Elektrizität abhängt, oder wenn es ja abhängt, daß es entweder zu entfernt, oder auf eine ganz andere Art, als jene des Blizes, geschehe. Ich überlasse dieses der weitem Untersuchung der Naturforscher.



Dritter Theil.

Von den Wirkungen der thierischen Elektricität auf die Muskelbewegung.

Die Kräfte der atmosphärischen Elektricität bei Gewittern hatten wir untersucht, die Regiere, de, was jene bei stillen und heitern Himmel vermöge, ward nun in uns rege.

Aus dieser Ursache, da ich manchmal auf den eisernen Geländer des Gartchens, welches unser Haus umgab, die Krösche, welche zu den Versuchen zubereitet, mit eisernen Säckchen durch das Rückenmark gestochen waren, und in die gewöhnliche Zusammenziehungen auf diesen Geländern gerathen sah, und zwar nicht nur, wenn es blitzte, sondern auch bei heitern und ruhigen Wetter, so glaubte ich, die Ursache dieser Zusammenziehungen liege in den Veränderungen, die über Tags in der atmosphärischen Elektricität vorgiengen. Ich unternahm also nicht ohne Hoffnung den Wirkungen dieser Veränderungen in den Muskelbewegungen fleißig nachzuforschen; und auf alle mög-

lichen Arten zu versuchen. Ich beobachtete deshalb diese zubereiteten Thiere zu verschiedenen Stunden und mehrere Tage nacheinander, aber ich bemerkte kaum einige Bewegung in ihren Muskeln. Des langen Wartens müde, bog und drückte ich die metallenen Haken, womit ihr Rückenmark durchstoßen war, an das eiserne Geländer, um zu sehen, ob durch diesen Kunstgriff Muskelbewegungen hervorgebracht würden, und ob nach den verschiedenen Stande der Atmosphäre und Elektrizität irgend eine Veränderung oder Verschiedenheit sich zeigen würde. Nicht selten bemerkte ich zwar Zusammenziehungen aber keine in Rücksicht auf den verschiedenen Stand der Atmosphäre und der Elektrizität.

Da ich aber diese Zusammenziehungen nur in freier Luft gesehen hatte (noch hatte ich nirgends andere Versuche angestellt,) so fehlte wenig, daß ich nicht solche Zusammenziehungen der atmosphärischen Elektrizität zugeschrieben hätte, die in das Thier strömt, sich in denselben häuft, und sich durch die Berührung des Hakens mit dem eisernen Geländer heftig entladet. Aber wie leicht betrügen wir uns nicht im Versuchen! was wir zu sehen und zu finden wünschen, das glauben wir nur zu oft gesehen und gefunden zu haben.

Da

Da ich einen Frosch in ein geschlossenes Zimmer gebracht, denselben auf eine eiserne Scheibe gelegt, und den in das Rückenmark gesenkten Haken dem Eisen genähert hatte, so erschienen die nemlichen Bewegungen, die nemlichen Zusammenziehungen. Ich versuchte nun alsogleich das nemliche, mit andern Metallen an verschiedenen Orten, zu verschiedenen Stunden und Tagen, aber der Erfolg war immer derselbe; ausser daß die Zusammenziehungen nach der Verschiedenheit der Metallen, auch verschiedenen waren, mit einigen nemlich heftiger mit andern schwächer. Mit fiel's nun also ein, auch andere wenig oder gar nicht leitende Körper, als da sind, Glas, Gummi, Harz, Stein, trocknes Holz u. s. w. zu diesen Versuchen anzuwenden; es gelang uns aber nicht und wir sahen keine Bewegungen und Zusammenziehungen in den Muskeln. Ueber solch einen Erfolg verwunderten wir uns nicht wenig und allmählich vermutheten wir eine dem Thiere anklebende Elektrizität. Diese Vermuthung wurde noch vermehrt, da wir von obugefähr einen scheinbaren Umlauf des dünnsten Nervensaftes zur Zeit der Erscheinung von den Nerven in die Muskeln zu bemerken glaubten, welcher dem Umlaufe, der in der Leidner Flasche geschieht, nahe kömmt.

Denn als ich mit der einen Hand einen zubereiteten Frosch an den durchs Rückenmark gestochenen Haken so hielt, daß seine Füße eine silberne Schale berührten, mit der andern aber den Obertheil oder die Seiten der silbernen Büchse, worauf die Füße des Frosches waren, mit einem metallenen Körper berührte, so gerieth das Thier, wider alle Hoffnung in heftige Bewegungen, und das zwar so oft, als ich mich dieses Kunstgriffes bediente.

Ich hat nur den Hrn Nialpi einen sehr gelehrten Spanier, einen ehemaligen Jesuiten, der sich eben damals mit mir auf dem Landhause des Herrn Zambeccari aufhielt, daß er mir, wie er es bei andern Versuchen sehr gern gethan hatte, auch in diesen beistehen möchte und den Frosch, so wie ich nur erst gethan hatte, halten möchte. Ich berührte nun die Schale, um die Art des Versuchs abzuändern. Aber wider alles Erwarten unterblieben die Zusammenziehungen; nun machte ich den Versuch wie zuvor ganz allein, und sogleich erschienen sie wieder.

Dies bewog mich, daß ich mit einer Hand das Thier, mit der andern aber die Hand des Nialpi nahm, um gewissermassen eine elektrische Kette zu bilden, ihn zugleich bewog, mit seiner
an

andern Hand an die silberne Schale zu schlagen, oder nur zu berühren, und nicht ohne Verwunderung, sahen wir die gewöhnlichen Zusammensetzungen, die aber sogleich wieder verschwanden oder wieder kamen, so wie wir unsere Hände entweder ausließen oder ergriffen.

Um diese Versuche, die eine so wichtige, und so große Neuheit in sich enthaltende Sache immer mehr und mehr zu bestätigen, verfolgte ich meinen Gegenstand also: daß Kialpi und ich ohne der Berührung der Hände, bald mittelst eines elektrischen Körpers, einer Glasstange nemlich, und bald mittelst eines leitenden eines metallenen Zylinders, gleichsam eine Kette bildeten. Nach gemachten Versuche hatten wir mit Vergnügen wahrgenommen, daß das Phänomen so oft erschien, so oft wir uns des eisernen Zylinders bedienten, gänzlich aber bei dem Gebrauche der Glasstange aufhörte, und daß man die Schale umsonst mit dem Leiter berührte, oder selbst auch stärkere Streiche darauf führe.

Aus diesen glaubten wir nun erfahren zu haben, daß die Elektrizität solche Zusammensetzungen, auf was Art sie auch immer wirke, hervorbringe. Um

Um dieß in ein noch größeres Licht zu setzen, glaubte ich nichts besseres thun zu können, als den Frosch auf eine elektrische Scheibe von Glas oder Sartz zu legen; und mich bald eines leitenden, bald wieder eines ganz oder nur zum Theil elektrischen Bogens zu bedienen, und einen Schenkel desselben an den Haken des Rückenmarks, den andern aber an die Schenkelmuskeln oder an die Füße zu bringen. Bei dem Versuche sahen wir, daß die Zusammenziehungen bei dem Gebrauche des leitenden Bogens Fig. 9. Taf. 3. sogleich erschienen hingegen gänzlich unzerblieben, als wir uns deshalb elektrischen und halbleitenden Bogens Fig. 10. bedienten. Der Bogen bestand aus Eisendrath, der Haken aber aus Kupfer.

Nach dieser Entdeckung schien es uns, daß die Zusammenziehungen, die, wie wir gesagt haben, an Fröschen auf einer metallenen Scheibe, wenn der ins Rückenmark gesenkte Hake an die Scheibe in Berührung kommt, erscheinen, einen ähnlichen Bogen zuzuschreiben sind, dessen Stelle die metallene Scheibe gewissermassen verträte, und daher geschehe es auch, daß sie in Fröschen auf bloß elektrischen Scheiben auch bei der Anwendung eben dersel-

selben Kunstgriffe, nicht hervorgebracht würden.

Unsere Meinung wurde durch eine von ohngefähr bemerkte und angenehme Erscheinung wie ich glaube, gänzlich bestätigt: Wenn ein Frosch mit einem Schenkel so mit den Fingern in die Höhe gehalten wird, daß der Hake des Rückenmarks irgend eine silberne Scheibe berührt, der andere aber frei auf die nemliche Scheibe fällt Fig. 11. Taf. 3. so geschieht es, daß, so wie der Schenkel die silberne Fläche berührt so ziehen sich auch die Muskeln zusammen, daher steigt der Schenkel und wird in die Höhe gezogen, läßt aber sogleich wieder nach, und fällt wieder zurück, steigt aber aus eben der Ursache sogleich, wie er die Scheibe berührt, wieder in die Höhe, und so fährt er wechselweise fort zu steigen und zu fallen und gleicht zu nicht geringer Verwunderung und Vergnügen des Nachforschers, einem elektrischen Pendul.

Bei dieser Erscheinung ist leicht zu sehen, wie süglich und bequem sie mittelst einer Scheibe wiederholt werden kann, die wenn der freie Schenkel sie berührt, die Stelle eines, für oben-

erwähnten Umlauf schicklichen Bogens, vertritt, so wie der Schenkel aber sich zurück zieht diesem Umlaufe nun stöhr. Von der Metallscheibe, welche die Stelle eines Bogens vertritt, sind dieß weder zweifelhafte noch dunkle Anzeigen.

In was die Fähigkeit und Kraft der metallenen Scheiben Muskelbewegungen hervorzubringen, bestehe, läßt sich kaum sagen, jene Kraft nemlich, durch welche starke, häufige, und manchmal einige Zeit anhaltende Zusammenziehungen erhalten werden, nicht nur, wenn der in Rückenmark steckende Hake entweder an die Metallscheibe gedrückt oder an dieselbe gerieben wird, sondern auch, wenn der Hake, die Scheibe nur berührt, oder wenn er sie berührt hat, daß die Berührungspunkte durch einen schwachen Schlag auf die Scheibe selbst, worauf das Thier liegt, oder auf jene Körper, die mit derselben in Verbindung stehen, verrückt werden.

Ehe wir aber von dem Gebrauche des Bogens, und dessen Kräften reden, dürfen wir dasjenige, was sein Vermögen, ich möchte sagen seine Nothwendigkeit zur Hervorbringung dieser Muskelbewegungen am meisten beweist, nicht

nicht übergeben. Man erhält nemlich dieselben nicht selten geschwinder und schöner, nicht mit einem, sondern mit zwei Bögen, deren man sich folgendermassen bedient: man setzt das Ende des einen Bogens an die Muskeln, das andere des zweiten Bogens an die Nerven, die beiden übrigen Ende aber beider Bögen werden mit einander zur Berührung oder wenn es nothwendig ist zur Reibung gebracht. Fig. 12. Hier bemerkt man besonders, daß die Zusammenziehungen hervorbringende Elektrizität, weder durch die Berührung der Hände mit beiden Bögen, noch durch die wiederholte Berührung der Bögen mit den Theilen der Thiere sich vermindere oder zerstreut werde.

Als etwas besonders und bemerkenswerthes kommt anzuführen, welches wir oft in Ansehung der Konduktoren der Bögen, und leitenden Scheiben, vorzüglich bei den schon ermatteten Kräften der also zubereiteten Thiere zu bemerken Gelegenheit hatten, daß nemlich verschiedene und mannigfaltige zusammenvereinigte metallische Substanzen sehr viel, sowohl bei der Hervorbringung der Muskelbewegung, als bei der Vermehrung derselben, vermögen, und zwar ungleich mehr, als eine ebendieselbe me-

tal-

tallischen Substanz für sich allein. So, z. B. wenn der ganze Bogen, der Saft, und die leitende Scheibe allein von Eisen sind geschieht es äußerst oft, daß die Bewegungen entweder gänzlich aufhören, oder äußerst schwach werden; — wenn aber nur ein Stück derselben von Eisen, ein andres aber von Kupfer, oder gar Silber ist (Silber scheint uns vor allen andern Metallen zur Leitung der thierischen Elektrizität am geschicktesten zu seyn) so geschehen die Zusammenziehungen alsogleich, stärker und von längerer Dauer. Das nemliche geschieht auch, wenn die Oberfläche einer und derselben Scheibe an zwei von einander getrennten Orten, mit Metallblätchen, jedoch von verschiedenen Metalle, z. B. an einem Orte mit Stanniol an dem andern aber mit Kupferblätchen überzogen wird, da bekömt man größtentheils stärkere Zusammenziehungen, als wenn beide Theile mit einerlei Metalle, selbst mit Silber überzogen, oder wie die Physiker sagen, belegt wären.

Nachdem wir diesem, dem elektrischen Feuer ähnlichen, Umlauf der Nervenflüßigkeit entdeckt haben, so schien daraus zu folgen, daß eine zweifache, und das zwar ungleiche oder besser entgegengesetzte Elektrizität, zugleich diese Er-

scheid-

scheidung hervorbringe, so wie jene Elektrizität der leidner Flasche, oder des magischen Quadrats zweifach ist, durch welche die elektrische Flüssigkeit ihren Kreislauf verrichtet. Der Beweis eines Ueberganges oder Umlaufs der Elektrizität kann von der Wiederherstellung des Gleichgewichts, und das zwar einzig oder größtentheils zwischen entgegengesetzten Elektrizitäten hergenommen werden. Daß sie in einen und ebendenselben Metalle lägen schien allerdings der Natur und den Untersuchungen zuwider zu seyn: nun war nur noch übrig zu vermuthen, daß beide im Thiere lägen. Damit aber auch nicht der geringste Verdacht übrig bliebe, als ob ich selbst den Thieren im Versuchen hätte Elektrizität zufließen lassen können, so ließ ich einen kupfernen Bogen mit Silberblättchen überziehen, befestigte ihn an eine Glasröhre, die ich zu der Zeit hielt als ich den Bogen an die Thiere setzte; aber trotz dieser Vorsicht, erfolgten die Bewegungen dennoch.

Nachdem wir diese Versuche in freier Luft angestellt hatten, fiel es uns auch ein zu sehen, was mit dem Thiere vorgehen würde, wenn ich es unter das Wasser senkte; ich that es nun auch auf folgende Art, wie ich es
ge

gewöhnlich gethan hatte und setzte die eine Spitze des Bogens an den Haken des Rückenmarks, die andere aber an die Füße des Thiers: und sogleich erschienen die Zusammenziehungen eben so gut, als in freier Luft.

Bei diesem Versuche fiel mir dies besonders auf, wenn ich mit diesem Bogen, oder mit einem andern leitenden Körper den Haken des Rückenmarks des unterm Wasser liegenden Thieres berührte, so erfolgten alsogleich die Zusammenziehungen, welches ich dem Wasser, das die Stelle eines leitenden Bogens vertritt, zuschrieb. Ich tauchte also das Thier jetzt in Oel, um zu sehen, ob die Zusammenziehungen eben so wie unter dem Wasser hervorgebracht werden, oder ob sie ganz unterbleiben würden. Ich berührte nun mit dem nemlichen leitenden Körper den Haken des Rückenmarks, die Zusammenziehungen unterblieben allerdings, weil das Oel die Stelle eines leitenden Körpers nicht vertreten kann, welches mich in meiner vorgesaßten Meinung nicht wenig bestärkte.

Nach diesen Bemerkungen und Erfahrungen, glaubte ich selbst schließen zu dürfen, daß diese zweifache und entgegengesetzte Elektrizität in dem zubereiteten Thiere selbst zu finden sey,
und

und daß die eine in Muskeln, die andere aber in Nerven, oder beide Elektrizitäten zugleich in einem von jenen ihren Sitz habe, wie es die Naturforscher vom Tourmalin (Aschenzieher) sagen. Ich fieng nun mit allem Fleiße an nachzuforschen; und zwar erstens, welche Art von Elektrizität die Nerven enthielten. Ich berührte also das abgeschnittene Rückenmark der Frösche, die ich zu diesem Behufe, nur kurz zuvor getödtet und zubereitet hatte, bald mit einer Stange von Glas, bald mit einer von Siegellack: bediente ich mich der ersten, so erfolgten nie Bewegungen in den Muskeln; sie wurden aber sogleich bemerkt, wie ich mich der zweiten bediente, und das zwar in einer Entfernung von vier und mehr Linien, nur mußte aber, wie wir weiter unten sagen werden, das Rückenmark mit Straniol belegt seyn. Wir bedienten uns oft anstatt des gläsernen Zylinders der Scheibe der elektrischen Maschine, die wir einmal drehten, um zu erfahren, ob eine größte Menge von Elektrizität, die sich auf der Scheibe gesammelt hatte, die Muskelbewegungen hervorbrachte, welches der gläserne Zylinder nicht vermocht hatte, aber der Versuch hatte den nemlichen Ausgang, und es ließen sich nicht die geringsten Bewegungen in den Muskeln erblicken.

Nach

Nach diesen Versuchen würde also die Elektrizität der Nerven positiv seyn, da die Physiker beweisen, daß nur entgegengesetzte Elektrizitäten gewisse bestimmte Wirkungen und Bewegungen hervorbringen.

Wir wandten uns nun zu der Elektrizität der Muskeln, um sie ebenfalls zu untersuchen, wir machten die nemlichen Versuche mit diesen, wie bei den Nerven, aber wir entdeckten weder mit der positiven noch mit der negativen Elektrizität irgend einige Bewegungen in den Muskeln.

Wir kehrten nun zu den unsern Versuchen günstigeren Elektrizität der Nerven zurück; und wiederholten alle jene Versuche, welche wir oben bei der Funkennehmung an ihr versucht hatten, nur bloß mit dem Unterschied, daß wir das Siegellak dazu brauchten. Es erschienen nun beinahe die nemlichen Erscheinungen bei den Bewegungen, außer, daß alle, welche wir mit dem Siegellak erhielten, ungleich schwächer waren, als jene mit dem Funken. Alles war wie oben der nemliche Nutzen der Konduktoren, die nemlichen Gesetze, und ganz auf die nemliche Art entstanden auch die Muskelbewegungen.

Um

Um diese verborgene und schwere Sache, den Sitz der beiden Elektricitäten zu entdecken, schien mir nichts geschickter, als die Elektricität zu vergrößern und zu vermehren, ich dachte also fleißig über die Mittel nach, um es zu bewerkstelligen. Die Analogie leitete mich auf eines, nemlich die Nerven, in welchen viel Elektricität zu seyn scheint, und deren Beschaffenheit wir schon kannten, mit einem Metallblätchen, vorzüglich mit einem von Zinn zu belegen, so wie es die Physiker mit ihren magnetischen Quadraten, und der leidner Flasche zu machen gewohnt sind. Fig. 9, Taf. 3.

Durch diesen Versuch wurden die Muskelbewegungen wunderbar verstärkt, so daß dieselben auch ohne Bogen durch die Berührung der belegten Nerven, mit irgend eines andern, leitenden und nicht leitenden oder elektrischen Körper hervorbramen, wenn nur die Thiere frisch dazu bereitet waren, und Kräfte genug hatten; die Wirkung des angewandten Bogens und der anderen Handgriffe zu unterstützen, und die daraus entstehenden heftigen und anhaltenden Zuckungen und Zusammenziehungen auszuhalten und fortzusetzen, zu der Zeit auch wenn gleich der

Bogen und die anderen Geräthschaften von den belegten Nerven entfernt waren.

Nochmehr, die Eigenschaft und Kraft dieses Versuchs in der Vermehrung der Elektrizitätskräfte ist so groß, daß die Mittheilung oder Uebergang, der bei der Anwendung der Haken und des Bogens zuvor kaum sichtbar wird, so glücklich und leicht vor sich gieng, daß er nicht nur durch zwei, sondern auch durch drei und mehrere eine Kette bildender Menschen in den Frosch übergieng, und die Muskelbewegung wie gewöhnlich hervorgebracht wurden, und das vorzüglich zu Sommerzeit, mit schon ältern Thieren, die bloße Muskeln hatten, und besonders bei an nähernden Gewittern. Ueberzog ich das entblößte Gehirn oder das Rückenmark zubereiteter Frösche eines theils mit Staniol, so bekamen wir bei der gewöhnlichen Anwendung des Bogens heftige und geschwinde Zusammenziehungen, welches uns sonst ohne diesen Öunzgriff, weder mit Bogen, noch auf eine andere Art gelungen war.

Da ich die Kraft des Staniols durch die Belegung der Nerven die thierische Elektrizität

zu vermehren konnte, so wollte ich nun auch wissen, was er in den damit belegten Muskeln vermöge? die Zusammenziehungen schienen aber nicht viel dabei zu gewinnen. Nach mehreren Versuchen bemerkten wir freilich ein Zunehmen der Zusammenziehungen wenn die Muskeln allein, das größte wenn die Nerven, oder das Rückenmark, oder das Hirn allein, beinahe aber gar keines, wenn alle diese Theile sowohl, als auch die Muskeln mit eben diesen Zinnblättchen belegt waren, und der Bogen an die belegten Theile gebracht wurde.

Die Zusammenziehungen wurden nicht nur durch die Belegungen des entblößten Rückenmarks mit Staniol, vermehrt, sondern auch wenn man das Rückgrad, sowohl von aussen, wo es auf den Rücken noch mit seinen Muskeln versehen war, als von innen, vorzüglich an dem Orte, wo die Nerven entspringen, belegte. Gleich viel war es, wenn man diese Theile mit einem großen oder kleinem Blatte bedeckte, genug wars, wenn sie nur in etwas belegt waren, und daß man das eine Ende des Bogens an die Belegung, und das zweite an die Muskeln brachte. Mit gleichem Vortheil bedienten wir uns statt des Staniol des gewöhnlichen elektrischen Amalgams, oder bestreuten die Nerven mit dergleichen

den Pulver, oder vermengten dieß Pulver mit Del, formten Kügelchen, die wir an die Nerven klebten. Bedienten wir uns aber eines andern metallischen Pulvers, der Eisen oder Kupferfeilspäne auf eben diese Art, so gewannen doch die Zusammziehungen keinen Zuwachs.

Da wir nun die Art wußten, wie die Elektrizität vermehrt würde, so wagten wir uns nun zuverlässiger und zuversichtlicher daran, ihrem Sitze glücklicher nachzuforschen. Wir belegten also 12 den Nerven, bald wieder den Muskel mit Staniol; wir zogen zuerst den Muskel mit den dazugehörigen Nerven aus dem Thiere, legten ihn auf eine nicht leitende Scheibe, und brachten wie gewöhnlich den Bogen daran; das nemliche thaten wir sowohl mit dem ganzen, als mit dem zerschnittenen Muskel, wir umgaben nemlich einen Theil desselben mit Staniol und setzten das eine Ende des Bogens an den belegten Theil des Muskels, das andere aber an den unbelegten Theil desselben. Aber wir gewannen durch unsere Untersuchungen bei nahe nichts.

Nur das bemerkten wir, daß die Zusammziehungen in dem mit den Nerven
aus

aus dem Thiere geschnittenen Muskel, ungleich geringer sind, als wenn er in seiner natürlichen Lage im Thiere ist; in dem ganzen Muskel aber sind sie noch schwächer und geringer, und lassen sich weniger deutlich blicken; nicht selten aber erscheinen einige, wenn die eine Spitze des Bogens dem belegten Theil des Muskels, die andere aber der anliegenden entblößten Oberfläche desselben berührte, sonst erscheinen bei diesen Versuche gar keine. Das nemliche geschieht auch, aber ungleich schwerer in der innern Substanz des Muskels; leichter aber und geschwinder entstehen diese Zusammenschlungen, wenn der Bogen an den auf diese Art belegten Nerven gebracht wird, selbst wenn man sich statt des Bogens auch nur der äußersten Spitze eines leitenden Körpers bedient, und damit theils den Rand des Metallblättchens, theils den nackten Nerven berührt.

Dieses ist beinahe alles was wir zur Erforschung des eigentlichen Sitzes der thierischen Elektricität, durch Versuche unternommen haben. Da wir aber durch unsere Versuche nicht im Stande waren, alles in das gehörige Licht zu setzen, so müssen wir das Fehlende mit Muthmassungen ersetzen aber von diesen wollen wir in der Folge sprechen.

Wir wollen nun manches weiter verfolgen, was uns in der genauern Untersuchung dieser Elektrizität, als bemerkungswürdig aufgestossen ist. Unter welchen eines der ersten ist: daß sie durch die gewöhnliche gemeine Elektrizität erregt, wie wir gesagt haben, zwar in der Entfernung von einigen Linien wirke, aber für sich allein, auch nicht in der kleinsten Entfernung, sondern daß sie immer die Berührung fordere, um ihre Gewalt (Kraft) auszuüben; wir sahen aber doch größere Zusammenziehung sicherer und geschwinder entstehen, wenn die Spitze des Bogens an das äußerste Ende des Metallblättchens, welches die Nerven oder Muskeln bedeckt, und nicht auf einen andern Punkt der Oberfläche gesetzt wird, eben so, wenn sie an das Ende, nicht aber auf einen andern Theil des Hafens gebracht wird: woraus genugsam erhellt, daß die thierische Elektrizität, der gewöhnlichen gemeinen nicht wenig gleiche, die vorzüglich die Spitzen und Ecken liebt und ihnen folgt.

Diese so deutliche und klare Anzeigen von der Elektrizität in den Muskeln und Nerven machten uns Muth, noch fleißiger weitere
Un-

Untersuchungen anzustellen. Wir bedeckten also erstens einen Theil der Nerven sowohl, als der Muskeln, anstatt der Metallblättchen, mit irgend einer nicht leitenden Materie, mit Seidenstoff nemlich, oder im Oel aufgelöseten Pech, um zu sehen, ob die Zusammenziehungen bei der Anwendung des Bogens gänzlich aufhören würden oder nicht. Sie unterblieben aber allerdings. Es war aber nicht nur nothwendig uns des Seidenstoffs zu bedienen, sondern auch ihn auf eine Art zuzurichten, damit den Zusammenziehungen Einhalt geschähe. Denn der Seidenstoff, einfach genommen, war nicht im Staude die Zusammenziehungen aufzuhalten, weil er zu geschwinde die zuleitende thierische Lymphe einsog und naß wurde, eben also das Oel, weil es der Spitze (Ende) des Bogens immer nachgab und Raum läßt, den unterlegten Körper unmittelbar zu berühren.

Wir forschten nun weiter nach ob diese Elektrizität, der Natur und Weise der gewöhnlichen in diesem Folge, daß sie sich durch einige leitende Körper einen leichteren, durch andere aber einen schwerern Durchgang bahne: Wir bemerkten aber eine gleiche Uebereinstimmung, und zwar erstens, daß jene, wie diese ihren Weg leichter durch

Mez

Metalle als durch Holz nehme; unter den Metallen ihr vorzüglich Gold und Silber günstiger sey, weniger aber das Blei oder Eisen, vorzüglich, wenn es rostig ist, so, daß wenn entweder der Bogen, oder die diesen vertretende Scheibe aus Metallen vorzüglich aus Silber, oder was noch besser ist, nur mit den feinsten Silberblättchen überzogen sind, bestehen; die Erscheinungen der Zusammenziehungen ohngleich deutlicher und geschwinder vor sich gehen, als wenn dieselben z. B. aus Blei oder auch aus Eisen bestünden. Die leitende Kraft hatten wir nun in festen Körpern erforscht, das nemliche unternahmen wir nun auch mit flüssigen Körpern, und die Sache gieng beinahe auf eins hinaus. Wir erfuhren, daß diese Elektrizität durch wässrige Feuchtigkeit sich den leichtesten Weg bahne, in Ölichten aber allerdings aufgehalten und verhindert werde. Um dieß zu versuchen, bedienten wir uns dünner Glasröhren, welche wir an einem Ende mit einer Materie verstopften, wodurch wir einen silbernen, kupfernen oder mit Staniol überzogenen Drath, so durchziehen konnten, daß das eine Ende davon frei in der Höhlung der Röhre war, das andere aber in größerer Entfernung gezogen werden konnte;

die

die Röhren aber füllten wir mit den zu den Versuchen bestimmten Materien, nemlich mit wässrigen oder ölichten Flüssigkeiten; verstopften nun die Oeffnungen, und stießen ebenfalls einen Drath hinein. Nachdem alles zubereitet war, bedienten wir uns dieser Röhren, entweder als ganzer Bögen, wir bogen nemlich die Dräthe, oder nur als Theile desselben, deren Ende wir auf die gewöhnliche Art anwendeten.

Bei dem Gebrauche dieser Röhren Fig. 14. Taf. 3. gehen keine Zusammenziehungen, als wir uns deren mit Del gefüllten bedienten, wohl aber geschahen sie mit denen, die mit Wasser gefüllt waren.

Aber nichts schien aus diesen Versuchen bessere Hoffnung eines erwartenden Nutzens zu versprechen, als fleißig der elektrischen und leitenden Kräfte in den verschiedenen Theilen der Thiere nachzuforschen. Bei gemachtem Versuche erfuhren wir, daß allerdings alle Theile zerschnittner Thiere, die Art von Elektrizität leiten und frei durchlassen, vielleicht bloß der Feuchtigkeit wegen, mit welcher sie theils von Natur theils bei ihrer Zerschneidung und Zubereitung benezt werden; denn wenn verschie-

des

dene, frischzerlegte feste Theile, als Muskelfibern, Knorpeln, Nerven, Knochen, Haut, oder auch flüssige, als Blut, Lymphe, Blutwasser, Urin auf eine gläserne Scheibe gelegt, oder in Glasröhren verschlossen an die zubereiteten und belegten Nerven gebracht und in Berührung gesetzt werden, und dann das eine Ende des Bogens an eben diese Theile, das andere aber an die Muskeln gesetzt wird, so entstehen die Zusammenziehungen fast eben so, als ob die eine Spitze des Bogens an die Nerven gesetzt worden wäre. Eben das nemliche erfahren wir, als wir den Versuch umkehrten, so daß wir die erwähnten Theile nicht an die Nerven, sondern an die Muskeln brachten, und eben die eine Spitze des Bogens an diese Theile, die andere aber an die belegten Nerven setzten. Ganz anders verhielt sich die Sache, wenn die ersten Theile nicht frisch zer schnitten, sondern von selbst, oder durch Kunst dörre geworden waren. Diese Erscheinung erfolgt aber nicht nur bei den auf diese Art zubereiteten Theilen, sondern auch wenn sie noch in ihrer natürlichen Lage in dem Thiere liegen, oder wenigstens von dieser Lage nicht sehr abweichen; denn wenn das eine Ende des Bogens an die isolirten, vorzüglich belegten Nerven, das andere aber an jeden andern ganzen und in seiner natürlichen Lage liegen

genden Theil des Körpers, welcher mit den zu diesen Nerven gehörigen Muskeln, nur einigermaßen zugehört, angebracht wird, so geschieht die Erscheinung beinahe eben so, als ob eben das Ende des Bogens die Muskeln selbst berührt hätte. Das nemliche sehen wir ferner nicht ohne Verwunderung mit den Nerven und Muskeln, die nur erst aus ihrer Lage geschnitten und getrennt, dann aber wieder nach ihrer vorigen natürlichen Lage aneinander gebracht worden waren, vorgehen. Wenn die Frösche auf die gewöhnliche Art zubereitet sind, und ihre Rückenmarkröhre mit Staniol überzogen ist, ihre Glieder nun mit einem Messer so von einander getheilt werden, daß jedes Glied nur mit dem ihm gehörigen Nerven verbunden bleibt, und dann ein Glied weit von dem andern entfernt wird, Fig. 15. Taf. 3. das Ende des Bogens danu an das Rückenmark, das andere aber an die Muskeln, oder an den Fuß des einen oder andern Schenkels angelegt wird, so bewegen und ziehen sich die Muskeln dieses Schenkels nur zusammen. Wenn man aber die Glieder wieder so zusammen bringt daß sie sich gegenseitig berühren, und man bedient, sich des Bogens wie vorher, und bringt ihn an den nemlichen Schenkel, so bewegen und ziehen sich die übrigen Muskeln beider Schenkeln zusammen.

Über

Aber eben das, geschieht mit dem Rückenmarke, wenn das ganze Rückenmark nach der Achse entzwei geschnitten wird, alsdann aber die Theile der zerschnittenen Rückenmarksröhre, mit ihren dazu gehörigen Nerven von einander gelegt werden, die Glieder aber, so wie sie es in der Natur sind, verbunden bleiben, so gerathen die Muskeln nur eines Gliedes in Zusammensetzungen, wenn das eine Ende des Bogens nur einem der obgedachten zerspaltenen Theile der Rückenmarksröhre, das andere aber dem dazu gehörigen Schenkel angefügt wird; die Muskeln aber beider Schenkel gerathen in Zusammensetzungen, wenn die Theile des zerschnittenen Rückenmarks wieder künstlich zusammengefügt werden, und der Bogen mit dem einem Ende einen beliebigen Gliede, mit dem andern aber den nemlichen zusammengefügten Theilen nahe gebracht worden. Und eben dieselbe Erscheinungen ereignen sich endlich sowohl an den ganzen Kumpfe des zubereiteten Thiers, wenn auch von oben bis unten in der Mitte getheilt ist, wenn nur die gemachten Theile wieder mit allen Fleiß und Geschicklichkeit zusammen gefügt, und zur wechselseitiger Berührung gebracht werden. Fig. 16. Taf. 3.

Diese Erscheinungen lassen sich nicht richtig genug erklären, ausser wenn man nicht annimmt, daß durch die dazwischen kommende Feuchtigkeit der Theile, der ausfliessenden thierischen Elektrizität den Zugang und Durchgang frei gestattet. Ob sie zwar wohl ein Licht über die noch dunkle Ursache und Weise der Uebereinstimmung der Nerven verbreiten können; wenn sich einstens gelehrtere Physiologen damit abgeben werden. Allein nichts ist vielleicht geschickter die Uebereinstimmung der Wirkungen zu beweisen, als wenn die Schenkelnerven der Krösche auf die gewöhnliche Art zubereitet werden, ganz aber das Rückenmark, ganz der Kopf, ganz und in der natürlichen Lage die obern Gliedmassen gelassen werden. Wird dann der Schenkelnerv, oder das Rückenmark belegt, und der Bogen theils an den belegten Theil des Schenkelnerven, theils an das dazu gehörige Glied gebracht, so ziehen sich nicht nur die untern Glieder zusammen, sondern die obere bewegen sich ebenfalls, es bewegen sich die Augenlieder und andere Theile des Kopfs, daß es deshalb scheint, die bewegte elektrische Flüssigkeit der Nerven fliesse zwar durch die Berührung des Bogens von den angegebenen Orte der Nerven in die Muskeln zusammen, steige aber auch theils durch die Nerven hinauf, und gelange
bis

bls zum Hirn, und übe in denselben seine Gewalt aus, daß daher aus was immer für eine Ursache Bewegungen anderer Muskeln erregt werden.

Allein, obschon es scheinen könnte, daß an der durch Versuche, und durch Schlüsse der Analogie und der Vernunft bestätigten thierischen Elektrizität, so wie an ihrer Gegenwart und Bewegung in der Nerven und Muskeln, oder an ihren Ausgange, aus diesen, oder jenen, oder aus beiden, oder an den freien Durchgange durch anstehende leitende Körper kaum mehr zu zweifeln erlaubt ist, und ob gleich wir mußten, daß uns das gute Glück und der Fleiß nicht geringen Erfolg bewiesen, da sie uns vielleicht zum erstenmale die Art entdeckt hat, durch welche wir diese Elektrizität gewissermassen vor die Augen legen, aus dem Thiere ziehen, und wie mit den Händen behandeln können, so schien uns diese Sache, um die Wahrheit zu gestehen, nichts destoweniger nicht ganz bewiesen, und vollkommen abgehandelt, noch uns ganz nach Wunsche gelungen zu sehn, wenn wir nicht auch die Art und weise entdecken können, durch welche die neuwillchen Phenomene, der Zusammenziehungen erhalten würden, ohne daß die Nerven und Muskeln auf irgend eine Art oder mit irgend

eis

einen Körper berührt würden. Wir erregten uns selbst die Zweifel, daß diese Erscheinungen vielleicht auf irgend eine Art einer gewissen mechanischen Reizung entweder des Bogens oder anderer Instrumente beruhen könnten, oder daß deshalb nach diesen Versuchen die Dünste und elektrische, durch die Nerven ausfließende und die Muskelbewegungen hervorbringende, Flüssigkeit deunoch nicht genug gewis erwiesen sey. Es kam uns daher die Lust an, zu versuchen, ob Zusammenziehungen entstünden, oder nicht, wenn wir die Nerven auf die obere Seite des sogenannten elektrischen oder magischen Vierecks, die Muskeln auf die untere wie Fig. 20. Taf. 4. oder umgekehrt wie in Fig. 13. Taf. 3. anbrächten, und wir dann das eine Ende des Bogens an die obere, das andere Ende aber an die untere Oberfläche, an eine von den zubereiteten Theilen des Thiers sehr entfernten Stelle setzten. Durch diese Art des Versuchs bemerkte ich leicht, daß wenn die abfließende Flüssigkeit elektrisch wäre, und daß durch diesen Ausfluß die Zusammenziehungen von den Nerven zu den Muskeln geführt werden, es eben so viel sey, als wenn ich den Bogen an die Muskeln sowohl als an die Nerven selbst setze, ohne daß doch hier irgend ein Verdacht, eines angebrachten mechanischen Reizes hätte entstehen können.

Nach

Nachdem wir den Versuch gemacht hatten, so sahen wir nicht ohne Vergnügen, diese Zusammenziehungen sich ereignen, und zwar auch auf eben diese Art, wenn Glas oder Pechplatten, nach der den Physiker gewöhnlichen Art belegt, auf die nemliche Scheibe gelegt wurden, wenn sie nur in einiger Entfernung von einander zu liegen kamen, so daß die Nerven auf einer von diesen Platten, die Muskeln aber auf der andern lagen, und unter ihnen durch einen dazwischen liegenden leitenden Körper keine Seneszenz herrschte Fig. 18. Taf. 4.

Ueberdies nahmen wir durch diesen Kunstgriff wahr, daß die Zusammenziehungen entstünden, wenn gleich weder die Muskeln noch die Nerven auf die gewöhnliche Art mit Stanniol bedeckt waren, wir bemerkten sie auch dann, wann in einem Glase mit Wasser, z. B. das Rückenmark, oder die Nerven, in ein anders aber die Füße gelegt wurden, und dann die Hoxen wie gewöhnlich die Oberfläche des Wassers berührten. Fig. 19. Taf. 4.

Dies aber gab uns Gelegenheit nachzuforschen, was geschehen würde, wenn die Muskeln auf eine gläserne Scheibe, das Rückenmark aber in seine Betröhre eingeschlossen, ver-

bun-

wurden mit seinen Nerven, oder mit einem Ha-
 fen versehen, oder wie gewöhnlich belegt auf ei-
 ne elektrische Scheibe gelegt würde, und was
 dann geschehen würde, wenn der Versuch um-
 gekehrt angestellt würde, und das Rückenmark
 nemlich auf eine Glasscheibe, die Muskeln aber
 auf eine elektrische gethan würden, und dann
 der Bogen, wie in obigen Experimente an zwei
 entgegengesetzte Orte gesetzt würde, so daß ein
 Ende desselben gegen das Rückenmark, das an-
 dere gegen die Muskeln gerichtet wäre; was
 endlich dann, wenn sowohl das Rückenmark, als
 die Muskeln auf einer und derselben belegten
 gläsernen Scheibe ausgespannt würden erfolgen
 dürfte. Allein die Zusammenziehungen wa-
 ren schwächer, und wurden schwerer er-
 regt, wenn die Muskeln auf eine gläserne
 Scheibe, das Rückenmark aber auf einer
 elektrischen lagen. Im Gegentheile kamen
 sie heftig hervor, wenn das Rückenmark
 auf eine Glasscheibe, die Muskeln aber auf
 eine elektrische gelegt wurden.

Aber ungleich heftiger, anhaltender,
 waren sie und kamen von selbst, ohne allen
 Gebrauch des Bogens, und wie neu be-
 lebt hervor, wenn sowohl die Muskeln als
 die Nerven auf der nemlichen belegten
 glä:

gläsernen Scheibe lagen; am heftigsten aber wenn auch nur ein geringer Schlag oder Bewegung auf die belegte Glasscheibe geschah, da schienen die Rümpfe der Thiere in den stärksten Tetanus gerathen zu sein. Wenn man nun dieses mit jenen vergleicht, was, wie wir anfänglich gesagt haben, wenn nemlich die Muskeln und das Rückenmark auf die nemliche leitende Scheibe gelegt, und Zusammenziehungen durch die Berührung des Hafens mit dieser Scheibe oder auf eine andere oberröhrte Art erregt werden, wird man leicht ersehen, daß sie dazumal geringer hervorkommen mußten, als wenn dieses auf einer belegten Glasscheibe gemacht wurde: ein nicht geringer Beweis, daß die thierische Elektrizität durch ableitende Körper zwar weit weniger, aber doch immer zerstreuet werde, als die gemeine und gewöhnliche Elektrizität, und so wie diese durch elektrische oder nicht leitende Körper zusammengehalten und angehäuft werde; was in den folgenden Versuchen noch klärer, wie ich glaube zu ersehen seyn wird. Denn ehe ich mich noch zu diesen Versuchen wandte, so wollte ich noch sehen, ob die nemlichen Erschelnungen der Zusammenziehungen nur nicht mit gläsernen und barzigen Scheiben, sondern auch mit sehr geblätteten oder polirten
 mar.

marmornen Platten hervorkommen würden, um mit den Zweifel zu benehmen, der mit nicht selten aufstieß, daß die Zusammenziehungen, die ich der thierischen Elektrizität zuschrieb, vielmehr von der Elektrizität der belegten Glas- oder Harzscheibe herkämen. Waren nun die Marmorplatten belegt (armirt) und man unternahm mit denselben alle die Versuche wie mit den Glas oder Harzscheibe, so geriethen sie beinahe auf eben die Art, wie oben, nur waren die Zusammenziehungen schwächer, so daß man zu den Kunstgriffen die Zuflucht nehmen mußte, durch welche die Kräfte der Zusammenziehungen erregenden thierischen Elektrizität vermehrt werden. Aus dieser Ursache mußte man manchmal die Oberfläche einer Marmorplatte oder einen Theil der nemlichen Fläche (denn es ist einerlei, ob man zwei oder nur eine durch Belegung, Armirung, in zwei getheilte Platten anwendet) mit einem Metall z. B. Zinn oder Silber, die andere aber mit Kupfer oder Messing belegen, damit Zusammenziehungen hervorgebracht würden, vielleicht weil die thierische Elektrizität, eben so wie die gemeine und gewöhnliche, weniger durch Marmorplatten, als durch gläserne und harzige Substanz zusammen gehalten wird.

Mit Stillschweigen darf man nicht übergehen, daß wenn das eine Ende des Bogens aus einer nicht leitenden Materie bestünde, und dieser, wie oben, auf die belegte Scheibe angelegt würde, so würde er allerdings keine Zusammenziehungen erregen, erregt würden sie aber werden, wenn entweder das nemliche Ende, oder ein jeder anderer nicht leitender Körper an die belegten Nerven, oder an das Rückenmark, wie wir schon gesagt haben, gebracht wird.

Allein da wir dieses an todtten Fröschen und zerschnittenen Nerven mit Bewunderung gesehen hatten, so war nun unser Bemühen, es auch an lebenden und mit ganzen sowohl als zerschnittenen Nerven zu versuchen. Da wir also die Bedeckungen weggeräumt, den Schenkelnerven entblößt und nach unserer Art belegt hatten, da wo er beinah entblößt liegt, nemlich unter jenen Orte des Schenkels, welcher mit der Kinnfehle verglichen werden kann, brachten wir wie gewöhnlich den Bogen an den Nerven und die Schenkelmuskeln, so erschienen nicht selten Zusammenziehungen, immer aber ereigneten sie sich, wenn der Nerve zerschnitten und belegt, und auf eine armirte Glasscheibe ausgebrei-

brei

breitet war, und der Bogen an den Nerven, oder auch nur an die Scheibe, und eben so wie zuvor an die Muskeln gesetzt wurde. Sie blieben aber entweder größtentheils oder auch gänzlich aus, wenn die Scheibe worauf der Nerve gelegt wurde, leitend und nicht isolirt war, woraus zu ersehen zu sein scheint, daß die thierische Elektrizität beinahe auf eben die Art in den todten, als in den lebenden Thieren wirke.

Nachdem ich nun so viele, und wie ich glaube klare Anzeigen von den Kräften der thierischen Elektrizität erhalten hatte, so wollte ich versuchen, ob die gewöhnliche Vorbereitung der Nerven und sorgfältige Absonderung von den andern Theilen etwas zur Sammlung und Verbreitung ihrer Kräfte beitrage, wie wir gesagt haben, daß es in der sonst außer dem Thiere befindlichen und gewöhnlichen Elektrizität geschehe. Ich fand aber, daß sie äußerst viel dazu beitrage, denn öffnete man nur die Hirnschale, oder die Rückenmarkshöhle, und ließ das Thier ganz, wurde dann das Hirn oder Rückenmark mit Staniol belegt, und ein Ende des Bogens an den belegten Theil, das andere aber an den Schenkel gesetzt, so entstanden zwar einige Zusammenziehungs-

gen in den obern, aber kaum einige in den untern Gliedern, merklich aber und stufenweise kamen einige in dem Maße hervor, so wie in den entblößten und ausgeweiteten Thiere die Nerven immer mehr und mehr von den benachbarten Theilen abgelöst wurden, stark aber und heftig waren sie als der Nerve gänzlich abgelöst, und nur von der Luft umgeben ward, als man sie mit den nemlichen Bogen und auf die nemliche Art versuchte. Daß also dadurch klar zu werden scheint, es stehe der thierischen Elektrizität ein Weg oder gewisser Zugang von den Nerven zu den benachbarten Theilen, entweder durch eine Feuchtigkeit, oder durch die, die Nerven durchgehende Blut und lymphatische Gefäße, offen, werden nun diese zerschnitten, so werden die Nerven frei und isolirt, die allzeit zur Bewegung fertige Elektrizität sißt entweder ganz oder doch größtentheils auf den belegten Ort zusammen, vollendet ihren Lauf durch Hülfe des Bogens durch die Muskeln oder Nerven, bringt ungleich größere Zusammenziehungen hervor, als sie ohne diese Zubereitung gethan haben würde.

So eine neue Erscheinung scheint einen nicht unwichtigen Beweis für die thierische Elektrizität darzubieten, und es kann daher vielleicht der Argwohn entstehen, daß der schnellere Umlauf des Bluts und der Säfte in diesen Muskelbewegungen wo nicht ganz doch zum Theil von der Elektrizität, die von den Nerven häufig in die Gefäße zusammen fließt, und in ihren Säften heftig wirkt, abhängt.

Ließe man diese Muthmassung gelten, so würde vielleicht daraus die Erklärung fließen, warum bey alten Leuten, bey welchen schon viele Gefäße verwachsen sind, die häufig durch die Nerven gerade zum Hirn gehende Elektrizität, nicht selten das Gehirn schwer verlezze, und das graue Alter aus dieser Ursache, der Gliederlähmung, dem Schlage und andern dergleichen Krankheiten vorzüglich unterworfen sey. Doch davon an einem andern Orte.

Allein nichts schien uns zuträglicher, um einen Nutzen aus diesen Versuchen zu ziehen, als alle diese bis izt mit kaltblütigen Thieren angestellte Versuche, nun auch emsig mit warmblütigen anzustellen.

Ich sah leicht ein, daß wenn dasjenige was ich entdeckt hatte, nur zu den kaltblütigen Thieren gehöre, so hätte ich nur einige kaum mit einigen Nuzzen verbundene Eigenschaften entdeckt, wenn ich das nemliche in dem warmblütigen entdeckte, so zeige sich nun die Hoffnung wenn auch nicht eine vollständige Erklärung der Natur und Art der Wirkungen der Muskeln und Nerven, doch immer einige Aussicht zu weiterer Gewißheit zu gewinnen, welches nicht ohne Nuzzen für die Physiologie sowohl, als für die Medizin seyn würde. Nachdem wir also diese Versuche mit Vögeln und vierfüßigen Thieren nicht nur einmal, sondern sehr oft angestellt hatten, so giengen nicht nur die vornehmsten Versuche wie in den kaltblütigen Thieren, Fröschen und Schildkröten nemlich nach Wunsche von statten, sondern sie zeigten sich auch leichter und waren viel sicherer. Ich bemerkte das besondere in einem lebenden Thiere, nemlich in einem Schaf, daß nach dem dessen Schenkelnerve abgeschnitten, mit einem Metallblättchen überzogen war, und man es auf eine armirte Glaschale gelegt hatte, man nicht nur Zusammenziehungen erhielt ohne Beihülfe des Bogens, sondern bloß durch Berührung der nemlichen Scheibe mit was immer für einen

lels

leitenden Körper; war der Nerve aber auf eine Metalplatte gelegt, so wurden sie nie anders als mit dem Bogen, der wie gewöhnlich aus Zink gebracht wurde, erregt.

Was kann man wohl schicklicheres und kräftigeres sagen, um zu beweisen, daß die thierische Elektrizität sich von den Nerven auf die benachbarten Theile verbreite, und eben so, wie es in der gemein und gewöhnlichen Elektrizität Sitte ist, durch elektrische Körper gesammelt, durch leitende aber zerstreuet werde. Welches alles wir durch diese Versuche dargethan haben.

Zuletzt wollen wir aber unsere Leser noch erinnern, daß die von uns entdeckte thierische Elektrizität so wie in vielen andern Eigenschaften am meisten aber in der Unbeständigkeit, Veränderlichkeit, und in der Wiederauflebung nach einiger Zeit mit der gemeinen Elektrizität übereinkomme, denn die Zusammenziehungen sind vorzüglich in den letzten oben berührten Versuchen äußerst unterschieden, nicht nur nach der verschiedenen Art der Thiere, sondern auch nach der verschiedenen Natur, Alter, Gestalt und Stärke eines jeden, so daß sich bei manchen äußerst
ge

geschwind und stark, bei andern langsam, und kaum fühlbar zeigten. Sie unterscheiden sich auch nach den verschiedenen Jahreszeiten, und nach der Beschaffenheit des Wetters. Denn zur Sommerzeit, wenn der Himmel mit Blitzen drohet, pflegen die Zusammenziehungen stärker und geschwinder zu sein, als im Winter, und bei heiterm Wetter, obgleich damals die Kraft, die sie hervor bringt, wie wir bemerkt haben, eher im Thiere erlöschet. Größer und geschwinder sind sie in ältern, als jüngern, in muntern als trägen Thieren, endlich größer in blutlosen und ausgelerten blaffen, als vollblutigen und rothen Muskeln.

Nebst dem sind die Zusammenziehungen in dem nemlichen zubereiteten Thiere bald schwach, bald stark, bald hören sie ganz auf, manchmal erfolgen sie sogleich auf den ersten Versuch, ein andermal erst auf einige und mehrere. Diese so große Verschiedenheit der Wirkungen und Zusammenziehungen zeigt sich nicht nur allein nach langen, sondern auch nach kürzern Zeiträumen.

Endlich werden verringerte Zusammenziehungen nach einer gewissen Zeit und Ruhe, wie von selbst wieder vermehrt, und
be-

bekommen neue Kräfte, ja wenn sie aufhö-
ren, erneuern sie sich gewissermassen wie-
der von selbst, wenn auch die äußern Ur-
sachen und Umstände kaum und fast gar nicht
verändert werden; daher scheint die durch
wiederholte Versuche zerstreute Elektrizität
wie jene des sogenannten magischen Qua-
drats oder der Leidner Flasche die nicht an-
ders wieder belebt und erneuert zu werden
pfllegt, als gleichsam durch Ruhe binnen ei-
ner gewissen Zeit.

Damit diejenigen, welche sich mit dieser
Art von Versuchen abgeben wollen, den Ge-
brauch und Nutzen des Bogens einsehen, die
müssen sich merken, daß: wenn man bey ab-
nehmenden Zusammziehungen, welche vorzüg-
lich bey belegten Nerven manchmal durch bloße
Berührung irgend eines leitenden Körpers er-
regt werden, diese Zusammziehungen um auf das
neue zu beleben, zum Gebrauche des Bogens
schreiten, diesen aber bei belegten Scheiben zu
brauchen, müssen sich desselben sogleich oder doch
kurz nach der Zubereitung des Thiers bedienen.

Diesen Rath geben wir aber aus der Ur-
sache, damit nicht jener, der unsere Versuche
wiederholen wird, in der Beurtheilung der Zu-
sam-

sammenziehungen, oder der Kräfte der Elektrizität nicht täusche, oder glaube, daß wir getäuscht worden sind. Wenn aber die nemlichen Versuche mehrmals angestellt werden, so wird er öfter die von uns hergezählten Erscheinungen durch die Wiederholung Gebrauch und Erfahrung bestätigt finden.

Vierter Theil.

Einige Muthmassungen und Folgerungen.

Aus dem bisher untersuchten und bekannten glaube ich erhelle es klar, daß die Thiere eine selbständige Elektrizität besitzen: diese erlaube man uns mit dem berühmten Bertolon und andern, mit den allgemeinen Namen einer thierischen zu belegen. Sie ist, wenn gleich nicht in allen, dennoch in den meisten Theilen der Thiere enthalten, in den Muskeln und den Nerven aber zeigt sie sich am deutlichsten. Ihre besondere und vorher unbekannte Eigenschaft scheint zu sein, daß sie von den Muskeln zu den Nerven, oder vielmehr von diesen zu jenen übergehe, und sogleich in einen Bogen, eine Menschenkette, oder jeden andere leitende Körper eindringe, die sie einen kürzern und behendern (leichtern) Weg von den Nerven zu den Muskeln leite, und durch dieselben auf das schnellste von jenen zu diesen fließe. Daraus scheint zweierlei zu folgen, nemlich, daß in diesen Theilen eine zweifache, eine positive, und eine negative, denn eine von der andern ganz verschiedene Elektrizität sei, ausser welchen Umstand bei hergestellten Gleichgewicht keine Bewegung, kein

Aus.

Ausfluß der Elektrizität, keine Erscheinungen von Muskelzusammenziehungen statt finden.

In welchen aber von diesen genannten Theilen eine oder die andere Elektrizität ihren Sitz habe, ob nemlich eine im Muskel, und die andere im Nerven, oder beide in eben denselben Muskel, und aus welchen Theile sie fließe, ist sehr schwer zu bestimmen? Wenn es aber erlaubt ist, in dieser Dunkelheit einige Muthmaßung zu wagen, so bin ich dafür, den Sitz beider Elektrizitäten in den Muskel zu setzen.

Wenn es gleich mehrentheils nothwendig ist, um Muskelzusammenziehungen zu erhalten, daß das eine Ende des Bogens an die Nerven außer den Muskeln, das andere an die Muskeln, wie wir gesagt haben, gesetzt werde, so folgt doch nicht daraus, daß die Nerven eine eigene Elektrizität eine andere in den Muskeln ihren Sitz haben; so wie in der leidner Flasche, obgleich das eine Ende an die äußere Oberfläche dieser Flasche, die andere aber an den Konduktor der Flasche gebracht zu werden pflegt, so läßt sich doch daraus am wenigsten die Folge ziehen, daß die Elektrizität, die sich im Konduktor findet eine besondere, und von der, welche in der Flasche auf den Boden gesammelt worden,

den, unterschieden sei. Es ist vielmehr bekannt, daß sie allerdings zur innern gefüllten Oberfläche gehöre, und daß beide, obgleich entgegengesetzte Elektricitäten, in der nemlichen Flasche enthalten sind. Weßhalb, wenn man auf die große Zahl der Zusammenziehungen sieht, welche man in einem zubereiteten Thiere erhält, welche Zahl, die sehr geringe Menge Elektricität in den zubereiteten Muskeln, welche nach der Zerschneidung in den kleinen übrigbleibenden Nerventheile enthalten seyn muß, am wenigsten entsprechen kann. Zieht man überdieß die vielen von den thierischen Berrihtungen hervorgenommenen Beweise in Erwägung, welche darthun, daß die von uns schon bewiesene elektrische Nervenfließigkeit frei und auß schnellste durch die Nerven ausfließe; wenn man endlich auf die andere dunkle und schwere Erklärung der Erscheinungen beider in eben demselben Muskel sitzenden Elektricitäten aufmerksam ist, so wird man nicht ohne Ursache, wie wir zeigen werden, schließen, daß der Muskel der eigentliche Sitz der von uns entdeckten Elektricität sei, der Nerve aber die Stelle des Konduktors vertrete.

Dieß vorausgesetzt, wird die Hypothese und Muthmassung weder unschicklich nach der Wahr-

Wahrheit unähnlich sein, welche eine Muskelfiber einer kleinen leidner Flasche, oder einen ähnlichen elektrischen mit jener zweifachen und entgegengesetzten Elektrizität versehenen Körper vergleicht, den Nerven für den Konduktor der Flasche nimmt, und folglich den ganzen Muskel für eine Menge leidner Flaschen ansieht. Daß diese zweifache u d entgegen gesetzte Elektrizität in einen und eben denselben Muskel ihren Siz haben könne, wird jeder der Wahrheit gemäß zulassen, welcher eine Muskelfiber genau betrachten wird, welcher obgleich dem Anblicke nach äußerst einfach, dennoch aus verschieden sowohl harten als fließigen Theilen zusammengesetzt ist, welche keine geringe Verschiedenheit in dieselbe bringen. Daß die Substanz der Nerven von jener der Muskeln allerdings unterschieden sei, lehrt sehr deutlich die Empfindlichkeit (Empfindung), welche in jeden Punkte der Fiber gegenwärtig ist. Was verbletet uns nun diese nervische Substanz in jeden Theilchen der Fiber, ohngeachtet sie den Nerven nicht ähnlich, noch von den Augen zu entdecken ist, sondern nur durch die Empfindlichkeit erkannt wird für eine wenigstens zum Theil von der sichtbaren Substanz des Nerven verschiedene, oder auf eine andere Art geordnete Substanz zu halten, und diesermwegen elektrischer

Natur zu seyn, der aus der Muskelfaser gezogene Nerve aber leitender Natur zu seyn. Doch das wird vielleicht durch das, was wir weiter unten zu sagen haben, klärer werden. Ungleich schwerer wird derjenige die zweifache Elektrizität in ebenderselben Muskelfaser läugnen können, welcher sieht, welches gewiß weder schwer noch unwahrscheinlich ist, daß diese Faser zweierlei und zwar entgegengesetzte Oberflächen, eine innere und eine äußere habe; er nehme nun Rücksicht auf die Höhlung, welche von einigen der Muskelfaser zugelegt wird, oder aber auf die Verschiedenheit der Zusammensetzung, aus welchen, wie wir gesagt haben, sie bestehe.

Endlich wenn jemand nur ein wenig den Tourmalin betrachtet, in welchen eine solche zweifache entgegengesetzte Elektrizität, nach den Entdeckungen der Neuern zu finden ist, der wird eine neue, von der Analogie hergenommene Ursache finden, durch welche diese Hypothese an Gewicht gewinnt. Aber wie sich die Sache auch immer verhalte, wir haben eine so große Uebereinstimmung der Ursachen und Erscheinungen zwischen der Entladung der elektrischen Fließigkeit aus der Leidner Flasche, und unsern Zusammenziehungen bemerkt, daß wir von dieser Vergleichung kaum mehr abweichen, und wir

uns nicht enthalten können, diese sowohl, als jene einer und ebenderselben Ursache zu zuschreiben.

Bei den gebrauchten Handariffen, bricht auf dreierlei Art vorzüglich die Elektrizität der innern Oberfläche der leidner Flasche hervor, durch die Berührung nemlich ihres Konduktors mit irgend einen meistens aber leitenden Körper, durch die Ansezung des Bogens, und wie wir nur kürzlich erst bemerkt haben durch die Entloekung des Funkens von dem Konduktor der elektrischen Maschine.

Auf diese drei Arten, werden ebenfalls, wie wir schon gesehen haben, die Muskelzusammenziehungen erhalten. Durch die Berührung des belegten Nerven, welchen wir zum Konduktor gemacht haben, durch die Ansezung der beiden Ende des Bogens, theils an ebendenselben Nerven, theils an den Muskel, und endlich durch die Entloekung des Funkens.

Die Elektrizitätsentladung aus der leidner Flasche zu befördern, ist nichts tauglicher und kräftiger, als der Bogen, und so haben wir gesehen, daß nichts tauglicher sei, die Muskelbewegungen zu erregen, als eben er. Dergleichen,

chen, wenn der Konduktor nicht über die Oeffnung der Flasche und vorzüglich über den Ort hervortragt, und von dort absteht, wo die leitende Materie in der Flasche enthalten ist, wird der Gebrauch des Bogens zur Beförderung der Entladung kaum etwas taugen, gerade so, wie wir schon bewiesen haben, daß er kaum etwas vermöge Muskelbewegungen hervorzubringen, wenn die Nerven zu nahe an den Muskeln abgeschnitten worden sind.

Was die Funkenziehung betrifft, da ist die Vergleichung noch anpassender, als wir bis jetzt gesehen haben. Um dieses richtig zu fassen, merken wir an, daß wir von ohngefähr im dunkeln einen leuchtenden Strahlenbüschel auf dem zugespizten Konduktor, der geladenen leidner Flasche deutlich glänzen, und nach ein ger Zeit von selbst haben verschwinden sehen. Nachdem er aber zu glänzen aufgehört, und die Flasche in eine gewisse Entfernung von dem Zuleiter der Maschine gesetzt und von diesem ein Funke gezogen wurde, so erschien in dem nemlichen Augenblick, in der der Funke genommen wird, der Büschel wieder, und verschwand sogleich, und auf diese Art erscheint und verschwindet er wechselseitig. Dieser Büschel ist es, welcher unserer schon aufgestellten Analogie, einen von

uns auf verschiedene Arten versuchten und erforschten, neuen, und nicht kleinen Beweis abgibt. Denn so wie mit dem Funkenausbruche dieser Büschel entsteht, so entstehen ebenfalls, wie wir gesagt haben die Muskelzusammenziehungen. Weiter, wenn zur Zeit, wo bei der Funkenentstehung der Büschel entweder ganz aufhört oder schwach wird, ein leitender, mit dem Erdboden verbundener Körper auf die äußere Oberfläche der Flasche gebracht wird, und man wieder einen Funken nimmt, so bekommt der Büschel ein neues Leben, oder wird verstärkt. Eben also verhält es sich bei den Muskeln, welche wenn sie mit leitenden Körpern in Verbindung sind, und man nimmt einen Funken, wie wir ebenfalls schon gesagt haben, die ausbleibenden Zusammenziehungen neu belebt, und die schwächer werdenden verstärkt werden. Noch mehr, so wie bei der Funkennehmung der Büschel erscheint, der Zuleiter der Flasche stehe gegenüber der Maschine, oder umgekehrt, eben so erscheinen die Zusammenziehungen wie wir gesagt haben, die Nerven mögen mit ihren Zuleitern gegenüber der Maschine oder am entgegengesetzten Orte stehen. Wird aber der Theil des Zuleiters, welcher über der Oeffnung der Flasche hervorsteht in eine Glas- oder Hartzröhre eingeschlossen, so mangelt der Büschel bei

der

der Funkenziehung; nicht anders geschieht es, wenn die Nerven in dergleichen Röhren verschlossen werden, es erfolgen ebenfalls keine Zusammenziehungen, wenn gleich das ganze übrige Thier der freien Luft ausgesetzt ist.

Ueberbleib, wird die leidner Fläche unter ein gläsernes, von aussen mit Metallblättchen belegtes gläsernes Gefäß gestellt, so gewinnt, durch die bloße Berührung des äussern Gefäßes, wenn ein Funke genommen wird, der aufhörende oder schwach werdende Büschel entweder ein neues Leben, oder neue Kräfte; eben auf die Art, wird das Maschinchen in welchen das Thier eingeschlossen ist Fig. 3. Taf. I. in dieses Gefäß gesetzt, so werden ebenfalls durch die Berührung des äussern Gefäßes, so wie ein Funke genommen wird, die schwach werdenden Zusammenziehungen aufs neue belebt.

Aber so wie die Erscheinung dieses Büschels bei der Funkenziehung ganz verschwindet, wenn der Konduktor der innern Oberfläche nicht über die Mündung der Flasche hervorgeht, oder wenn er ja hervorsteht, daß man ihm einen andern Konduktor zugiebt, und diesen bis an die äußere Oberfläche der Flasche herab zieht; eben so lassen sich bei der Funkenerrregung wie wir

oben gesagt haben, ebenfalls keine Zusammenziehungen blicken, wenn entweder der Nerve nicht über die ihn umgebenden Theile, und zu ihm gehörigen Muskeln hervorsteht, oder wenn er auch hervorsteht, daß man ihm einen andern Konduktor zulege, und diesen bis zu den Muskeln oder deren Konduktoren bringe.

Ob gleich diese Hypothese und Vergleichung sehr viel Wahrscheinliches in sich enthält, so bleibt es dennoch noch Manches, welches nicht wenig einige Schwierigkeit zu erklären macht. Denn entweder die Nerven sind idioelektrischer Art, wie manche dafür halten, und dann können sie die Stelle der Konduktoren am wenigsten vertreten, oder sie sind anaelektrischer Art, wie geschieht es nun, daß eine thierisch-elektrische Flüssigkeit in ihnen enthalten seyn kann, ohne daß sie weder in denselben umher schwelke, oder sich auf die benachbarten Theile nicht ohne sehr großen Nachtheil der Muskelbewegungen ergieße? dieser Unbequemlichkeit und Schwierigkeit wird jener leicht ausweichen, der sich die Nerven so beschaffen denkt, daß sie inwendig hohl, oder wenigstens aus einer die elektrische Flüssigkeit fortzubringen geschickten Materie zusammengesetzt sind, von aussen aber durch eine ölichte und andere Substanz verbunden sind, welche die Zer-

streu.

kreuzung und Ergießung dieser sie durchlaufenden elektrischen Flüssigkeit verhindert. Ein solcher Bau und Zusammenfügung wird machen, daß sie beides werden verrichten können, die elektrische Flüssigkeit nemlich zu leiten, und zugleich auch ihre Ergießung zu verhindern, und überdieß nach der thierischen Oekonomie sowohl als den Versuchen ganz gemäß seyn. Dann es scheint, die thierische Oekonomie fordere in den Nerven eingeschlossene Lebensgeister, die Versuche aber beweisen, daß die Nerven sehr viel aus einer ölichten Substanz bestehen. Man erhält durch die Distillation nicht nur eine sehr große und ungleich größere Menge Del aus den Nerven, als aus den Muskeln; sondern größer war auch die Menge der brennbaren Luft, die wir nach der Vorschrift der neuern Versuche aus den Nerven entwickelten, größer als sie je aus einem andern thierischen Theile erhalten worden ist. Ihrer Natur nach gab diese Luft bei der Entzündung eine lebhaftere, reinere und länger anhaltende Flamme, als die aus andern Theilen gezogene brennbare Luft zu geben pflegt. Ein nicht geringer Beweis einer überflüssigen ölichten Substanz in den Nerven.

Obgleich diese idioelektrische (nemlich ölichte) Substanz, welche in den Nerven dazu seyn

seyn scheint, damit die elektrische Nervenflüssigkeit nicht zerstreut werde, so hindert es doch nicht, daß diese von eben diesen Nerven ausfließende Flüssigkeit, wenns nothwendig ist, um Zusammenziehungen hervorzubringen, durch die innere leitende Substanz der Nerven, nicht ausfließe, und auf ihre Art und Weise allenfalls auch durch den Bogen auf schnellste zu den Muskeln gebracht werde.

Denn, wenn gleich der Konduktor der leidner Flasche mit Wachs überzogen ist, die Entladung dennoch geschieht, wenn man den Bogen ansetzt, und entweder das Wachsblättchen zu dünne war, oder wenn gleich es dicker ist, aber mit einem dünnern Metallblättchen überzogen war, (nur darf es einen gewissen Grad von Dicke nicht überschreiten, wie wir oft erfahren haben;) so kann ebenfalls von den Nerven, der vielleicht von der Natur auf ähnliche Art gebildet und von der Kunst bewaffnet worden ist, die elektrische Flüssigkeit ausfließen und Zusammenziehungen hervorbringen.

Es sey uns also erlaubt einer solchen nicht sehr unwahrscheinlichen Hypothese zu folgen, die wir aber sogleich wieder verlassen, wenn andere Gelehrte bessere Meinung darüber aufstellen.

stellen sollten, oder, wenn die Entdeckungen der Naturforscher, oder neue über diese Sache angestellte Versuche, eine noch bessere darbieten sollten.

Nun also noch etwas wenigß von der Natur dieser thierischen Elektrizität, von dem, was sich aus den angeführten Versuchen schliessen läßt hergenommen: Diese Elektrizität hat nun einiges mit der künstlichen und gemeinen, einiges wieder mit der Elektrizität des Krampffisches (Torpedo) und anderen dieser Art Thiere, gemein.

Mit der gemeinen Elektrizität hat sie gemein: erstens den freien und leichten Durchgang durch diejenigen Körper, durch welche die gemeine sehr leichte durchläuft, durch Metalle nemlich, unter diesen vorzüglich durch die vollkommenen und edlen, als Gold und Silber; dann durch die minder edlen, Kupfer nemlich, Eisen, Zinn, Blei; dann durch die unvollkommenen, als Spießglas und endlich durch die Nerze ebenfalls durchs Wasser und andere fließige Körper; dann schwerern Weg durch Steine, Erdarten, Holz und endlich den unterbrochenen und gänglich verblinderten Weg durch gläserne, härzige und ölichte Körper, daher geschieht es, daß wenn Metalle auf eine elektrische

sche

sche Scheibe gelegt werden, sie sich auf derselben eben so wie die künstliche und gemeine sammeln, und ungleich größere Wirkungen hervorbringe, nemlich heftigere und anhaltendere Zusammenziehungen erzeuge, als wenn die nemlichen Metalle mit andern leitenden Körpern freie Verbindung gehabt hätten.

Zweitens, die Vorliebe beim Ausflusse, für einen kürzern und schnellern Weg, für die Bögen, die Spitzen und Ecken.

Drittens, ihre zweifache und entgegengesetzte Natur, eine positiv und die andere negativ.

Viertens, ihre langwierige und stundenlange Anhanglichkeit an den Muskeln, wie der gemeinen Elektrizität, die den Körpern ebenfalls lange anzubängen pflegt.

Fünftens, die willkürliche, und nicht auf ein kleines Zeittheilchen, eingeschränkte Erneuerung.

Sechstens, den großen Zuwachs der Kräfte, den sie durch die Belegung, wie man sagt erhält; die aus eben dem Metalle gemacht wird, womit die Naturforscher gläserne und harzige Körper zu umgeben pflegen.

Die mit der Elektrizität der Krampffische und andern dergleichen Thieren gemeine
Ei.

Eigenschaften sind vornehmlich diese: der elektrizitätsähnliche Umlauf von einem Theile des Thiers zu dem andern, und zwar entweder mittelst des Bogens, oder mittelst des diesen Bogen vertretenden Wassers, wie die Naturforscher bemerkt haben. Wodurch klar wird, daß ein solcher Umlauf nicht allein dem Krampffische und ähnlichen Thieren, sondern den meisten andern Thieren, durch die Anwendung unserer Versuche, eigen sei. Ferner mangeln in dieser, wie in jener die Empfindung einer umgebenden Atmosphäre, die Anziehung und Zurückstossung der leichtesten Körper, und endlich die Anzeigen der geringsten Bewegung in den bis jetzt erfundenen Elektrometern, welche Eigenschaften ihr ganz fehlen.

Dieses aber hat unsere thierische Elektrizität mit der andern Elektrizität gemein, daß solche mittelst keiner vorhergehenden Kunstgriffe, (als die Reibung, Wärme, und andere dergleichen Dinge sind) darf erweckt werden, sondern sie ist von der Natur selbst sozusagen schon vorbereitet, daß sie sich alsogleich, und allemal durch bloße Berührung äußere; diese Bereitwilligkeit zu äußern ist in der thierischen Elektrizität so groß, daß wenn man auch mit einem nicht leitenden Körper, da wo der Rücken

denmark belegt ist, den Körper berührt, sich die Zusammenziehungen am Tag legen, wenn das Thier vor einer kurzen Zeit geschlachtet, und darzu vorbereitet worden ist, wird dieser nemliche Körper also einen metallenen Blatt genähert, daß eine stärkere Berührung des Blattes, mit den aus der Röhre gehenden Nerven statt finde, doch so erfolgen eben Zusammenziehungen. Ob aber diese und dergleichen wahrgenommene Erscheinungen mit der thierischen Elektrizität des Krampffisches übereinstimmen ist mir unbekannt.

Den Krampffischen, und andern derselben verwandten Thieren ist es hauptsächlich eigen, und besonders, daß solche nach ihren eignen Willkühr aus ihrer Haut die elektrische Kraft ausströmen, und fortzupflanzen im Stande sind, so zwar: daß diese auch außer ihren Körper einen Umfang in einer solchen Menge, und Gewalt ausbreiten, und ausüben, daß sie auch (nach der Meinung einiger Naturkündiger) Funken erzeugen; können dabei eine Erschütterung, und so gewaltsame Empfindung hervorbringen, daß wenn einige Thiere in ihrer Nähe gerathen, durch die Stärke und Wirkung der elektrischen sich daselbst befindlichen Atmosphäre entweder getödtet, oder betäubet werden. Dies

ses

fest zeigt zwar eine häufigere Elektrizität, und größere Wirkung bei dergleichen Thieren, aber nicht eine unterschiedene Natur; man wird vielleicht einstens solche Kunstgriffe im Stande seyn zu erfinden, welche dergleichen Wirkungen auch bei andern Thieren bewelsen werden.

Der von uns auch bei andern Thieren entdeckte und bewiesene Umlauf (circuitus) und Übergang der Elektrizität sowohl, als auch seine Weise, sein Gang, nicht minder die Verfahrungsart und die Werkzeuge ihm zu erforschen, können zwar einige Aufklärung geben, wie in den Krampffischen und den damit verwandten Thieren, diese Eigenschaft sich verhalte, so wie wieder umgekehrt, aus der Beschaffenheit und genauen Untersuchung der Organen dieser Thiere, und ihrer Beobachtung sich manches bei den andern Thieren in bessers Licht setzen läßt. Wahrscheinlicherweise sind die Werkzeuge und der Sitz ihrer elektrischen Kraft die nemlichen, das heißt: die Muskeln und die Nerven.

So viel will ich indessen nur von der Beschaffenheit und Eigenschaft, der thierischen Elektrizität erwähnen. Ist eigentlich noch etwas von der Quelle oder ihrem Sitze. Ich vermute, daß dieser von jenem Orte, wo die Physiolo-

102

logen in unseren Zeiten, den Sitz der Lebensgeister suchen nicht verschieden seye, nemlich: das Gehirn. Dem ohngeachtet wir, die elektrische Kraft den Muskeln eingepflanzt angedeutet haben, so war es doch nur unsere Meinung, daß allda ihr eigentlicher natürlicher Sitz und Ursprung sey.

Denn alle Nerven, die sowohl zu den Muskeln, als auch zu den übrigen Theile des Körpers geführt werden, sind sich in der Art und Beschaffenheit gleich, und haben einerlei Natur; wer kann daher wohl läugnen, daß sie nicht eine gleiche Flüssigkeit enthalten? da wir aber schon oben gezeigt haben, daß sie zu den Muskeln die elektrische Materie zuführen, so müssen sie also auch zu den ganzen Körper eben diese Materie bringen. Ihr allgemeiner Ursprung und ihre Entstehungsart ist das Gehirn; von daher müssen sie also auch diese schöpfen und nehmen, ansonst müste man so viele Quellen annehmen, als es Orte giebt, in denen sich die Nerven endigen. Diese Orte aber sind ihren Bau und Natur nach so verschieden, daß sie unmöglich eine solche gleichförmige Flüssigkeit zu erzeugen und abzusondern geschickt seyn können.

Als wahrscheinlich glauben wir, daß die elektrische Flüssigkeit durch das Gehirn bereitet, und zwar aus Blut ausgefondert werde, daß sie so denn in die Nerven gehe, und sie von innen durchflüsse, sie mögen nun hohl und frei sein, oder was wahrscheinlicher ist, die dünnste Lymphe oder eine ähnliche besondere dünne Flüssigkeit in sich führen, welche wie die meisten vermuthen in der Rindenartigen (corticalis) Substanz des Gehirns ausgeschleden wird.

Wenn es sich also verhält, so wird endlich die verborgene und seit lange schon umsonst gesuchte Natur der Lebensgeister neue Deutlichkeit bekommen. Aber, so wie es auch immer sei, so wird dennoch in Zukunft niemand nach diesen unsern Versuchen ihre Elektrizität, wie ich glaube, in Zweifel ziehen; welche wir die ersten obgleich nur durch Vernunftschlüsse geleitet und einigen Wahrnehmungen unterstützet, auf unser anatomisches Theater zur Untersuchung brachten und obngeachtet schon lange von den berühmtesten Männern so etwas davon angezeiget worden, so haben wir dennoch nie geglaubt, das Glück würde uns so günstig sein, daß es uns als den ersten vergönneu würde, diese in den Nerven versteckte Elektrizität sichtbar und deutlich zu machen, ja sie gewissermaßen

ten

fen wie mit Händen zu behandeln, und beinahe vor die Augen zu legen.

Nachdem wir also dieses angezeigt und vorausgeschickt haben, so wende ich mich nun an dasjenige, was vorzüglich zu irgend einer Erklärung der Muskelbewegungen gehört, welche durch unsere Versuche erhalten worden; dann will ich zu jenen übergehen, was zu den natürlichen und willkürlichen (*naturales & v. luntarios motus*) sowie, als zu den unwillkürlichen (*inuitos morbososque*) und kranklichen Bewegungen gehört. Damit unsern Bemerkungen ein Weg nützlich zu werden haben, besonders wenn wir, wie wir nicht ohne Ursache glauben, daß, was wir an Thieren vorzüglich an warmblütigen wahrgenommen haben, auf den Menschen übertragen dürfen.

Durch die veranlaßten Versuche wird es bestätigt, daß der geschwinde und heftige Ausfluß der nervisch-electrischen Flüssigkeit zu den Muskeln durch die Nerven geschähe, durch welchen eigentlich die Bewegungen und Zusammenziehungen der Muskeln hervergebracht werden.

Auf welche Art aber der Ausfluß dieser Elektrizität Zusammenziehungen erzeuge, ob z. B. durch

durch einen mechanischen Reiz oder Antrieb, der die Nerven oder Muskelfasern durchdringt und auf diese Art, wie man sagt, ihre Reizbarkeit erwecken, oder auf die Art und Weise eines gemeinen elektrischen Dunstes der eine besondere heftige Anziehung durch seinen schnellen Ausfluß mit den Theilen der die Muskelfaser bildenden Theilchen hervorbringt, so daß die Faser durch das wechselseitige aneinanderrücken kürzer wird, oder was leichter zu glauben ist, auf eine andere noch unbekannte Art wirke, ist eine äußerst schwere und in Dunkelheit gehüllte Sache. Mehr und mehr angestellte Versuche werden vielleicht einst mehr Licht darüber verbreiten. Aber nun fragt sich es erstlich, auf was für eine Art, aus was für Ursachen entsteht in den obenbeobachteten Versuchen ein solcher Ausfluß der Elektrizität von den Muskeln, zu den Nerven? in der obenangeführten Hypothese wird die Antwort sehr leicht gefunden werden.

Um diese Muskelzusammenziehungen, von welchen wir bis jetzt geredet haben zu erregen merke man sich, daß vorzüglich zwei Dinge erfordert werden, die doch äußerst viel dazu beitragen. Erstens nemlich etwas, welches die nervisch elektrische Flüssigkeit von den Muskeln zu den Nerven ziehe, und ihren Ausfluß, be-

wir

wirke, zweitens, etwas, welches diesen Nerven-
ausfluß in sich aufnehmen, und ihn entweder zu
den Muskeln bringe, und gewissermassen zurück
gebe, oder irgend anders wohin führe und zer-
streue. Fehlet eine oder die andere dieser Be-
dingungen, so fehlet auch das Phänomen der
Zusammenziehungen.

Jene Dinge aber welche diese nervösch-
elektrische Flüssigkeit von den Muskeln zu den
Nerven entlocken und gewissermassen treiben,
sicheren am meisten folgende zu sein: nemlich
das plötzlich aufgehobene Gleichgewicht zwischen
der innern Elektrizität der Muskeln und Ner-
ven, und zwischen der äußern mit den Nerven
in Gemeinschaft stehenden Körper; der Reiz
dieser Nerven; die Berührung irgend eines,
vorzüglich aber leitenden Körpers entweder an
die Nerven selbst, oder an die leitenden Körper,
welche mit diesen Nerven in Verbindung stehen,
und endlich eine kaum merkliche Bewegung
oder eine Art der sanftesten Reibung der Ner-
vensubstanz, so daß durch einen kleinen Schlag
auf die Fläche, auf welcher das zubereitete
Thier liegt, Zusammenziehungen erregt werden.

Dadurch wird offenbar, daß man der-
gleichen Reize endlich, theils dem aufgehobenen
Gleich-

Gleichgewichte, theils einer gewissen Gattung Antriebs in die Nerven (Reizes auf die Nerven) wenn er auch gleich nur sehr gering ist zu rechnen könne.

Aus diesen angeführten Ursachen wird also die elektrische Flüssigkeit, welche auf den Nerven zufließt, von jedem leitenden Körper aufgenommen werden, welcher sie von den Nerven zu Muskeln bringen wird. Wenn sie von jenen auf diese, wie durch einen elektrischen Bogen gezogen wird, anders wohin aber geführt, wenn er dieß nur mit den Nerven, oder mit den diesen berührenden Theilen in Verbindung ist, und eine gewisse Größe hat. Nachdem wir dieses angemerkt und festgesetzt haben, schreite ich nun zu der Erklärung der Muskelbewegungen, die wir wahrgenommen haben, und zwar erstens derjenigen die durch die Funkentloekungen erhalten werden.

Bei der Funkentladung bricht die Elektrizität sowohl aus den, den Zuleiter der Maschine umschwebenden Luftlagen, als aus den Nervenkonduktoren, die mit diesen Luftlagen in Verbindung sind hervor, ihre Elektrizität wird also negativ, dabei wird die innere positive Elektrizität der Muskeln sowohl aus eigenen, als mit

den von der äußern künstlichen oder natürlichen Elektrizität geborgten Kräften häufiger in die Nerven zufließen, damit sie von Nerven Konduktoren aufgenommen, und sie sich durch sie ergießend, und die in ihnen sowohl als in den kurz genannten Zuständen mangelnde Elektrizität erneuere, und sich mit ihr ins Gleichgewicht setze, nicht anders geschieht es in der Leidner Flasche wo die positive Elektrizität bei der Funkennehmung aus eben diesen Ursachen häufiger auf ihren Konduktor fließt, und demselben ausströmt, welches der glänzende elektrische Büschel klar beweist.

Daraus ersieht man sehr leicht den Nutzen und die Nothwendigkeit der Nervenkonduktoren, um die Elektrizität sowohl aufzunehmen, als auch zu leiten, und ihr beständiges Verhältniß mit den Muskelzusammenziehungen.

Die Ursache welche Zusammenziehungen hervorbringt, scheint eben die zu sein, welche bei der Funkengebung jene in dem Thiere hervorbringt, welches in unsern gläsernen Maschinchen eingeschlossen ist, die Elektrizität der Muskeln scheint nemlich durch die Nerven und ihre Zulieferer auf die äußere Oberfläche des Glases, dem Gesetze des Gleichgewichtes gemäß zu fließen, da-

mit

mit eben so viel elektrische Kraft auf die innere Oberfläche des Glases zusammenfließe als durch die Funkenentziehung von den äußern weggenommen worden ist.

Die nemliche Ursache scheint auch bei den Zusammenziehungen obzuwalten, welche erregt werden, wenn die Zuleiter zubereiteter Thiere an die äußere Oberfläche der leidner Flasche, oder doch nahe an sie gebracht werden, zur Zeit, wo ein Funke von dem Zuleiter der innern Oberfläche gezogen wird.

Ja selbst die Erscheinung wird durch dieses Gesetz des Gleichgewichts und der Oberflächen so klar und deutlich erklärt, daß ich jenen nicht leicht Unrecht gäbe, der durch eben dieses Gesetz so gar jene Zusammenziehungen erklärte, welche durch die Funkenziehung aus dem Konduktor der elektrischen Maschine erhalten werden. Und der in diesen, den Konduktor umgebenden Luftlagen eine zweifache Oberfläche, eine innerliche auf den Konduktor, und eine äußerliche auf's Thier gehende Oberfläche annähme.

Die Sache mag nun auf diese oder jene, oder auf eine noch unbekannte Art geschehen, so wird doch Niemand zweifeln, daß eben diese

Ursachen dieser Erscheinung auf jene Zusammenziehungen wirken, die wie wir gesagt haben, zur Zeit des Blitzes geschehen, denn das nemliche scheint in den Luftlagen, welche die elektrische Wolke umschweben, beim Blitze zu geschehen, was in jenen geschieht, welche die elektrische Maschine umschweben.

Endlich sieht jeder sehr leicht, daß auch jene Zusammenziehungen ihren Ursprung, in eben diesem Gesetze des Gleichgewichts zwischen der positiven Elektrizität der Muskeln, und der negativen des Siegelwachses haben, welche, wie wir gesagt haben, entstehen, wenn man ein geriebenes (durchs Reiben erwärmte) Siegelwachs an die Nerven bringt, die aber ausbleiben, wenn man ein geriebenes Glas an sie bringt; weiters lassen sich auch jene Zusammenziehungen aus dem Gesetze des Gleichgewichts folgern, welche, wie wir ebenfalls gezeigt haben, entstehen, wenn die belegte Scheibe des Elektrophors von ihrer Harzscheibe gehoben wird.

Ich komme nun zu jenen Erscheinungen, die entweder durch den Bogen oder durch die Berührung eines leitenden Körpers mit den Nerven, oder durch Reizung dieser Nerven, oder durch andere oben angezeigte Arten erregt

werden. Was nun diese betrifft, wird jeder leicht einsehen, wenn er, die von uns angeführte Natur und Weise der thierischen Elektrizität nur ein wenig betrachtet, wie geschickt und angemessen diese Kunstgriffe sind, die innere positive Elektrizität der Muskeln in die Nerven zu locken, sie aufzunehmen, und auf die äussere negative elektrischen Theile, wie wir angenommen haben, der Muskeln zu führen.

Dieses vorausgesetzt, so kann man fragen, wie kommt es, daß, wenn der Nerve mit einem elektrischen Körper auch nur berührt würde, wenn dieser, wie es manchmal geschieht, belegt wäre, oder durch ihn, oder wenn man lieber will, durch die künstliche Elektrizität gereizt würde, die Zusammenziehungen dennoch vor sich geben.

Dann es ist zwar die Berührung und der Antrieb zu gegen, welcher zwar gering die elektrische Nervenflüssigkeit aber dennoch auf die Aussenseiten der Nerven zusammenziehen kann, aber der Körper, welcher diese Flüssigkeit aufnehmen, oder des Gleichgewichts wegen, wo anders hinzu leiten, oder vielmehr den Muskeln wieder zurückzustellen hat, scheint allerdings zu fehlen.

Nach

Nachdem wir das von diesen Erscheinungen gesagte reiflich durchdacht, und die Natur und Weise der elektrischen Nervenflüßigkeit betrachtet, daß sie nur allein durch leitende Körper einen freien Ausgang und einen schon gebahnten Weg zu finden pflege, und von den Nerven heftig nach den Muskeln strebe, und daß dann vielleicht ein leitender, die Stelle des Bogens gewissermassen vertretender Körper nicht zu fehlen scheine, dessen Stelle entweder die äußern klebrigen und feuchten Theile der Nerven oder vielmehr die dicken und barten Häute derselben, oder beide zugleich vertreten können. Daher werden vielleicht keine Muskelzusammenziehungen erregt, obgleich man sich des Bogens bedient, wenn man die Hirnschale öfnet, und das Hirn, oder auch das aus der Rückenmarksröhre herausgezogene Rückenmark entblößt läßt.

Sie werden aber erregt, wenn man sie mit Metallblättchen belegt, welche die fehlende Haut reichlich (überflüssig) ersetzen, anders aber ist es, wie wir gesagt haben mit den Nerven, welche, da sie die Natur außer den Hirn mit dicken Häuten bekleidet hat, so ist es immer sehr vortheilhaft, sie mit Metallblättchen zu belegen, aber nie notwendig.

Betrachtet man das Metallblättchen, womit wir die Nerven zu belegen gewohnt sind, als einen stellvertretenden Theil des Bogens, und erinnert sich dessen, was wir oben von den Nutzen eines aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzten Bogens in der Vermehrung der Zusammenziehungen angeführt haben, so wird man vielleicht den größten Theil der Zusammenziehungen, die nur durch bloße Berührung, wie wir eben schon gesagt haben, zu entstehen scheinen, durch einen Bogen erhalten, welchen gewissermassen theils das Metallblättchen, theils die schon erwähnten leitenden Nervensubstanzen ausmachen.

Wird dieß zugelassen, so öfnet sich uns ein Weg die Muskelbewegungen zu erklären, die in lebenden Thieren geschehen, welche wir nun betrachten wollen. Was die willkürlichen (voluntarii) betrifft, da kann vielleicht die Seele durch ihre wunderbare Kraft entweder dem Hirn, oder was leichter zu glauben ist, außer demselben einen ihr beliebigen Nerven solchen Antriebs (impetum) geben, wodurch die nervöse elektrische Flüssigkeit von dem dazu gehörigen Muskel sogleich in jenem Theil des Nerven zusammenfließet, zu welchen sie durch den Antriebs geleitet werden; ist sie dahin gekommen,

so

so wird der nicht leitende Theil der nervösen Substanz durch die Anhäufung überwältiget, und von denselben ausfließend entweder von der äußern Feuchtigkeit der Nerven, oder von den Häutchen, oder von andern benachbarten Theilen die die Stelle der leitenden Körper vertreten aufgefangen, und durch diese, wie durch einen Bogen in die Muskeln von welchen sie ausgefloßen, wieder zurück gebracht, damit nemlich, nach dem Gesetze des Gleichgewichts, eben die Menge, in dem negativ-elektrischen Theil der Muskelfibern endlich zusammen fließe, welche zuvor aus dem positiv-elektrischen Theil derselben, wie wir angenommen haben, durch den Reiz in den Nerven, ausgefloßen ist.

Auf eine ähnliche und selbst leichtere Art, wie ich glaube, werden sich die unwillkürlichen und übernatürlichen (*inviti & preter naturales*) Bewegungen erklären lassen, wo scharfe und reizende Veranlassungen die Nerven das Hirn oder das Rückenmark in Bewegung bringen, und die nervöse Flüssigkeit dadurch anlocken, damit es von den leitenden Körpern aufgenommen, den Muskeln, wie durch einen Bogen, wieder zurückgestellt werde.

Nach der Verschiedenheit aber der Nelze, Leitungskraft und Eigenschaft dieser scharfen Säfte, und der verschiedenen Sitze, den sie in den nervischen Theilen inne haben, werden auch die Zusammenziehungen verschieden seyn.

Jedermann wird leicht eintsehen, daß wo dergleichen Säfte, aus ihren Gefäßen austreten, zwischen der nervischen Substanz und ihren Bedeckungen befinden, da müssen auch heftigere und anhaltendere Zusammenziehungen geschehen, weil nemlich die ergoffenen und stoc-kenden scharfen Säfte den Nerven nicht nur mehr reizen, sondern auch der elektrischen Nervenflüßigkeit gleichsam eine schicklichere Art von Belegung und Bogen darbieten werden.

Daher sind bei schwerern rheumatischen Anfällen und vorzüglich in der Sciatic (Ischias nervosa) in welchen, wie Cotunius sagt, der Saft zwischen der Oberfläche des Nerven und seiner Bedeckung stockt, die Schmerzen nicht nur äußerst stark, sondern die Muskelzusammenziehungen des angegriffenen Gliedes werden so heftig und so anhaltend, daß das Glied entweder sehr lange oder wohl gar auf immer gelähmt bleibt.

Welleicht entstehen eben daher, die so heftig anhaltende, so leicht und in kurzen Zeiträumen wiederkehrende und meistens tödtliche Muskelzusammenziehungen oder Konvulsionen, wenn die scharfen und verderbten Säfte entweder innerhalb des Hirns, und des dünnen Hirnhäutchens — oder innerhalb dieses und des dicken Hirnhäutchens, oder in der Hirnkammer, im Rückenmark, oder der Oberfläche der Nerven und ihren Bedeckungen stecken, welches meistens der Fall beim Tetanus ist, in welcher Krankheit folgendes vorzüglich merkwürdig ist, erstens, daß beinahe alle Muskeln in die heftigsten gespannten Zusammenziehungen gerathen, wenn gleich nur manchmal ein einziger Nerve leidet, wie im Tetanus, der manchmal auf der Verletzung eines Nerven erfolgt. Zweitens daß die Muskeln oft und von selbst in diese Zusammenziehungen durch eine leichte Erschütterung oder einen Schlag auf das Bett oder auf die Stelle worauf des Krankenbett steht, zurück kommen. Zwar haben wir schon etwas ähnliches in den zubereiteten und belegten Thieren gesehen, in welchen, wenn gleich nur der Bogen an denen Schenkelnerven gesetzt wurde, alle Muskeln nicht nur des einen sondern beider Glieder wie in steife und gespannte Zusammenziehungen geriethen, und manchmal

verfielen sie durch eine leichte Erschütterung oder einen Schlag auf die Scheibe, worauf die Thiere lagen, wie von selbst wieder darcin, so daß unsere Versuche, wenn sie auch die Ursache dieser Krankheit und ihrer Symptomen nicht entdeckt haben, so haben sie doch deswegen den Ärzten eine Wahrscheinlichkeit beigebracht.

Da wir schon dasjenige, was die gelinden und natürlichen sowohl, als die heftigsten und kranken Muskelzusammenziehungen betrifft durchgedacht, und erklärt hatten, so war es leicht, daß sich uns ein neuer Grund und Ursache, der entgegengesetzten Krankheiten darbietet nemlich in den verhinderten (von uns schon ins Klare gesetzte) Umlauf der nervisch-electrischen Flüssigkeit von dem Muskel zu den Nerven oder von diesen zu jenem, wie der Fall ist den Lähmungen (Paralysis) ist.

Das erste geschieht vielleicht, wenn eine ölichte oder auf eine andere Art nicht leitende Substanz, den Innern Theil des Nerven umgiebt, das zweite, wenn eine ähnliche Materie, entweder die äußere Feuchtigkeit des Nerven, oder die häutigen Bedeckungen, oder jede andere Theile, durch welche die angegebene nervisch-electrische Flüssigkeit ihren Umlauf macht, umhülle

hüllt hatte. Beides aber, wenn vorzüglich von scharfen und zerfressenden Stoffen die Ergießung und Zusammenhäufung dieser Materie in Bewegung geräth, und die Substanz der Nerven oder des Hirns beschädiget. Aber ob gleich das gesagte einen Schein des Wahren, vorzüglich in jenen Lähmungen und Schlagflüssen hat, welche die Kranken langsam und nach und nach befallen, so muß doch immer auf eine andere Ursache dieser Erscheinung gedacht werden, wenn diese Krankheiten, die Unglücklichen augenblicklich überfallen.

Als ich über dieß und ähnliche Dinge nachdachte, so stieß mir gewissermassen eine neue Ursache auf, die nicht nur jene des Schlagflusses sondern auch der fallenden Sucht aufzuklären scheint, und die von dem hergenommen, was oft bei der künstlichen Elektrizität, wenn man sie mit Thieren versucht, bemerkt wird, übereinstimmt.

So wie die künstliche Elektrizität der leibner Flasche wenn sie durch Hülfe des Zuleiters geschickt auf das Hirn der Nerven, oder das Rückenmark geschickt wird, und daß, wenn sie in einer gewissen Menge in diese Theile dringet, dieselben reizet, und die Thiere gewissermassen in
 hef

heftige Konvulsionen bringt; wenn aber in einer größeren Mengen diese Theile derselben verletzt und entkräftet, und diese Thiere gelähmt oder vom Schläge getroffen hervorbringt, anders aber wenn die Menge noch größer ist, so die Thiere gar tödtet: das nemliche oder ähnliche Dinge glaubte ich, könne die thierische Elektrizität in dem Menschen hervorbringen, vorzüglich wenn, wie es die gewöhnliche Elektrizität thut, sie die feinsten Stoffe an sich risse, und sie aufs schnellste so mit sich selbst verbände, wodurch sie an Kraft sehr viel gewönne; dergleichen wären, jene, welche unter den Namen der Schärfe in den Säften bekannt sind, von was für einer Natur sie immer seyn mögen. Diese auf solche Art vermischte thierische Elektrizität, die von den Muskeln, oder andern Theilen durch die Nerven ins Hirn dringt, und ehdringt, würde, vermuthete ich, bald die fallende Sucht, bald den Schlag hervorbringen, je nach dem ihre Gewalt und Anfall auf das Hirn und die Nervensubstanz stärker oder schwächer ist, und je größer oder kleiner die Vermengung wäre, denn es schelut wirklich, daß so ein heftiger Ausfluß und Drang der thierischen Elektrizität durch die Nerven zu dem Hirn von der Menge und der Gattung dieser verderbten und im Hirn selbst stockenden oder die Nerven reiz-

jen

zenden Säften, her geleitet werden könne; oder auch, ohne auch nur anderer Ursachen zu erwähnen, von einer sehr großen und plötzlichen Veränderung der atmosphärischen Elektrizität, vorzüglich wenn sie plötzlich aus der positiven in die negativen übergeht, und die jenen Fall nicht unähnlich ist, die wir bei den, die elektrische Maschine sowohl, als die elektrische Wolke umgebenden Luftlagen vorzugehen glauben, wenn nemlich ein Funke gezogen wird, oder es blitzt.

Daß die bis jetzt hergezählte Ursachen, bestiget, schneller und leichter ihre Kräfte ausüben werden, wenn sich diese scharfe und reizende Materien im Hirn befinden, als wenn sie sich in den Nerven aufhalten, wird jedermann leicht einsehen; im ersten Falle könnte man also diese Krankheiten als idiopathische, im zweiten aber als sympathische bezeichnen: Ueberdieß werden aber auch diese Krankheiten leichter und bestiger entstehen, wenn sich im Körper und vorzüglich in den muskulösen und nervigten Theilen, ein Ueberfluß von verdorbener Elektrizität befindet. Ich dachte also bei mir selbst, diese Krankheiten wütheten daher größtentheils in alten Personen, weil in den- selben, theils wegen der unterlassenen Bewegung und Arbeit wegen, theils durch das Alter herbeigeführten Trockenheit

der

der Theile, wegen der Fähigkeit der ölichten Substanz in den Nerven, und endlich wegen der verminderten unmerklichen Ausdünstung durch welche eine so große Menge Elektrizität und seltner, scharfer Säfte aus den Körper geschafft wird, sich eine größere Menge von verderbter thierischen Elektrizität zusammen häufen müsse. Aus eben dieser Ursache vermuthete ich, diese Krankheiten wütheten ebenfalls schlimmer bei herannahenden Veränderungen, bei schweren Gewittern, weil dazumal eine große Menge Elektrizität sich in dem Dunstkreise aufzubalten pflegt, oder bald darnach. Zu dieser Zeit befindet sich weit mehr Elektrizität in den Thieren, welches die schon oft erwähnten Zusammensetzungen, die zu solchen Zeiten heftiger und schneller entstehen, klar anzeigen.

Aus diesen und andern Ursachen schien mir es also auch, die übermäßig gehäuften und verderbene thierische Elektrizität, könne in einem Augenblicke mit solcher Gewalt und Ungestüm in die Substanz des Hirns eindringen, daß sie in eben diesen Augenblicke das Hirn sehr schwer verletze, seine Gefäße zersprengt, woraus also gleich auf eine leichte Art Lähmungen entstehen, und die Säfte sich ergießen, daß man diese ergossenen und stockenden Säfte, wie es oft zu
ge

geschehen pflegt, bei Leichenöffnungen, findet. Zugleich dachte ich mir aber auch, daß diese Hypothesen bei andern gelehrten Männern die größten Schwelertigkeiten finden, ja vielleicht manche aus ihnen aus verschiedenen Ursachen wohl gar beleidigen würden, vorzüglich weil sie der allgemeinen und in den Schulen angenommenen Meinung entgegen gesetzt sind, nemlich, daß die Muskelbewegungen durch den Ausfluß der Nervenflüssigkeit von dem Hirn zu den Muskeln, und nicht von diesen zu jenen, hervorgebracht werden.

Zwar wenn sich jemand unter andern auf jene Empfindung erinnern will, der so zu sagen wie eine Luft oder ein innerer sanfter Wind von den untern Gliedern aus dem Magen, oder aus dem Unterleibe zu dem Hirn stelzet, welchen die mit der fallenden Sucht behafteten sehr oft fühlen, und sich in dem Augenblicke darüber beklagen, wo sie von Konvulsionen ergriffen werden. Wenn er dann bemerken will, daß den Fortschritten dieser Krankheit manchmal Einhalt geschähe, wenn man den Schenkel mit einer Binde zusammenziehet, welches den Zugang dieser aufsteigenden Luft gewissermassen verhindert und auffängt. Wenn jemand sage ich, dieses alles, wie auch unsere Versuche aufmerksam durchzucht,

der

der wird uns gern verzeihen, daß wir in diese Muthmaßung gerathen sind. Aber alles dieses habe ich, wie ich oben sagte, nur Vermuthungsweise, und das zwar meistens in der Absicht, damit es von gelehrten Männern geprüft würde, erwähnt.

Nachdem wir nun die größtentheils aus der bekannten Natur der thierischen Elektrizität fließende Ursache der Zusammenziehungen im natürlichen sowohl, als kränklichen Zustande fest gesetzt haben, so scheint uns nun nichts mehr übrig als etwas über die Art, wie die Heilung dieser Gebrechen zu bewerkstelligen sey, zu sagen.

Aus unsern Versuchen läßt sich vorzüglich folgern, daß, welcher Mittel man sich auch immer um diese Krankheit zu heben bediene, selbst wenn man die Elektrizität äußerlich anwendet, müsse man doch alle diese Mittel, wenn sie etwas gutes hervorbringen sollen, mit ihrer Kraft, vorzüglich auf die thierische Elektrizität wirken lassen, und sie und diese dahin richten, daß die Elektrizität ihren Umlauf entweder vermehret, oder vermindert, oder sonst auf eine andere Art umändert werde. Der Arzt muß also diese Elektrizität sowohl als auch ihren Stand bei der Heilung, immer vor Augen haben.

Ich übergehe alle andere Hülfsmittel, deren Kraft in der thierischen Elektrizität die fleißige Nachforschung sowohl, als der Gebrauch erst in der Zukunft mehr und mehr bekannt machen wird, und begeben mich sogleich zur Anwendung der äußern Elektrizität. Damit über die Sache einigß Licht verbreitet werde, so will ich sie erst bei konvulsivischen und rheumatischen Umständen, dann bei der Lähmung betrachten.

Vor allen andern, kommt nach meinem Urtheile eine dreifache Eigenschaft in der auf den menschlichen Körper angewandten künstlichen Elektrizität zu betrachten. Erstlich nemlich jene, die man die unverzügliche nennen könnte, welche alsogleich ihre Kraft an den ihr dargebrachten Theile des menschlichen Körpers ausübt, so daß sie entweder als Funke, oder wie ein elektrischer Donner, bei der Entladung der leidner Flasche wirkt; die zweite, wo die Elektrizität nicht in einem Fort, sondern nach und nach, in einer gewissen Zeit wirkt, vereiniget vielleicht, beinabe möchte ich lieber sie mit den fließigen Theilen des thierischen Körpers verbunden sagen, wie jene Elektrizität, welche die neuere Naturforscher das elektrische Bad nennen; endlich drittens jene, welche die Elektrizität aus dem Thiere raubt, wenn die negative Elektrizität

role

wie sie eben diese neueren Naturforscher nennen, angewendet wird.

Nun wollen wir jene einzelne Eigenschaft in den genannten Krankheiten durchgehen. Was die konvulsiven Muskelzusammenziehungen betrifft, da wird ein jeder leicht einsehen, daß sie nach unserer Hypothese größtentheils von der überhäuftten und verdorbenen Elektricität in den Muskeln des Thieres, welche aus der geringsten Ursache von den Muskeln zu den Nerven und zum Hirn geleitet wird, oder von den scharfen und reizenden Stoffen, welche entweder das Hirn oder die Nerven durchwühlen, oder wie es sehr oft geschieht, von beiden Ursachen zugleich abhängen.

Im ersten Falle, scheint die positive Elektricität (wie man sie nennt) auf was immer für eine Art angewandt, kaum einigen Nutzen, wohl aber den größten Schaden hervorbringen zu können; dagegen die negative, wie bekannt weit mehr Vortheile bringen wird.

Wäre es aber der andere Fall, da kann sich der Arzt einigen Nutzen von der positiven Elektricität versprechen, wenn sie künstlicher Weise, auf die angegriffenen Nerven geleitet wird,

wird, sie kann dann durch ihre Kraft die scharfen Urstoffe von den Nerven abtreiben und aus dem Wege räumen.

Dieserwegen soll auch der Arzt, den Unterschied dieser Zusammensetzungen und ihrer Ursachen fleißig beobachten und erforschen, vorzüglich aber, wenn manchmal beide Ursachen zugleich da sind, muß er geschickt nachforschen, welche von beiden die mächtigere sey, dieß ist freilich sehr schwer, aber dennoch dürfen wir die Hoffnung, eines Tages dazu zu gelangen, nicht sinken lassen. Nicht geringe Anzeigen, der gehäuften Elektrizität können vielleicht zum Beispiel seyn. Ein gegenwärtiger oder nur vorübergegangener Ueberfluß von Elektrizität im Dunstkreise, wie sehr dieser die Kräfte der thierischen Elektrizität vermehre, beweisen unsere Versuche. Ein solcher Ueberfluß läßt sich durch Hülfe der atmosphärischen Elektrizitätsmesser erforschen und erkennen, so wie auch durch das Ansehen der Wolken, der Jahreszeit, der Beschaffenheit des Wetters, der Winde, der Mondzeiten, und durch andere von den berühmtesten Naturforschern, vorzüglich aber, von Bartoloni und Ger dini angegebenen Zeichen. Ueberdieß können auch den Ueberfluß dieser Elektrizität in uns anzeigen, eine gewisse ungewohnte

Be,

Bebendigkeit und Schnelligkeit der Bewegungen, vorzüglich der Augen die von keiner andern bekannten Ursache abhängt und größtentheils unbeständig ist.

Urgewöhnen können wir sie vielleicht aus eben den Veränderungen, welche die künstliche Elektrizität in uns entstehen läßt; die innerliche ungewohnte Wärme nemlich, die vermehrten Absonderungen und Ausleerungen des Unterleibes, des Urins, Speichels, Schweißes, der unmerklichen Ausdünstung, die Geschwindigkeit, die Stärke des Pulses; so auch der Gebrauch solcher Nahrungsmittel, in welchen Idioelektrische Stoffe enthalten sind, als Gewürze, ölichte und gelstige Flüssigkeiten, vornehmlich dann, wenn sich keine andere Ursachen dieser Bewegung darbieten. Gewis ist es, daß die meisten dieser Anzeigen schwerern Konvulsionen, und andern Nervenankfällen, als der fallende Sucht, der Raserey u. s. w. vorgehen.

Die entgegengesetzte Zeichen, werden uns von der negativen oder mangelnden Elektrizität deutliche Fingerzeige geben. Anzeigen der vererbten und verunreinigten Elektrizität, werden uns vielleicht die Unbequemlichkeiten der Kranken selbst, und die Symptome der Krankheiten, wel-

welche den Verzeu die Stärke und Kraft der scharfen Säfte anzeigen, geben können.

Genug ist es, es bis dahin gebracht zu haben, daß man einen Weg geöffnet hat, den verschiedenen Zustand der thierischen Elektrizität zu erkennen.

Was aber die rheumatischen Zusammenziehungen anbelangt, da sie größtentheils ihren Ursprung in der scharfen und reizenden in den Nerven sich aufhaltenden Materie haben, so ist leicht zu crachten, daß beinahe von jeder Art, die positive Elektrizität anzuwenden, Gebrauch gemacht werden könne, doch immer in der Ordnung, und auf diese Weise, daß man sich, um eine größere Menge Elektrizität in den Muskeln zu sammeln, erst jener Methode bediene, welche die Naturforscher durch das Bad nehmen, dann erst jene, die durch den Funken und endlich der, die durch den Schlag wirkt; damit nemlich erstlich durch eine mechanische und zurücktreibende Kraft der Elektrizität, die Säfte verdünnt, und dann um so leichter von dem angegriffenen Theile durch einen vermehrten Trieb weggebracht werden können.

Nicht weniger wird aus eben der Ursache die negative Elektrizität dem leidenden Theil, auf unsere Art angewandt, ebenfalls dienlich seyn, entweder durch die Funkenziehung, von dem Zuleiter der Maschine, oder von der leidner Flasche; vorzüglich wenn der leidende Theil mit seinen Zuleitern versehen ist, deren einer mit der Maschine, der andere mit dem Boden in Verbindung steht. Diese Methode könnte zwar vortheilhafter eingerichtet werden, wenn man entweder größere leidner Flaschen, oder ihrer mehrere durch einen gemeinschaftlichen Zuleiter verbinden, oder größere elektrische Maschinen, die heutiges Tags sehr leicht gebauet werden, anwendete; oder noch besser wenn die Art erfunden würde, vermittelst welcher die thierische Elektrizität von gewissen Muskeln zu gewissen Nerven überbracht oder zugeleitet würde. Nachdem, was wir vorgebracht haben, wird es niemand fremde seyn, daß auf diese Art, ein heftigerer Ausfluß der thierischen Elektrizität, vorzüglich durch die affizirten Nerven bewirkt werde, und wie es scheint, ist dieß vor andern das geschickteste Hülfsmittel, die stockenden und auf die Nerven geworfenen Säfte zu zerstreuen, aufzulösen, und von den Nerven selbst wegzutreiben. Daher pflegen vielleicht, die Muskeln

be-

Bewegungen, welche von dem Ausflusse der Elektrizität aus den Muskeln zu den Nerven, wie wir gesagt haben, entstehen, in rheumatischen Anfällen so wenig Vortheil und Hülfe zu bringen, und das um so mehr, je mehr die angegriffenen Theile, wenn gleich mit einiger Unbequemlichkeit und Schmerzen, heftiger bewegt werden.

Wenn diese neue Art, sich der negativen Elektrizität zu bedienen, entweder in diesen, oder in andern Krankheiten von einigen Nutzen seyn sollte, was ließe sich dann nicht von der atmosphärischen Elektrizität versprechen, wenn z. B. bei tobenden Donner und Blitzen die leidenden Theile mit ihren Zuleitern wie wir es bei der künstlichen erinnert haben, behutsam und klug versehen würden: vielleicht war dieß die Ursache warum entweder von erster Kindheit an, oder durch Krankheiten gelähmte Glieder, ihre natürliche Biegsamkeit, Stärke und Bewegungskraft, wie Bartoloni erzählt, wieder erhalten haben, als Blitze nicht weit von den Kranken einschlugen.

Was zur Heilung der Lähmungen gehört, das finde ich voller Schwierigkeit, voller Gefahr; denn es ist sehr schwer zu erkennen,
 ob

ob die Krankheit aus einem fehlerhaften Nerven oder Hirnbau, oder aber von einer elektrischen Materie herkomme, die sich entweder auf die innere Theile des Nerven, oder auf jene geworfen hat, in welchen wir muthmaßen, daß der Umlauf der Elektrizität vorgehe. Ist es das erste, so wird vielleicht die künstliche Elektrizität, auf was immer für Art angewendet, wenig nutzen, ~~Schad~~ viel Schaden können; ist es das andere, so scheint sie von einigen Nutzen zu seyn, daß sie entweder die elektrische Materie zerstreue, oder die Kraft der thierischen Elektrizität vermehre.

Der Gebrauch und die Erfahrung werden vielleicht mehr Licht über das Ganze verbreiten.

Nun wollen wir letztlich einige nicht unrichtige oder unnütze Folgerungen aus unsern Versuchen berühren.

Durch das Vorhergehende, weiß man also, daß sowohl die künstliche und atmosphärische Elektrizität eine ungleichgrößere Herrschaft über die Muskeln und Nerven habe, als es bis auf diese Zeiten bekannt war; und daß ein großer Theil ihrer Kräfte, auch verjünglich

lich auf die Kräfte in die thierische Elektrizität übergehe, alsdenn wie wir in unsern Versuchen gesehen, so befördert sie nicht nur die Bewegung der thierischen Elektrizität, sondern auch ihre Ausströmung durch die Muskeln, und einen behärderten Durchgang durch die Nerven, und die heftigsten Muskelbewegungen.

Da dieses nun bekannt ist, so scheint uns ein größerer Zugang geöffnet zu seyn, sowohl neue, und nützlichere Arten als bis jetzt bekannt worden zu entdecken, die Elektrizität überhaupt anzuwenden, als auch die Ursachen der Uebereinstimmung zwischen der atmosphärischen Elektrizität den Veränderungen unserer Gesundheit bei ihren plötzlichen Abwechslungen und einigen Krankheiten, zu erklären.

Ueberdies scheinen uns dergleichen Versuche zu lehren, daß bei dem Blitze oder den Funkenentladungen nicht nur die atmosphärische Elektrizität, sondern vielleicht auch eine irdische zurück in die Höhe fließe. Ob es aber von diesem Zurückflusse herkömmt, daß bei entstandnen großen Gewittern in der atmosphärischen Luft Veränderungen und Abwechslungen vorgehen, nicht nur wegen den Grundstoffen verschiedener Art, die aus allen Gegenden sondern
auch

auch welche sie von der Erde mit sich in die Luft nimmt, besonders wenn sie eine eigene elektrische Flüssigkeit hat, welche ihr viele Naturforscher zulassen und behaupten, daß sie zwar einige selne Grundstoffe der Körper, durch welche sie geht, hinausstreibe und zerstreue, andere wieder an sich reiße, und mit sich selbst verbinde. Doch das mögen die Physiker näher bestimmen.

Wenn ein solcher Zurückfluß der irdischen Elektrizität in die Atmosphäre geschieht, so kann man ihm einen großen oder gewis nicht kleinen Theil des schnellern und größern Wachsthumes der Pflanzen zuerzählen, welches der berühmte Gardini nach Donnerwettern beobachtet, und vorzüglich der atmosphärischen mit Dünsten verbundenen Elektrizität zugeschrieben hat.

Endlich da diese Zusammenziehungen der Muskeln, die wir bei Gewittern gesehen haben, ein neues unzweifelhaftes Zeichen der atmosphärischen Elektrizität, und ihrer Kräfte in die thierische Oekonomie darbieten, so werden sie vielleicht nicht wenig dazu beitragen, nicht sowohl die Ursachen, wohl aber die Wirkungen der Erdbeben in eben dieser Oekonomie bekannt zu machen: dieserwegen scheint es auch nützlich zu seyn,

fenn, diese Versuche bei Erdbeben zu wiederholen.

Nun wollen wir unsern Muthmassungen Gränzen setzen, denn dieß nur war es vorzüglich was ich den gelehrten Männern über die Kräfte der sowohl künstlichen, als der atmosphärischen und thierischen Elektrizität in die Muskelbewegungen, die unter der Herrschaft der Seele stehen, entdeckt, und ihnen mitzutheilen hatte, damit sie es einst zu jenen Nuzzen bringen, welcher unser Wunsch war.

Was aber zu den Kräften dieser Elektrizität in den natürlichen Bewegungen, im Umlaufe des Blutes und der Absönderung der Kräfte gehört, werden wir, so wie wir mehr Zeit gewinnen, in einer zweiten Abhandlung ans Licht treten lassen.

Erklärung der vier Kupfertafeln. Erste Tafel.

- Fig. 2. Der zum Versuch zubereitete Frosch.
CC. Die Schenkel.
DD. Die Nerven des heiligen Beins (Oss. sacrum) welche in die Schenkelnerven übergehen, und die man die innern Schenkelnerven zu nennen pflegt.
F. Ein Metalldrath, welcher durch die Oeffnungen des Rückgrads gestochen, das Rückenmark durchbohrt.
G. Ein eiserner Zylinder.
M. Der Rückgrad.
- Fig. 1. Eine elektrische Maschine.
A. Die Scheibe.
B. Ein eiserner Zylinder, womit Funken gezogen werden.
C. Der Zuleiter.
- Fig. 2.
CC. Die Schenkel.
DD. Die innern Schenkelnerven.
E. Ein eiserner, durchs Rückenmark F. gestosener Drath.
G. Ein eiserner Zylinder, womit der Eisendrath berührt wird, wenn ein Funke von dem Konduktor der Maschine gezogen wird.
H.

II. Eine gläserne Röhre, womit der Eisendrath E berührt wird, wenn man einen Funken nimmt

KK. Der Nervenkonduktor.

Fig. 3. A. Eine gläserne Flasche in welcher ein zubereiteter Frosch eingeschlossen ist.

B. Ein mit dem Haken des Frosches verbundener Eisendrath.

C. Das Ende des aufgehängenen Eisendrath, woran man den Drath K. hängt.

D. Ein seidene Schnur.

EEE. Ein Eisendrath, verbunden mit dem Drathe K. bildet einen sehr langen Nerven-zuleiter.

F. Ein eiserner Hake, an welchen der Drath E geknüpft wird.

Fig. 4.

C. Ein Nerven-zuleiter. (Konduktor.)

D. Ein Muskel-zuleiter.

Fig. 5. Eine leidner Flasche.

A. kleiner Schrot in einer Flasche.

B. Der Zuleiter der Flasche.

C. Die Hand dessen, welcher den Funken aus dem Konduktor B. zieht.

Fig 6.

A. Ein umgestürztes Gefäß, in welchen dieser Schrot enthalten ist.

- B. Eine ähnliche Flasche, in welcher sowohl das Thier, als der den Muskelkonduktor vertretende Schrot eingeschlossen.

Taf. 2. Fig. 7.

- AA. Ein isolirter Eisendrath, oder Nervenkonduktor.
BBB. Glasröhren durch welche der Drath, um isolirt zu seyn, gezogen ist.
C. Ein gläsernes Gefäß, in welchem ein auf die gewöhnliche Art zubereiteter Frosch eingeschlossen ist.
D. Ein Eisendrath oder Muskelkonduktor, dessen eine Ende die Glieder des Frosches berührt, das andere aber bis in einen Brunnen reicht.

Fig. 8. E. Ein auf gewöhnliche Art zubereiteter Frosch auf ein mit Desfirniß überstrichene Platte ausgebreitet.

- F. Ein nicht isolirter Nervenkonduktor, dessen eines Ende in das Rückenmark gestochen, das andere aber an den in die Mauer geschlagenen Haken gehängt wird.

Taf. 3. Fig. 9.

- A. Ein Metallblättchen aus Zinn auf die Rückenmarkröhre eines zubereiteten Frosches gelegt.

BB. die Beine dieses Thiers.

- C. Ein anders Metallblättchen aus Messing.

D.

D. Ein Kupferner mit einem Silberblättchen überzogener Bogen.

F. Eine gläserne Scheibe, worauf das Thier liegt.

Fig. 10.

AA. Zwei Bogen, welche entweder in der Glas oder Harzröhre B. stecken

C. Ein in das Rückenmark gestochener Haken.

Fig. 11. Ein zubereiteter Frosch, dessen ein Schenkel in die Höhe gehalten, der andere aber sammt der mit ihren Haken versehenen Rückenmarkröhre die Oberfläche einer silbernen Büchse E. berührt.

Fig. 12.

FF. Zwei metallene Bögen, deren einer aus Kupfer der andere aus Silber besteht.

Fig. 13.

GG: Metallene Zuleiter, deren einer auf die obere, der andere aber auf die untere belegte Seite eines sogenannten elektrisch-magischen Vierecks gesetzt ist.

H. Nerven, die so an der Mündung oder Kante des magischen Quadrats gebogen sind, daß sie, sammt dem Rückenmark die untere Oberfläche berühren.

Fig. 14. K. Eine Glasröhre, die mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt wird.

Fig.

Fig. 15. Von einander getrennte Schenkel.

Fig. 16. Die von einander getrennte Schenkel und dem entzweiggeschnittenen Rückgrad.

Taf. 4. Fig. 17.

Ein auf einer Glasplatte liegender Frosch, dessen Rückenmark mit einem Metallblättchen E. belegt ist.

Fig. 18. Einer auf einer Glasplatte die an zwei Orten mit verschiedenen Metallblättchen belegt ist.

F. Ein Silberblättchen.

G. Ein Kupferblättchen.

Fig. 19. AA. Ein metallener Bogen:

BB. Mit Wasser gefüllte Gefäße, worinn in einem die Schenkel C. des Frosches, in den andern dessen Nerven D. getaucht sind.

Fig. 20.

A. Ein metallener Konduktor, der auf die untere Oberfläche des belegten magischen Vierecks gesetzt, welches auf den entblößten Schenkelmuskeln liegt.

B. Der zweite metallene Konduktor, womit die obere belegte Fläche des belegten magischen Vierecks berührt, wird auf welchen der belegte Schenkelnerve ausgespannt ist.

CC. Freie Oberfläche des magischen Vierecks.

Fig. 21.

Der Schenkel eines Huhn.

AA. Der metallene Bogen.

B. Der Schenkelnerv.

C. Stantol. (Zinnblättchen.)

D. Die zerschnittenen Muskeln des Schenkels.



Schrel.

Schreiben
des Drs Eusebius Balli
über
die thierische Elektrizität.

Die Entdeckung des Herrn Galvani die thierische Elektrizität betreffend, hielt mich verschiedene Nächte durch schlaflos, während welchen mir der Gedanke aufstieg, einen Gegenstand von solcher Wichtigkeit mit eigenen Augen näher zu untersuchen. Ganz bewegt mich endlich Herr Massni dazu, der nicht weniger begierig war als ich, und der sich mir zum Gesellschafter in den vorzunehmenden Versuchen anbot.

Voller Ungeduld legten wir eilends Hand ans Werk. Sie als gemeinschaftlicher, als wahrer und geliebter Freund von beiden, müssen der erste das Resultat unserer Versuche erfahren.

Ich bin es, der schreibt, und den Sie leicht an der Heftigkeit erkennen werden, mit welcher er vorwärts geht. Vor allen ist noth-

wendig, daß ich ihnen sage, daß wir bis izt nichts anders unternommen haben, als wirkliche Thatsachen zu sammeln. Wir wollen weder Theorien errichten, noch Folgerungen ziehen. Wenn eine Reihe von Erfahrungen wird aufgestellt seyn, um uns in Stand zu setzen, die verschiedenen Beziehungen einander zu vergleichen, die izt, noch sehr weit von einander entfernt zu seyn scheinen, wenn wir die Zwischenglieder der Kette gefunden haben werden, und diese Kette ganz seyn wird, dann wollen wir einen Schritt vorwärts thun.

Hier haben Sie, die von uns angestellten Versuche.

1ter Versuch.

Wir öffneten den Unterleib eines Frosches um das Rückgrad zu entblößen, und die Schenkelnerven zu finden, die von da ausgehen. Zwei Linien über diesen Punkte zerschnitten wir unsern Frosch. Fuhren dann aufs neue mit der Schere bis unter den Ursprung dieser Nerven, schnitten den Ueberrest des Rückgrads ab, und sonderten ihn von einander. Endlich ward der zurückgebliebene Theil des Rückgrads mit einem bleiernen Blättchen bekleidet. So vor-

ber

bereitet, berührten wir, mit dem einen Ende eines isolirten Eisendrats, dieß bleierne Plättchen, mit dem andern aber die nackten Endtheile des Frosches. Die Erscheinungen die der Herr Professor von Bologna angekündigt hat, erfolgten. Das nemliche geschah, das Thier mochte isolirt seyn oder nicht. Ist bedienten wir uns dieses, und ist eines andern Zuleiters, beobachteten, daß der Nerve oder der Muskel in die Länge auf den nemlichen Reiz nicht mehr empfindlich war. Die Verbindung des Nervens zerstörte die Empfindung, oder um richtiger zu reden, sie gestattete der elektrischen Flüssigkeit den Durchgang nicht, es entstand ein Gleichgewicht, die Bewegungen blieben aus. Aus den Metallen, die wir zu Leitern anwandten, schien das Silber aus allen, das beste zu seyn.

2ter Versuch.

Die Nerven zweier also zubereiteter Frösche, daß die Nerven von allen Zusammenhang entblößet waren, welches sie von nun an, immer so verstehen müssen, um alle Wiederholung zu ersparen. Nachdem die zween Frösche aufgehört hatten Zeichen eines thierischen Lebens zu geben, sahe man auf die Berührung des Konduktors aufs neue zittern. Vielleicht hat
der

der Netz die übrig gebliebenen so zusagen vergrabenen Lebensgeister erweckt.

3ter Versuch.

Wir bemerkten in zweien Fröschen wovon einer zum Versuchen vorbereitet war, und unterdessen liegen blieb, daß da der erste schon gänzlich ermattet und so zusagen erloschen war, der zweite, als wir ihn vornahmen und der durch anderthalb Stunden nichts verloren hatte, eine gleiche Zeit sich belebt zeigte.

4ter Versuch.

In einem Frosche gab der linke Schenkelnerve und das gehörige Ende gar kein Zeichen eines Gefühls. Bei der Untersuchung der Ursache dieser Erscheinung, fand sich, daß die Fäden dieses Nerven von einander getrennt waren, ein Umstand welchen man muthmaßte. Ich zerschnitt die Fäden und belegte sie, da wo sie alle wieder vereinigt waren. Nun berührte ich den Nerven mit dem Zuleiter und brachte einen Tetanus in dem Schenkel hervor, der bis jetzt müßig und schlaff da gelegen hatte. Ich zerschnitt auch den entgegen gesetzten Nerven, trennte die Fäden, belegte ihn von neuem, nahm

den

den Konduktor zur Hand, berührte, und berührte wieder, und mehrmal, aber bemerkte kein Erschüttern und keine Bewegung.

5ter Versuch.

Es wurden zwei andere Frösche mit der Vorsicht zubereitet, und die Fasera beider Schenkelnerven entfernt. Bei den Versuchen gerieten sie in Zuckungen und Krämpfe, und bewegten sich ganz so, wie jene, deren Nerven in ihrer natürlichen Lage geblieben waren.

6ter Versuch.

Wir ließen zwei, auf die gewöhnliche Art zubereitete Frösche, nachdem wir sie anderthalb Stunden ermüdet hatten, und nur sehr wenig Lebensfeuer in ihnen blieb, eine Stunde und 10 Minuten in Ruhe liegen. Darnach versuchten wir sie wieder mit einem Konduktor, dessen Endspitzen versilbert waren. Einer dieser Frösche sprang vom Glase herab, auf welchem er lag und verrieth während 20 Minuten leichte und unterbrochene Zuckungen; des zweiten erste Bewegung war weniger lebhaft, aber er bewegte sich stark und erblüht sich bei demselben nicht weniger als sein Gefährte.

7ter

7ter Versuch.

Wir wünschten nun zu bestimmen, wie lange die Frösche ihren Lebensstoff in diesem Falle zu behalten in Stande wären. Wir bereiteten uns Abens um 10 Uhr zween Frösche, die wir hernach nicht mehr in die Hände nahmen, den andern Tag Morgens 7 Uhr fanden wir sie zwar schlapp, aber nicht ohne Bewegung. Beide bewegten sich nur in sehr langen Zwischenräumen und äusserst matt. Kaum aber war eine halbe Stunde verlaufen, so wirkte kein Reiz mehr auf sie, und die Konduktoren wurden umsonst angewendet.

8ter Versuch.

Aus der nemlichen Absicht, wurden viele andere Frösche die ganze Nacht durch hingelegt, am Morgen fanden wir sie trocken und dürre und sie fühlten nichts mehr. Woher nun diese Verschiedenheit? Sollen wir sie der Atmosphäre zuschreiben? Und welches ist dann der Zustand der Atmosphäre, welcher den Thieren, von welchen wir reden, die elektrische Materie raubt? Wir versuchten eines Tags bei stürmischen Wolken, und dem Winde freien Zug durch das Zimmer, aber alles gieng verwunderlich wohl, und
eben

eben so, als wenn der Himmel heiter, und die Luft ruhig war.

9ter Versuch.

Verschiedene von den Körper getrennte Muskeln, als der Dreiköpfige, die des Wadens (gastrocnemii) u. s. w. konnten, als sie getrennt waren, zu keiner Reizbarkeit gebracht werden, wir erregten sie aber durch Hülfe der Zuleiter. Sind die Muskelbewegungen, welche von dem Reize, den man in ihnen oder in den Nerven, die sie beleben erregt, hervorgebracht werden, von jenen, welche der elektrische Schlag hervorbringt verschieden? Mit welchen von beiden haben wohl die freiwilligen Bewegungen am meisten Aehnlichkeit?

10ter Versuch.

Wir öffneten den Kopf eines Frosches, und reizten dessen Hirn und der Frosch starb in Konvulsionen. Um zu sehen ob es beschädiget worden sey, brachten wir es an den Apparat zu den Versuchen mit den Zuleitern. Jede Berührung veranlaßte einen Sprung, so, als wenn es noch mit dem Körper vereiniget wäre, von welchem es einen Theil außgemacht, es schien
dem

dem Reize zu trotz sich willkürlich zu bewegen.

11ter Versuch.

Dieser letzte Versuch wurde wiederholt, um ihn mit andern zu vergleichen, welche mit Fröschen vorgenommen wurden, die ohne daß das Hirn gereizt worden war, gestorben waren. Der Vergleich ist unser gewöhnliches Maas in Ermanglung eines bessern und richtigern. Uebrigens haben wir hier nicht den geringsten Unterschied bemerkt. Das Thier leidet also bei Konvulsionen keinen Verlust an Kräften, der Mensch hingegen wird durch sie kraftlos, entnervt und höchst abgemattet. Sollte wohl noch eine andere Grundursache; eine andere Wirkungskraft nebst der Elektrizität bei der thierischen Oekonomie seyn? Einstens wird es sich aufklären.

12ter Versuch.

Wurde Opium auf das eine Ende des Schenkelnerven gelegt. Er schien ein wenig darunter zu leiden, und es auch dem entgegengesetzten Gliede mitzutheilen. Endlich gewannen beide wieder neue Kräfte, und der Versuch zeigte nichts neues mehr.

13ter Versuch.

Opium auf den Obertheil des abgeschnittenen Nervens gebracht, bewirkte bei sehr vielen Fröschen nicht den geringsten Schaden. Die Erschütterungen waren heftig und von dauer.

14ter Versuch.

Nachdem ich den Fuß eines zubereiteten Frosches durch 10 Minuten in einem lauen Bade von Opium gehalten hatte, gelang es mir, ihn in weniger als einer Viertelstunde gänzlich zu lähmen, und da ich sah, daß ihn nichts mehr von seiner Lebhaftigkeit blieb, giengen wir zu den andern Fuß über. Dieser häupte sehr stark bei der Berührung des Zuleiters und gab über anderthalb Stunden lang Zeichen von Leben. Wir schlossen aus diesen, und sahen wohl 10mal die Elektricität erweckt wieder, man mag mit dem Zuleiter den lebenden oder den todten Theil berühren. Die Erscheinung geschieht gleichfalls wenn man anstatt das eine Ende des Zuleiter von der Belegung an die Füsse des Frosches zu bringen mit dem man den Versuch macht, es an andere bringt, welche diesen berühren. Diese Frösche sind dann eine Fortsetzung, der äußern Oberfläche der Muskeln,

keln, welche man als eben so viel leidner Flaschen ansehen kann, und die auf diese Art ein Komunikationsmittel werden.

15ter Versuch.

Die Muskeln von 3 Fröschen in eine Auflösung von Opium getaucht, haben fortgefahren sich zu bewegen. Diesen Fröschen hatte eine Stunde vor dem Versuche, Opium in lauen Wasser aufgelöst verschlucken lassen.

16ter Versuch.

Nachdem wir in der nemlichen Auflösung die zuführenden Muskeln, und den Dreiköpfigen des Schenkels gebadet hatten, waren die Erschütterungen statt schwächer zu werden und sich zu verlieren, weit stärker.

17ter Versuch.

Wir gossen eine Opium Auflösung zwischen die Haut und den Schenkel zweier Frösche. Ohngeachtet dessen waren sie äußerst empfindlich, und es gelang uns nicht als wir sie zwei bis dreimal in dieser gesagten Auflösung gebadet hatten, zu erschaffen.

18ter Versuch.

Da wir zwischen die Fibern des dreiköpfigen Schenkelmuskels eines Frosches, der schon die ganze Auflösung eingesogen hatte etwas Opium gaben, blieb der Frosch unbeweglich und nichts war im Stande ihn zu erwecken.

19ter Versuch.

Bei andern 6 Fröschen verhielt es sich nicht so. Das Opium hat die belebende Flüssigkeit, die in den Muskeln fließt und in derselben erzeugt wird, nicht stockend gemacht, noch ihre Bewegungen geschwächt oder zurückgehalten. Ich sagte deswegen, daß sie in denselben erzeugt wird, weil die Muskeln einen Ueberfluß von Blutgefäßen haben, weil sie eines zusammengesetzten Baues sind, und weil der Nerve ein beßerer Zuleiter der elektrischen Kraft ist, als die Muskelfiber.

20ter Versuch.

Das Opium hat in 20 Versuchen einmal in den isolirten Muskeln, die Lebensgeister erschläft, und das in einem Augenblicke. Die Wahrnehmungen dieses Falls setzten mich in große Verlegenheit.

21ter Versuch.

Die Muskeln noch lebender Frösche hörten auf sich auf den mechanischen Reiz in dem Augenblick zu bewegen indem man auf sie oder auf die Nerven Opium brachte. Sonst gaben sie immer der Stärke des Konduktors nach, so oft wir sie ihm unterzogen.

22ter Versuch.

Als man auf das entblößte Hirn von 4 Fröschen Opium streute, sah man diese Thiere wie vom Blitze getroffen zur Erde fallen. Wir bereiteten sie zu den Versuchen vor, und ließen an den untern Theilen auch den Rumpf und den Kopf; dann wurden sie abgeschnitten und das Rückgrad über den Schenkelmuskeln abgelöst. Als sie belegt und mit ihren Zuleitern versehen waren, boten diese Frösche ein angenehmes und unterhaltendes Schauspiel dar.

Als die Konvulsionen anfangen feltner und schwächer zu werden, theilten wir die Besetzung in zwei Theile, so daß die untern Theile des übrigen Körpers isolirt blieben. In dieser neuen Lage gab dieser Theil öftere und heftigere Erschütterungen zu bemerken.

23ter Versuch.

Statt des Opiums brachten wir andere fremdartige Substanzen aufs Hirn aber ohne besondere Wirkung.

Die mit diesen verglichene Krösche, welche durchs Opium betäubt oder getödtet worden, waren weder beweglicher noch lebhafter. Als was für ein Prinzipium wirkt nun das Opium, und wie wirkt es?

24ter Versuch.

Sechs Krösche verschluckten mit Gewalt Opium und zwar in Menge; keiner aber litt davon, noch schien seine Lebhaftigkeit verringert.

25ter Versuch.

Ich sah, daß gepulverter Schnupstoback 4 Krösche gänzlich betäubet und unempfindlich gegen den Schmerz macht. Bei unsern Versuchen sprangen sie nicht weniger, als die andern.

26ter Versuch.

Wir belegten, die Schenkelnerven, bei einigen Endexen, erhielten aber bloß vorübergehenden

hende und geringe Bewegungen. Im abgeschnittenen Schweife aber, gab uns das Rückenmark hervorgezogen, und belegt, ein angenehmes und längeres Schauspiel.

27ter Versuch.

Mit Toback getödtete, und in Konvulsionen gestorbene Eydexen, werden ihrer Elektricität nicht beraubt. Unsere häufigen Versuche bieten uns nicht einen dar, der das Gegentheil zeigte.

28ter Versuch.

Das Rückenmark von 2 Schleyen (tinche) die ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Unzen wogen, wurde in der Gegend des Kopfs belegt. Sie erhoben 5 oder 6mal ihre Flossfedern, und waren in weniger als 2 Minuten ganz abgemattet und unbeweglich.

29ter Versuch.

Ein Ual wurde quer durchschnitten, die Stücke zubereitet, und sich des Rückenmarks bemächtigt. Der Schweif bewegte sich bei der Verbindung und Berührung des Zuleiters, auf
die

die nemliche Art, als wenn der Fisch in seinem Elemente wäre. Da man fortfuhr ihn zu beführen, bewegte er sich von einer Seite zur andern, und blieb durch 20 Minuten in stäter Bewegung. Nach und nach wurden sie schwächer, und blieben in weniger als 3 Viertelstunden gänzlich aus. Im Kopfe war die Lebhaftigkeit nicht so stark aber von längerer Dauer. Es dauerte 50 Minuten.

30ter Versuch.

Die Flügel eines Finkens haben bei unsern gewöhnlichen Apparate, durch 3 Minuten schwach gezittert, die Füße nicht einmal so lange. Die Kleinheit der Schenkelnerven, vereint mit dem geringen Ueberrest der Lebensgeister werden die Bemühungen des Naturforschers, in dieser Gattung von Vögeln, sehr oft vereiteln.

31ter Versuch.

Bei einer kaum gebornen Katze, die sorgfältig zubereitet wurde, war unsere Erwartung nicht betrogen, man bemerkte nur in den vordern Pfoten, oder Füßen, Zuckungen, die über eine halbe Viertelstunde währten. In den Muskeln über der Luftröhre, und der Zunge in

- deren Gegend man gearbeitet hatte, bemerkte man nicht die geringste Bewegung.

32ter Versuch.

Auch mit 2 Hunden stellten wir Versuche an. Den ersten verließ ich voll Ungeduld, weil es nicht möglich war, von ihm die erwarteten Zeichen zu erhalten. Vielleicht war es unsre Schuld, und das aus zwei Ursachen. Erstens, weil wir ihm ein Messer, zwischen das zweite und dritte Halswirbel-Bein, des Halses stachen, dadurch verlor er all sein Blut, unter den seltsamsten Konvulsionen.

Zweitens hatten wir unsre Zubereitungen, etwas spät und flüchtig gemacht. Durch dieses belehrt waren wir glücklicher mit dem zweiten Hunde. Wir tödteten ihn mit einem Schlag auf den Kopf, öffncten ihn, und isolirten alle 4 Füße, die wir zuvor sorgfältig zubereitet hatten. Alle bewegten sich verwunderlich mit Hülfe des Zuleiters, vorzüglich der eine der Vorderfüße, welcher sich zu 5 bis 6 wiederholtenmalen zurück bog, und wie zum gehen bewegte.

Die jungen Muskeln, welche von den Kin zum Zungenbein und der Zungen gehen bewegten sich bestig, und zitterten noch lange Zeit hernach, die Muskeln der Luftröhre deren Nerven ebenfalls belegt waren, zitterten auch, aber etwas langsamer. Das Herz schlug nicht, obgleich Herr Massni, das achte Paar, als die Eingeweide des Thiers noch warm waren, und rauchten, belegt hatte. Im Kopfe endigte sich das Schauspiel binnen einer Stunde. Hier halte ich inne, um die Feder wieder zuergreifen, so bald ich zu einem zweiten Briefe werde Stoff gesammelt haben. Wir werden uns vorzüglich auf die Wirkungen der Gifte, und Lustarten, auf die Thiere mit warmen und kalten Blut einschränken. Wenn ich den wenigen Versuchen trauen darf, so machen die Gifte, auf das elektrische Prinzipium keine Wirkung, die Lustarten greifen sie sehr bestig an. Dieß werden wir bald zu bestimmen wissen, und Sie werden es gerne hören. Unsere Absichten sind nur medizinisch, aber unsere Erfahrungen können auch vielleicht den Physikern nützlich seyn. Den Physikern überlassen wir's indessen, die Sorge, das Maas der eben genannten thierischen Elektrizität, ihre Richtung, und die Regeln die ihr eigen seyn können zu bestimmen. Diese Entdeckung, die mir izt Gelegenheit gab Ihnen zu

schreiben, hat den Eifer von vielen schon angefaßt, und viele beschäftigen sich schon damit. Einer der ersten Naturkündiger in Fache der Elektrizität, ein Genie unter den Physikern, Herr Volta arbeitet ernstlich hierinn. Was für schnelle Fortschritte wird er nicht machen, und was ist durch die Physik nicht alles von ihm erwarten? Sie ein Schüler, unsers geliebten Rexia, dieses großen, vielleicht eines der ersten Anatomen in unserm Italien, wissen mit wie viel Muth er in seinem physiologischen Kurse, bis heut zu Tage, behauptet, daß der Nervensaft eine elektrische Materie sey, deren Eigenschaften nicht gänzlich die waren, die man bis hzt, an dem elektrischen Prinzipium bemerkt hat. Wie sehr nimmt die Lehre ihres Meisters an Gewichte zu! wie sehr wird sie sich nicht bei den aufgeklärten Begriffen unserer Zeit, ausbreiten, und verherlichen.

Die Medizin würde sehr viel gewinnen, wenn er seine Nachforschung, auf diesen Theil wenden wollte. Aber die Zeit vergeht; Leben Sie wohl u. s. w.

Ihr

Pavia den 5 April 1792.

Ball.

Schret.

Schreiben

des Herrn Bassano Carminati,
öffentlichen Lehrers der Arzneywissenschaft an
der Universität zu Pavia, Mitglieds meh-
rerer gelehrten Gesellschaften.

an

den Herrn D. Galvani,
des Instituts zu Bologna Mitglied etc.

Schon längst wäre es meine Pflicht gewesen, Ihnen für das kostbare Geschenk zu danken, welches Sie mir durch unsern gemeinschaftlichen Freund, meinen achtungswürdigen Collegen den Herrn Abbate Mariano Fontana mit Ihrer Abhandlung über die natürliche und eigenthümliche Elektrizität der Thiere gemacht haben. Ich zögerte aber so lange, um Sie, neben meinem aufrichtigsten Glückswunsche zu Ihrer Entdeckung, auch von den ganz gleichen Empfindungen meiner werthesten Collegen der Herren Spallanzani, Barletti, Rezia und Malacarne zu überzeugen; welche alle mit mir die ganze Wichtigkeit der Erfindung einsehen, und ihrem Urheber das verdiente Lob zollen. Entzog
ich

Ich mit nun gleich das Vergnügen mich mit Ihnen darüber zu freuen, länger als ich gefollt hätte, so werde ich doch izt das Verdienst haben, der Erste zu seyn, der Ihnen das rühmliche Urtheil bekannt macht, welches einer der kompetentesten Richter in diesem Fache, Herr Professor Volta über Ihre Beobachtungen und Versuche gefällt hat. Ueberzeugt, daß er nicht unterlassen würde, die wichtigsten Ihrer Versuche zu wiederholen und zu verändern, ganz neue anzustellen und seine Untersuchungen über einen für die physische Geschichte die Thiere so fruchtreichen Gegenstand so weit als möglich zu treiben; theilte ich ihm Ihre Abhandlung mit. Ich eile daher, Ihnen einige Resultate der Versuche zu eröffnen, die er seit den letzten acht Tagen in dieser Hinsicht angestellt hat, und schmeichle mir, Ihnen Beiden hiedurch einen nicht unangenehmen Dienst zu leisten; indem ich zugleich der Welt eine Entdeckung bekannter zu machen suche, die dem ganzen Italien so sehr zur Ehre gereicht.

Die Krösche zeigten sich ihm also für die künstlich erregte Elektrizität in allen Fällen ausnehmend empfindlich und reizbar: mehr oder weniger, nachdem sie auf verschiedene Art dazu vorbereitet wurden. Am schwächsten äußerte sich

sich ihre Wirkung auf den Frosch, wenn er ihr, ohne irgend eine Verletzung erlitten zu haben, ausgesetzt ward. Stärker, wenn man ihm vorher den Kopf abschneitt, und besonders, wenn man ihm eine Nadel in den Rückgrat steckte, und durch selbige die elektrische Materie zu den Hinterfüßen leitete. Viel stärker noch, wenn der Frosch so vorbereitet wurde, daß von dem ganzen Körper bloß die Hinterschenkel mittheils der zwei Cruralnerven am Rückenmark hangend, übrig blieben. Im allerhöchsten Grade aber, wenn man das Rückenmark und einen Theil der genannten Nerven mit einem dünnen Metallblättchen bekleidete. Insofern stimmen also seine Versuche vollkommen mit denjenigen überein, welche wir in Ihrer Abhandlung mit einer so musterhaften Genauigkeit und Aufrichtigkeit beschrieben finden.

Herr Volta hat nun aber weiter den Gedanken gefaßt, die Stärke der Elektricität, die zu Hervorbringung der von Ihnen beschriebenen Bewegungen erfordert wird, nach Graden zu bestimmen. Er hat also gefunden, daß für den lebendigen unverletzten Frosch eine Elektricität hinlänglich ist, die an Henry's Electrometer acht bis zehn Grade zeigt, und also nur noch schwache Funken ziehen läßt.

Ladung der leidner Flasche genommen, das heißt: bringt man den Frosch in den Entladungskreis, so sind fünf bis sechs Grad hinlänglich. Der Frosch ohne Kopf mit der Nadel im Rückenmark bedarf nur drei bis vier Grad von der Elektrizität eines mäßig großen Leiters: weniger, wenn selbige von der leidner Flasche genommen wird. Ist der Frosch oben erwähnter Maßen auf die Art zubereitet, daß sein Rückenmark nur durch die sorgfältig entblößten Cruralnerven mit den Schenkeln in Verbindung steht, so ist eine Elektrizität, die das Quadranten-Elektrometer nicht um einen Grad, das Flaschen-Elektrometer Cavallo's (mit den Strophendula Volta's) nur um acht bis zehn Grad bewegt, schon hinlänglich die gewöhnlichen Konvulsionen zu erregen. Bedient man sich der leidner Flasche, so sind, ein bis zwei Grade dieses Elektrometers schon hinreichend. Aber ohne allen Vergleich größer noch ist die Empfindlichkeit des Thieres, wenn man das Rückenmark und einen Theil der Nerven mit einem Metallblättchen umkleidet. In dem Falle setzt eine Elektrizität, die an jenem so sehr empfindlichen Elektrometer nicht einmal ein Zehntel Grad zeigt, alle Muskeln des Thieres in konvulsische Bewegung.

Wie läßt sich nun aber eine Elektrizität messen, die so schwach ist, daß sie nicht *Veneti's* Elektrometer von den dünnsten Goldblattstreifen merklich bewegt? Herr *Volta* wendet hierzu seinen Kondensator an, den er in den *Philosophical-Transactions* 1782 beschrieben hat: namentlich denjenigen der aus einer Art von Kappe besteht, die auf dem flachen Köpfchen des *Flaschenelektrometers* liegt. Er hat dieses neue Produkt seines erfindertischen Geistes in den Briefen über die elektrische Meteorologie bekannt gemacht.

Da ein so ausnehmend schwacher Grad von Elektrizität auf den präparirten Frosch noch so augenscheinliche Wirkungen äußert, so könnte dieses Thier die Stelle eines Elektrometers vertreten, das wenigstens zehnmahl empfindlicher wäre, als das allerempfindlichste von Goldblättchen.

Auf gleiche Weise und im gleichen Grade der Stärke, wie dies bemerkbare Minimum der künstlichen Elektrizität den Frosch erschüttert; äußert sich auch die eigenhümliche Elektrizität des Thiers: wenn es, auf obige Art zubereitet, bloß durch einen krummen Leiter, dessen eines Ende die Muskeln, das andere die

Re

Metallbekleidung der Nerven berührt, in konvulsivische Bewegung gesetzt wird. Durch diese Idee geleitet, hielt es Herr Volta für möglich zu bestimmen, welcher Theil dieser elektrischen Maschine, dieser thierischen leidner Flasche das Plus, welcher das Minus der Elektrizität enthalte? Zwar vermag kein bekanntes Elektrometer dieses anzugeben: er glaubte aber dennoch auf folgendem Wege sich davon unterrichten zu können. Brächte man nemlich eine leidner Flasche von äußerst schwacher Ladung (etwa auf $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{1000}$ Grad zu schätzen, denn hier mißt kein Elektrizitätsmesser mehr) mit ihrer positiven Belegung an die Nerven, mit der negativen an die Muskeln; und enthielten jene eine positive, diese eine negative Elektrizität, so könnte keine Entladung statt finden (gleichwie zwei leidner Flaschen sich nicht entladen, wenn man ihre gleichnamigen Elektrizitäten in Verbindung setzt) wohl aber würde die Entladung vor sich gehen, wenn die Berührungsflächen der Flasche einerseits, der Muskeln und Nerven andererseits, einander die entgegengesetzten Elektrizitäten darböten. Viele Versuche an drei Fröschen, besonders an einem derselben, entsprachen auch in der That dieser Vermuthung. Es erfolgten die gewöhnlichen Zuckungen, wenn man den positiv elektrischen Knopf einer leidner Flasche

sche mit den Nerven, die äußere Belegung mit den Muskeln; oder den negativen Knopf mit den Muskeln, die äußere Belegung mit den Nerven in Berührung brachte. Sie erfolgten nicht, wenn man den Prozeß umkehrte. Es versteht sich, daß die Ladung nie so stark seyn durfte, um $\frac{1}{100}$ Grad des angegebenen Cavallo'schen Messers merklich zu übersteigen: denn, wenn sie vier- bis sechsmal stärker war, so erfolgte freilich immer die Zusammenziehung. Aus diesen scharfsinnigen Versuchen ist Herr Volta geneigt zu schließen, daß in den Nerven die negative, nicht aber, wie Sie aus andern Erscheinungen muthmaßten, die positive Elektrizität ihren Sitz habe. Doch wagt er es noch nicht, dieß für erwiesen anzunehmen, weil Versuche, die so viel Aufmerksamkeit, ängstliche Genauigkeit und Geschicklichkeit von Seiten des Experimentators erfordern, erst noch öfter wiederholt und bestätigt werden müssen; bevor man sichere Schlußfolgerungen aus ihnen herleiten kann.

Indeß nun der oftgenannte Naturforscher die Frösche zum Gegenstande seiner Untersuchungen macht; weil selbige wegen ihrer ausnehmenden Empfindlichkeit, Kleinheit, wenigem Widerstande u. zu Versuchen dieser Art vorzüglich bequem sind: beschäftigen wir uns
mit

mit andern, auch warmblätigen Thieren; und schon haben sich uns Ihre Wahrnehmungen an Vögeln und vierfüßigen Thieren bestätigt.

Erlauben Sie mir zum Schlusse, Ihnen einige Versuche vorzuschlagen, die Ihre Entdeckung auch dem praktischen Arzte wichtig machen können: ich meine Versuche über die Art, wie Gifte und gewisse Arzneymittel, besonders die sogenannten Pharmaka und Heroika auf den Körper wirken. Ich habe hierüber schon mit dem Herrn Volta die nöthige Abrede genommen; habe auch schon angefangen zu untersuchen wie Mohnsaft, Kampher, Bisam, Viperngift, Kirschlorbeerwasser &c. auf die Vermehrung oder Verminderung der thierischen Elektrizität, unter verschiedenen Umständen, in verschiedener Form &c. wirken. Vielleicht bin ich nächstens im Stande, Ihnen das Vorzüglichste von dem mitzutheilen, was sich aus diesen meinen Versuchen ergeben haben wird.

Auch sind wir noch gesonnen die elektrische Kraft des Nerven in ihren Wirkungen auf nicht muskulöse Theile, auf Membranen, Gefäße &c. in ihren Einwirkungen auf das Gefäß des Kreislaufs, der Absonderungen &c. zu verfolgen: wofern Sie uns hierinn nicht schon
zu

zubergekommen sind, wie Freund Fontana mutmaßt, der Sie noch höher schätzen würde, als ich; wenn ich mich durch irgend Jemanden in der vollkommenen Hochachtung zuvorthun liesse, mit der ich bin &c. &c.

Pavia den 3 April 1792.



Schreib

Schreiben
des Herrn Alexander Volta

an

Herrn D. Baronio,
Arzt am Hauptspitale zu Mayland:z

Da Sie schlechterdings darauf bestehen, daß ich Ihnen vor meiner auf Morgen angeetzten Abreise nach Como, eine Uebersicht der Versuche mittheile, welche mich in Ansehung der erstaunlichen Entdeckungen des Herrn Galvani seit kurzem beschäftigten; und die sie zum Theil selbst heute Abends beim Grafen Anguissola gesehen haben: so empfangen Sie hienit, was ich in aller Eile niederschreibe.

Wirkung der künstlichen Elektrizität
auf Muskelbewegungen mittelst
der Nerven.

§. 1. Eine mäßig starke Elektrizität ist im Stande den lebendigen unversehrten Frosch, besonders die Hinterschenkel zu erschüttern und
in

in konvulsivische Bewegungen zu versetzen; wenn man die elektrische Materie vom Kopfe zu den Füßen, oder von diesen zu jenem fahren läßt. Die Ladung einer leidner Flasche, die das Henry'sche Quadrantenelektrometer auf vier bis fünf Grad hebt, ist hinlänglich.

§. 2. Hat man dem Thiere den Kopf abgeschnitten und eine Nadel oder ein metallnes Häkchen in das Rückenmark gesteckt, so bringt eine viel schwächere Ladung z. B. 1 bis 2 Grad die nemlichen Wirkungen hervor.

§. 3. Zerschneidet man den Frosch dergestalt, daß nichts als das Rückenmark und die mittelst der sorgfältig entblößten Cruralnerven an selbigem hängenden Hinterschenkel übrig bleiben, so erfolgen die obigen, ja wohl noch heftigere Wirkungen nach einer unvergleichbar schwächeren Elektrizität; die das Quadrantenelektrometer gar nicht bewegt, und für welche nur die Elektrometer von Cavallo's, Bennet's und meiner Erfindung kaum noch empfindlich sind.

§. 4. Wird endlich der Stumpf des Rückenmarks und ein Theil der Nerven mit einem dünnen Metallblättchen bekleidet, so ziehen sich die
Mu:

Muskeln schon überaus heftig zusammen, wenn sie nur eine so schwache Elektrizität empfangen, die das Bennet'sche Elektroskop (welches aus Gold- oder Silberblattstreifen besteht, und das empfindlichste Instrument dieser Art ist) nicht einmal bewegt. Sie werden durch die Ladung einer Leidner Flasche erschüttert, die kaum ein zehntel Grad jenes Elektrometers betragen mag. Um einen so ausnehmend niedrigen Grad von Elektrizität bemerken und bestimmen zu können, muß man sich meines Condensators bedienen.

Folgesätze.

§. 5. Diese Versuche beweisen, wie empfindlich die Muskeln des Frosches (und auch anderer Thiere; denn sie gewähren dem Experimentator fast die nemlichen Erscheinungen) für den Reiz der Elektrizität sind; und wie wichtig der Einfluß der Nerven hierbei ist.

§. 6. Besteht man diesen Einfluß zu, — den wohl Niemand bezweifelt, — so ist's leicht begreiflich, warum die elektrische Empfindlichkeit des Frosches nach den verschiedenen Präparationen von § 2, 3, 4, immer höher steigt. Sie steigt nemlich in dem Maaße, wie die elektrische Materie immer mehr und genauer an die Nerven allein gebunden wird.

§. 7.

§. 7. Im lebendigen ganzen Frosche^o als so verbreitet sie sich überall. Wie viel die Membranen, Gefäße, Säfte und andere leitende Theile des Körpers von ihr aufnehmen; um so viel gelangt auf dem Nervenwege weniger zu den Muskeln der Hinterschenkel; und es wird eine nicht unbeträchtliche Menge elektrischer Materie erfordert, um diese in Erschütterung zu setzen.

§. 8. Hat der Frosch keinen Kopf, und in Rückmark eine Nadel, so findet die elektrische Materie einen geraderen Weg zu den Hinterschenkeln, und zerstreut sich weniger: daher ist eine schwächere Elektrizität hinlänglich (§ 2).

§. 9. Hängen die Hinterschenkel nur mittelst der Nerven am Rückmark, so kann ihnen durch andere Leiter keine Elektrizität entzogen werden, und es braucht dieselbe nur sehr gering zu seyn, um dennoch die vorigen Bewegungen hervorzubringen (§ 3).

§. 10. Insoweit man endlich dem Rückenmarke und den Nerven eine metallische Bekleidung giebt (§ 4), werden diese, die an sich immer nur halb vollkommene Leiter sind, zu vollkommen leitenden Körpern, welche die elek-

trische Materie ohne sie zu schwächen und aufzuhalten, durchlassen.

Eigenthümliche Elektrizität, die selbst in abgesetzten Gliedern, so lange sie noch einige Lebenskraft besitzen, zugegen ist.

§. 11. Diese eigenthümliche, angebohrne, nicht von außen in den Körper übertragene Elektrizität der Thiere offenbart sich in dem nach § 3 und 4 präparirten Frosche, und auch in andern warm- und kaltblütigen Thieren, wenn man den Kunstgriff braucht, die Nerven durch Entblößung gleichsam zu isoliren und durch eine Metallbekleidung zu waffnen; sie offenbart sich, sage ich, wie die künstliche, ohne daß doch diese, schwach oder stark, dabei nur im geringsten ins Spiel kommt, durch gleiche krampfhafteste Muskelbewegungen; wenn man mittelst vollkommen leitender Körper eine Verbindung zwischen den Muskeln und Nerven herstellt.

§. 12. Ein solcher Körper sei z. B. ein Messingdrath in Form eines C gebogen. Dieser Drath besitzt nicht mehr und nicht weniger als sein natürliches Maasß elektrischer Materie: er kann also auch einem andern Körper, z. B.

ei

einem präparirten oder nicht präparirten Fro-
sche der ebenfalls mit seinem natürlichen Maße
Elektrizität begabt ist, elektrische Materie we-
der geben noch nehmen. Man halte nun dies
sen Messingdrath mit einem Ende an den Mus-
kel, mit dem andern an den Nerven; und man
wird augenblicklich vorhin gedachte Konvulsio-
nen entstehen sehen. Es liegt also am Tage,
daß die elektrische Materie dieser Theile in ei-
nem gewissen Mißverhältniß gestanden, und daß
durch den als Entlader wirkenden Messingdrath
ein Gleichgewicht hergestellt worden ist. Hier-
auf beschränkt sich seine ganze Wirkung: er
kann die elektrische Materie nicht dahin ziehen,
wo sie nicht von selbst hin strebt; ihr einen
bequemen Weg darzubieten, daß ist alles was
er vermag.

§. 13. Bei dem frisch präparirten Fro-
sche, und so lange seine Theile noch volle Le-
benskraft besitzen, können auch halbleitende Kör-
per z. B. Eis, eine oder mehrere Personen; ja
selbst erklärte schlechte Leiter, als: etwas feuchte
Holztafeln, Marmorplatten, Tapeten, ein Stück
Mauer u. einen Theil des Entladers ausma-
chen. Nur eigentliche Nichtleiter wie Glas,
Harz, Haare, u. d. g. hindern die Entladung, und
machen, daß die Konvulsionen ausbleiben.

§. 14. Wie die Lebenskraft im Thiere oder im abgeschnittenen Gliede erlöschet, eben so fangen auch die schlechten Leiter, Stein nemlich, Mauer, Holz, Tuch ic an, der elektrischen Materie, die sich von den Nerven in die Muskeln, oder von diesen in die Nerven begeben will, den Durchgang zu versagen, daß mithin keine Zusammenziehungen der Muskeln mehr erfolgt: denn zu dieser wird ein augenblicklicher, ein bestiger Uebergang der elektrischen Materie erfordert.

§. 15. Nach und nach werden der elektrischen Materie auch die bessern Leiter immer mehr und mehr undurchgänglich, so daß keine Konvulsionen erfolgen, wenn zwei Personen sich die Hände geben; daan, wenn eine Person, und später, wenn Wasser einen Theil des Entladers ausmacht. Endlich gelingt der Versuch gar nicht mehr anders, als mit einem Entlader von lautern Metall und mit einer genau anpassenden, ziemlich langen metallenen Bekleidung, die man dem Muskel, besonders aber dem Nerven giebt.

Allgemeine Folgesätze, die sich aus den obigen Versuche über die erzeugen

genthümliche thierische Elektrizität ergeben.

§. 16. Der präparirte Frosch § 3, 4. verhält sich in gewisser Rücksicht, wie eine leidner Flasche.

§. 17. Seine Ladung aber, wenn man sich so ausdrücken will, ist so schwach, daß sie das empfindlichste Flaschenelektrometer nicht bewegt, und nach meinem Instrument von Strohspondeln noch nicht auf $\frac{1}{10}$, vielleicht nicht auf $\frac{1}{55}$ bis $\frac{6}{55}$ eines Grades zu schätzen ist.

§. 18. Wie in der leidner Flasche die eine Belegung negativ, die andere positiv geladen wird, so sage ich, hat auch hier in den Nerven oder in Innern des Muskels wo sich selbige enden eine negative, an die Außenfläche des Muskels eine positive Elektrizität ihren Sitz.

§. 19. Mittelt eines Elektrometers, auch des Allerempfindlichsten, ließ sich die Natur dieser so ausnehmend schwacher Elektrizität nicht darthun: ich mußte also einen andern Weg einschlagen. Ich dachte nemlich, daß es nicht gleichgültig seyn könnte, ob ich die äußere, oder ob ich die innere Belegung einer äußerst schwach
ge

geladenen Flasche an den Muskel oder an den Nerven brächte: denn zwei Flaschen, die mit ihren gleichnamigen elektrischen Flächen in Berührung kommen, entladen sich nicht; wohl aber werden beide entladen, wenn sich ihren entgegengesetzten Elektrizitäten ein Vereinigungspunkt darbietet. Nun habe ich in einem öfters wiederholten Versuche immer gesehen, daß $\frac{5}{100}$ bis $\frac{6}{100}$ Grad des Strohpendelmessers hinlanglich sind Convulsionen zu erregen, wenn die positiv elektrische Fläche der leidner Flasche den Nerven berührt, und daß im Gegentheil $\frac{20}{100}$ $\frac{25}{100}$ $\frac{30}{100}$ nicht hinlanglich sind, wenn dieselbige Fläche mit dem Muskel, die negative mit dem Nerven in Verbindung gesetzt wird. Ich glaubte also hieraus schließen zu dürfen, daß dem Nerven von Natur eine negative, dem Muskel eine positive Elektrizität zu Theil geworden sey.

§. 20. Es stehe indessen um die angebliche animalische leidner Flasche wie es wolle, so folgt doch aus meinen Versuchen ganz klar: daß ein fast undeutlicher schwacher Grad von Elektrizität zu Convulsionen reizt, wenn man sie auf die Art anbringt, daß die elektrische Materie aus dem Aeußern des Muskels gezogen und zu dem Nerven hingeleitet wird: daß aber, wenn man dem Laufe derselben die entgegengesetzte

Nicht

Richtung geht, ein an sich zwar geringer, aber in Betracht des vorigen Falls; doch wenigstens viermal stärkerer Grad von Elektrizität erfordert wird, wenn sie aber so heftige Konvulsionen erregen soll. Auch ist sehr wahrscheinlich, daß die durch Anlegung eines schicklichen Leiters gleichsam entfesselte natürliche Elektrizität, die, wie leicht begreiflich, schwächer als jede merkbar künstliche ist, und dennoch als solche noch zu eben so heftigen Konvulsionen reizt; — es ist, sage ich sehr wahrscheinlich, daß auch diese natürliche Elektrizität in ihrem Laufe eben dieselbe Richtung, nemlich vom Muskel zum Nerven beibehalte.

§. 21. Wenn nun die elektrische Materie, wie man nach allem diesem sehr geneigt zu glauben ist, im lebenden Thiere die Muskeln, besonders die willkürlichen zur Bewegung reizt; so wird sie wohl da ebenfalls ihren Weg aus dem Muskel in die Nerven nehmen; wiewohl sie auch in entgegengesetzter Richtung die nemlichen Wirkungen hervorbringen kann, wenn sie in einer größern Menge verwendet wird.

Schreiben

des Herrn D. Ludwig Galvani,

öffentlichen Professors, und Mitgliedes des
Instituts zu Bologna

an den

Herrn Professor Carminati.

Ich habe mir endlich so viel Muße erzwingen um Ihnen mein im letzten Briefe gegebenes Versprechen erfüllen, und folgende Bemerkungen über die Versuche des Herrn Volta übersenden zu können. Der Beurtheilung dieses scharfsinnigen Forschers unterwerfe ich sie: von seinem Ausspruche wird ihr ganzer Werth abhängen. Sie sind so flüchtig und unordentlich hingeworfen, wie mirs die Kürze der Zeit und meine wenige Geschicklichkeit erlaubten. Findet sie Herr Volta nicht ganz unstatthaf, so können Sie selbige mit den Reizen Ihres Styls ausschmücken; denn Ihnen weihe ich sie ganz.

Herr

Herr Volta hat also, wie Sie mir berichten, den Grad der künstlichen Elektrizität der im präparirten Frosche Konvulsionen hervorbringt, gemessen und hat gefunden: daß er um zehnmal schwächer ist, als jede durch das empfindlichste Elektrometer entdeckbare Elektrizität. Hieraus folgert er: 1) daß der präparirte Frosch einen Elektrizitätsmesser abgeben kann, der jedes bekannte Instrument der Art, an Empfindlichkeit zehnmal übertrifft. 2) Daß auch von der eigenthümlichen Elektrizität nur ein so geringer Grad erfordert werden möge, um die natürlichen Muskelbewegungen zu bewerkstelligen, und ztens schließt er aus allem dem mit Recht, daß die fremde Elektrizität mit einer gewaltigen Kraft auf Thiere und Menschen wirken, und bedeutende, noch nicht hinlänglich bekannte Veränderungen in ihnen hervorbringen müsse. Ueberhaupt hat er in so kurzer Zeit die interessante Lehre von dem Einflusse der äußern Elektrizität auf die Verrichtungen, Veränderungen, Krankheiten &c. des thierischen Körpers nicht wenig aufgehellert; und hat die Aerzte stillschweigend aufgemuntert, mit ihren Versuchen über die Heilkräfte derselben fortzufahren.

Auch hat er andere überaus schöne Versuche angestellt, um den Eig der positiven und

negativen animalischen Elektrizität in Rücksicht auf Muskeln und Nerven zu entdecken.

Er hat nemlich eine inwendig positiv geladene leidner Flasche mit dem Zblere in Verbindung gebracht, erst so: daß der Knopf die Nerven, die äußere Belegung der Muskeln berührte, und dann umgekehrt. Nach meiner Hypothese wären also im ersten Falle die gleichnamigen, im zweiten die entgegengesetzten Elektrizitäten aneinander gekommen; weil ich, wie Sie wissen, gemuthmaßt hatte: daß die äußere Fläche der Muskelfaser negativ, die innere aber positiv geladen sei, und daß der Nerve dieser letztern als Leiter diene; von welchem ich jedoch annehme, daß er eine nicht leitende Bekleidung habe, die der allzu leichten Zerstreung der elektrischen Materie vorbeuge.

Da nun im ersten Falle, wo der Flaschenknopf den Nerven berührte, Konvulsionen entstanden, im zweiten aber nicht; so vermutete Herr Volta, daß das Plus der animalischen Elektrizität an der äußern Fläche des Muskels, das Minus in der innern Substanz zu suchen sei: denn sonst müßte man annehmen, daß durch die Verbindung gleichnamiger Elektrizitäten eine Entladung entstanden sei, welches doch den
 all,

allgemein angenommenen Gesetzen der Elektrizität widerspricht.

Einem so richtigen Vernunftschlusse, der auf physische Gesetze gebauet und durch genaue Versuche bestätigt worden ist, kann ich meinen ungeheuchelten Beifall nicht versagen. Es soll mir gar nicht schwer ankommen meine Hypothesen aufzugeben, wenn nur dabei die Wahrheit gewinnt; denn durch diese allein wird doch der Werth und Nutzen aller meiner Untersuchungen bestimmt.

Indessen ersuche ich Sie, Ihren gelehrten Freunde folgende Zweifel vorzutragen, damit er den Grund oder Ungrund derselben in nähere Erweegung ziehe.

Können im ersten Falle, wo der Knopf der Leidner Flasche mit dem Nerven in Verbindung gebracht werden; können da nicht etwa die Konvulsionen gänzlich oder größtentheils daher entstanden seyn, daß die elektrische Materie aus der innern Belegung der Flasche in den Nerven, und aus diesem zur innern Fläche der Muskelfasern gedrungen ist? Denn ob schon nach meiner Hypothese diese beiden Elektrizitäten gleichnamig sind, oder mit andern Worten:

ten: ob sich schon sowohl im Knopfe der Flasche als auch im Innern der Muskelsubstanz ein Plus von Elektrizität befindet, so werden doch wohl schwerlich beide Elektrizitäten in einem gleichen Grade von Stärke wirksam seyn. Es ist vielmehr sehr wahrscheinlich, daß die schwächere natürliche Elektrizität des Nerven von der stärkern künstlichen überwältigt werden muß. Man kann also annehmen, daß ein Theil der positiven Flaschenelektrizität durch die leitende Substanz des Nerven zur innern Muskelsubstanz dringt, sich die daselbst befindliche natürliche Elektrizität assimiliert, und mithin eine Entladung bewirkt, die nicht ein Prozeß der thierischen Maschine, sondern eine Wirkung der leidner Flasche in den Händen des Experimentators ist.

Bleibt mir dieses Herr Volta zu, so kann es ihm auch nicht schwer seyn sich zu erklären, warum die Konvulsionen so schwach sind, wenn man den Knopf der leidner Flasche an die äußere Fläche des Muskels bringt. Die künstliche Elektrizität erregt zwar in der animalischen das Bestreben nach der Entladung, die völlige Entladung aber vermag sie nicht zu bewirken. Bedenkt man, daß die letztere schon an sich viel schwächer ist als die künstliche, und

nimmt

nimmt man noch auf das Rücksicht was nothwendig von ihr durch das Schneiden, Präpariren etc. verloren geben muß; so wird man's nicht sonderbar finden, daß sie der künstlichen an der Heftigkeit der Wirkung so weit nachsteht.

Diese letztere also überwältigt, wenn sie in gehöriger Stärke angebracht wird, die erstere, legt sich an die äußere Fläche des Muskels, und zwingt, — der Entladungstheorie gemäß — die positive eigenthümliche Elektrizität, in größerer Menge und mit verstärkter Heftigkeit aus der innern Muskelsubstanz zu entweichen, und durch den Nerven ihren Ausgang zu nehmen. Eine Folge dieser erzwungenen Entbindung der positiven animalischen Elektrizität sind dann die Konvulsionen. Nach dieser Erklärungsart wird nur's auch begreiflich, warum eine kaum merkliche künstliche Elektrizität, man nehme sie her, woher man sie wolle; wenn sie an den Nerven gebracht wird, immer Konvulsionen erregt; am Muskel hingegen zu Erregung dieser Wirkung nicht stark genug befunden wird.

Es könnte mithin meine Hypothese, welche der Muskelsubstanz das Plus, der äußern Muskelfläche das Minus beilegt, mit den schätzbaren Versuchen des Herrn Volta immer noch bestehen. Woll.

Wollte mir nun wirklich Herr Volta selbst dieses einräumen, so würden dennoch seine Versuche immer ihren außerordentlichen großen Werth behalten. Eine der wichtigsten Aufgaben in der Physiologie: — welches ist die physische Ursache der willkürlichen Bewegungen? — die bis jetzt noch kein System auf eine befriedigende Art erklärt hat, kann vielleicht nun ihrer endlichen Auflösung näher gebracht werden. Seine Versuche scheinen wenigstens ganz klar zu beweisen: 1) daß die Muskelbewegungen nicht nur bei dem Uebergange der elektrischen Materie aus dem Muskel in den Nerven, sondern auch, wenn sie aus diesem in jenen, und aus dem Gehirn in die Muskeln tritt, statt haben; 2) daß sie sowohl durch eine einfache Entladung, als auch durch eine gewaltsame, erzwangene, gleichsam durch eine Ueberladung bewerkstelligt werden können. Kann man einmal auf diesen Grundätzen sicher fortbauen, wie glücklich läßt sich dann nicht die willkürliche Bewegung der Muskeln erklären?

Will nemlich die Seele irgend eine Bewegung bewirken, so darf sie nur von ihrer Stizze aus, eine größere Menge elektrischer Materie durch den leitenden Nerven zu dem Muskel, welcher der verlangten Bewegung vorsteht
hin

Ab zu schicken; oder vielmehr nur der Materie, die schon im Nerven ist, einen heftigern Antrieb geben, und sogleich wird sich der Muskel zusammenziehen; eben so wie er sich zusammenzog, als Herr Volta dem Nerven künstliche Elektrizität mittheilte, und dadurch seine natürliche aus ihrem trägen Gleichgewicht erweckte. Wie aber an der leidner Flasche die eine Fläche keine Elektrizität aufnehmen kann, ohne daß nicht die andere welche entlasse, und zwar eben so viel als jene aufnahm; so wird auch in der thierischen Flasche die gleiche Menge elektrischer Nervenflüssigkeit die vom Hirn zum Nerven herabgeht, auf der andern Seite von der Außenfläche des Muskels mittelst der leitenden Säfte u. aus dem Körper geschafft, und mithin immer wieder einer neuen Ladung und Entladung Platz gemacht. Nimmt man an, daß der Nerve mit einer isolirenden Substanz bekleidet ist, so hat man zugleich einer freiwilligen Selbstentladung der thierischen Flasche vorgebeugt, die an der künstlichen leidner Flasche bisweilen, durch Vermittelung der Atmosphäre bewerkstelligt wird.

Bei einem so gleichmäßigen Ab- und Zustuß der elektrischen Materie nach beständigen Gesetzen ist es sehr leicht zu begreifen, wie ein
ste.

steter Zufluß durch die Nerven zum Muskel statt finden könne, ohne daß sich doch je ein solcher Ueberfluß in selbigem anhäufe, der einen neuen gewöhnlichen, oder durch die Seele willkürlich veranstalteten Einfluß verhindere: Erscheinungen, die keine andere bis izt bekannte Hypothese zur Genüge erläutert.

Die Versuche des Herrn Professors und die leichte Erklärung so schwerer Aufgaben bewegen mich, meine Meinung über die Wirkung der Seele auf die Nerven, und über die Richtung des elektrischen Stroms bei willkürlichen Bewegungen willig aufzugeben; um so mehr, da einige von mir kürzlich angestellte Versuche zu beweisen scheinen, daß die Muskelbewegung unter andern Umständen auch von der entgegengesetzten Richtung bewirkt werden könne.

Ich brachte, wie auch in meiner Abhandlung angeführt wird, die Füße des präparirten Frosches an die äußere Belegung einer inwendig positiv geladenen Flasche, und bemerkte, daß bei Ausziehung des Funkens die Konvulsionen entstanden. Dann stellte ich in einem dunkeln Orte neben diese Flasche eine auf gleiche Art geladene kleine Flasche, deren Knopf, zur innern Fläche der ersten Flasche hinüber gebogen war.

Ward

Ward nun bei diesem Apparat der Funken aus der größern Flasche gezogen, so erlosch der Strahlenkegel statt noch lebhafter zu werden, wie es dann geschieht, wenn der Knopf zur äußern Fläche hingebogen wird.

Dieses Verschwinden des Strahlenbüschels beweist, daß bei Ausziehung des Funkens aus der einen Flasche, die Elektrizität in der andern zu einer umgekehrten Bewegung, vom Leiter nemlich in das Innere der Flasche gezwungen wird; da sie hingegen bei Erscheinung des Büschels aus diesem nach jenem hin strebt. Diese entgegen gesetzte Richtung nahm sie um so gewisser an, wenn ich irgend einen leitenden, mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Körper an den Leiter der zweiten Flasche brachte, weil hiedurch auch die Elektrizität der Erde zu Herstellung des Gleichgewichts in der Flasche mit aufgefodert wurde. Ein gleicher Prozeß wird wohl auch bei der thierischen Flasche vor sich gehen müssen: denn die Konvulsionen entstehen, wenn man die Füße an die äußere Fläche der Flasche bringt, aus welcher der Funken gezogen wird: auch sind sie heftiger, wenn man den Leiter der thierischen Flasche, d. h. den Nerven mit dem Erdboden in Verbindung setzt.

Eine gleiche Wirkung scheint erfolgen zu müssen, wenn die Luftsphäre des benannten Leyters viel Elektrizität enthält, oder wenn sich in seiner Nähe ein Körper befindet der Elektrizität hergeben kann. Daher erregt man hierweilen Konvulsionen, wenn man eine geriebene Schwefelstange an die Füße des Frosches hält; noch heftiger werden sie, wenn man zugleich an das entblößte Rückenmark eine geriebene Glasstange hält, obgleich durch diese letztere allein keine Zusammensetzungen bewirkt werden. Durch die negative Elektrizität des Schwefels nemlich, wird die natürliche Elektrizität zur Rückkehr nach der innern Muskelsubstanz, bewogen; die fremde Elektrizität der Luft oder des Glases wird zum Eintritt in das Rückenmark, mithin die natürliche Elektrizität zu einer gewaltsamen umgekehrten Bewegung bestimmt.

Da diese folglich durch zwei verschiedene auf sie wirkende Kräfte zur innern Muskelsubstanz bingedrängt wird, so erfolgen heftigere Konvulsionen. Sie pflegen auszubleiben, wenn man nur gewöhnliches Glas an das Rückenmark hält; vielleicht aus dem Grunde, weil hier zwei gleichnamige Elektrizitäten auf einander wirken, und weil die künstliche das Glas nicht gern verläßt, auch von der natürlichen nur in

so weit eingelassen wird, als sie selbige überwältigt. Daher geschieht, daß bei dem Versuche mit der Glas- und Schwefelstange die Konvulsionen viel heftiger werden, wenn man vorher das Rückenmark so wie auch die Muskeln mit Metall bekleidet, und sie mit irgend einem metallenen Leiter verbindet. Diese Einrichtung befördert den elektrischen Proceß dermaßen, daß schon Konvulsionen entstehen, wenn man nur den Muskel mit der geriebenen Schwefelstange berührt. Wahrscheinlich geht durch besagte Einrichtung die Entladung der äußern Muskelfläche leichter von statten, so daß auch die thierische Elektrizität einen ungehinderten Rückzug zur innern Muskelsubstanz, und der Nerve mehr Kapazität für die etwaige äußere Lufterlektrizität erlangt.

Aus dem bisher gesagten erhellt, wenn ich nicht irre, ganz klar: daß im lebenden Thiere der Muskel durch dreierlei Ursachen zur Zusammenziehung bestimmt werden kann. Erstens nemlich durch eine Ueberladung der thierischen Flasche, die bloß durch die Gewalt der Seele veranlaßt wird; und dieß wäre besonders die willkührliche Bewegung. Zweitens durch eine gewaltsame Ueberladung von irgend einem äußern Netze, der die elektrische Materie zur her-

abgehenden Bewegung aus dem Hirn in die Muskeln bestimmt. Ich bediene mich des Ausdrucks Ueberladung, weil es sehr wahrscheinlich ist, daß der Muskel von Natur sich immer in einem solchen elektrischen Zustande befinde, den wir bei der Leidner Flasche geladen nennen. Drittens endlich durch eine gewaltsame Ueberladung von einem äußern Reize, der auf das Gehirn oder auf die Nerven wirkt, und der da macht, daß sich die Elektrizität von der innern Fläche des Muskels durch den Nerven zur äußern Seite des Muskels begiebt.

Hiedurch wird nun eine neue und weite Aussicht für die Erklärung der Muskelbewegungen, der verschiedenen Nervenkrankheiten und ihrer Ursachen, des Verhältnisses derselben zur fremden Elektrizität re. eröffnet; wie ich in einem andern Werke, sobald es meine häufigen Geschäfte erlauben, zu beweisen suchen werde.

Bevor ich mich aber völlig für die Theorie der Ueberladung, besonders bei den willkührlichen Bewegungen erkläre, wünschte ich von Ihnen und Ihrem gelehrten Freunde zu erfahren, ob selbige nicht etwa einigen Einwendungen unterliege, die bei der Theorie der einfachen Entladung nicht statt finden, und ob diese nicht über-

überhaupt zur Erklärung der Muskelbewegungen geschickter sei. Ich wenigstens finde, daß die erste auf die Wirkung einer fremden, außerkörperlichen Elektrizität gegründet ist, dahingegen die andere sich bloß auf die einheimische Elektrizität des Körpers stützt. Bei jener muß man auch noch annehmen, daß die künstliche Elektrizität eben so auf den Nerven wirke als die natürliche; daß sie identisch Eins mit ihr sei: eine Voraussetzung die zwar nicht von Wahrscheinlichkeit entblößt, aber doch nicht bewiesen ist. Ueberdies könnte wohl auch noch die Frage seyn, ob nicht die künstliche Elektrizität als Reiz auf die Nerven wirke, und so die natürliche zur Entladung vermöge? Ob sie nicht von der thierischen Maschine, sobald sie in selbige eintritt, eine Art von Veränderung, von Umwandlung, von Modifikation ic. erleiden könne? ic. ic. Bei der Theorie der Entladung hingegen bedarf man solcher Voraussetzungen nicht. Das Einzige was man annehmen muß ist: daß die natürliche Elektrizität im todten und präparirten Thiere eben so wirke, wie im lebendigen: ein Satz, der zwar immer gewagt scheinen mag, den aber die andere Theorie ebenfalls voraussetzen muß.

Wie ein steter Einfluß elektrischer Materie aus dem Hirn durch den Nerven zum Muskel
statt

statt finden könne, ohne daß doch diese beiden je überfüllt würden, und nichts mehr aufzunehmen vermöchten, läßt sich nach beiden Hypothesen gleich leicht erklären: nach beiden wird nemlich angenommen, daß die Muskelfaser in ihrem Baue der leidner Flasche ähnlich ist. Gleichwohl kann auch, wenn der Muskel, zu Folge der Entladung seiner Fasern bewegt wird, ein neuer Herbeistrom elektrischer Materie ungehindert vor sich gehen, weil eben durch jede Bewegung die angebliche Faserflasche immer wieder zu einer neuen Ladung geschikt gemacht wird.

Diese Bemerkungen, deren Werth ich übrigens dahin gestellt seyn lasse, machen, daß ich noch zwischen beiden Hypothesen schwanke; bis das Urtheil, welches Herr Volta, Sie, und übrige Collegen hierüber fällen mögen, mich bestimmen wird welcher von beiden ich den Vorzug zu geben habe.

Schließlich will ich Ihnen noch einen Versuch mittheilen, den ich heute früh im Ursultnerinnen-Hospital wo Herr D. Gentili als Professor der Chirurgie angestellt ist, in Gegenwart dieses trefflichen Wundarztes und verschiedener anderen Ärzte und Gelehrten, an einem

ab=

abgesetzten Arm und Schenkel gemacht habe. Gleich nach der Absezung wurden die Glieder in warmem Wasser gestellt, und die äußern Bedeckungen abgelöst. Ich bekleidete die Nerven der Finger- und Zehenbeuger, nahe bei ihrem Eintritte in die Muskeln, mit Metallblättchen, und legte eine kleine silberne Stange so an, daß sie mit einem Ende das Blättchen, mit dem andern den unbedeckten Theil des Nerven, oder einen andern nahen Theil berührte. Ich hatte also einen Entladungsbogen theils aus Metall, theils aus der äußern Feuchtigkeit hergestellt; welcher die natürliche Elektrizität aus der innern Muskelsubstanz zur äußern Fläche der Muskel hinüberführte; wodurch die Muskeln zusammengezogen, die Finger und Zehen gebeugt wurden.

Ich belegte dann den bloßen, oder den mit Metall bekleideten Nerven mit Wachs oder einer andern isolirenden Materie, und es erfolgte keine Zusammenziehung der Muskeln.

Es scheint mithin erwiesen zu seyn, daß in dem thierischen Körper eine ihm eigne Elektrizität ihren Sitz hat, und daß die Gesetze nach welcher sie wirkt, mit den Gesetzen übereinstimmen, welche die Elektrizität unbelebter Körper anerkennt.

Verbesserungen.

7. 3. 11. statt Nervenzuleider lies Nervenzuleiter
 3. 11. s mit s s mittelft
 — 15. — 22. nach Röhre setze hinzu der
 3. 23. statt die lies der
 — 17. — 23. s Stamöl s Staniol
 — 25. — 20. s übergeben s übergehen
 — 35. — 13. s Mit s s Mit
 — 38. — 14. s deshalb elektrischen s des halb elek-
 trischen
 — 49. — 1. s konnte s kannte
 — 53. — 22. s Folge s folge
 — 58. — 22. s eben s oben
 — 59. — 3. laße weg durch
 — 60. — 9. statt der lies den
 — 64. — 18. nach immer, setze hinzu mehr
 — 67. — 8. statt Blut lies blut
 — 70. — 21. s menlich s nemlich
 3. 24. s s es s s dasselbe
 — 71. letzte 3. nach daß setze hinzu sie
 — 84. — 10. statt dennoch lies doch
 — 85. letzte 3. s dazu s da zu
 — 86. — 8. s auf s aufs
 — 87. — 19. nach dann setze hinzu den
 — 89. — 19. statt mittelst keiner lies nicht durch
 — 90. — 26. laße weg sich
 — 91. — 9. statt Theile lies Theilen
 — 94. — 12. nach damit setze hinzu wir
 — 106. 3. 21. statt Krankbett lies Kranken Bett
 — 112. — 14. s der s die
 — 135. — 6. s Fasera s Fasern
 — 140. — 7. nach hatte setze hinzu ich
 — 147. — 1. statt jungen lies jenigen
-

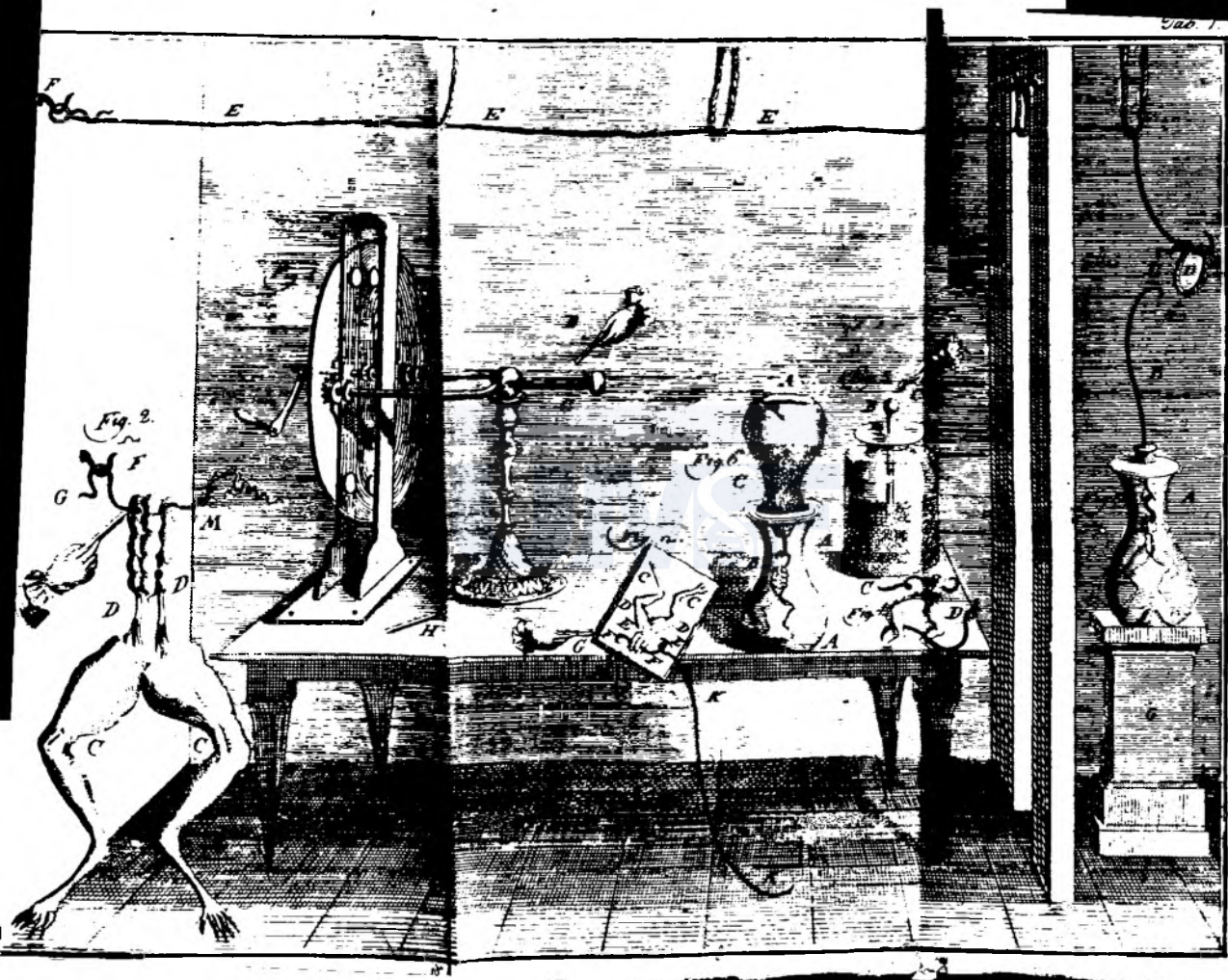


Fig. 2.

Fig. 3.

A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

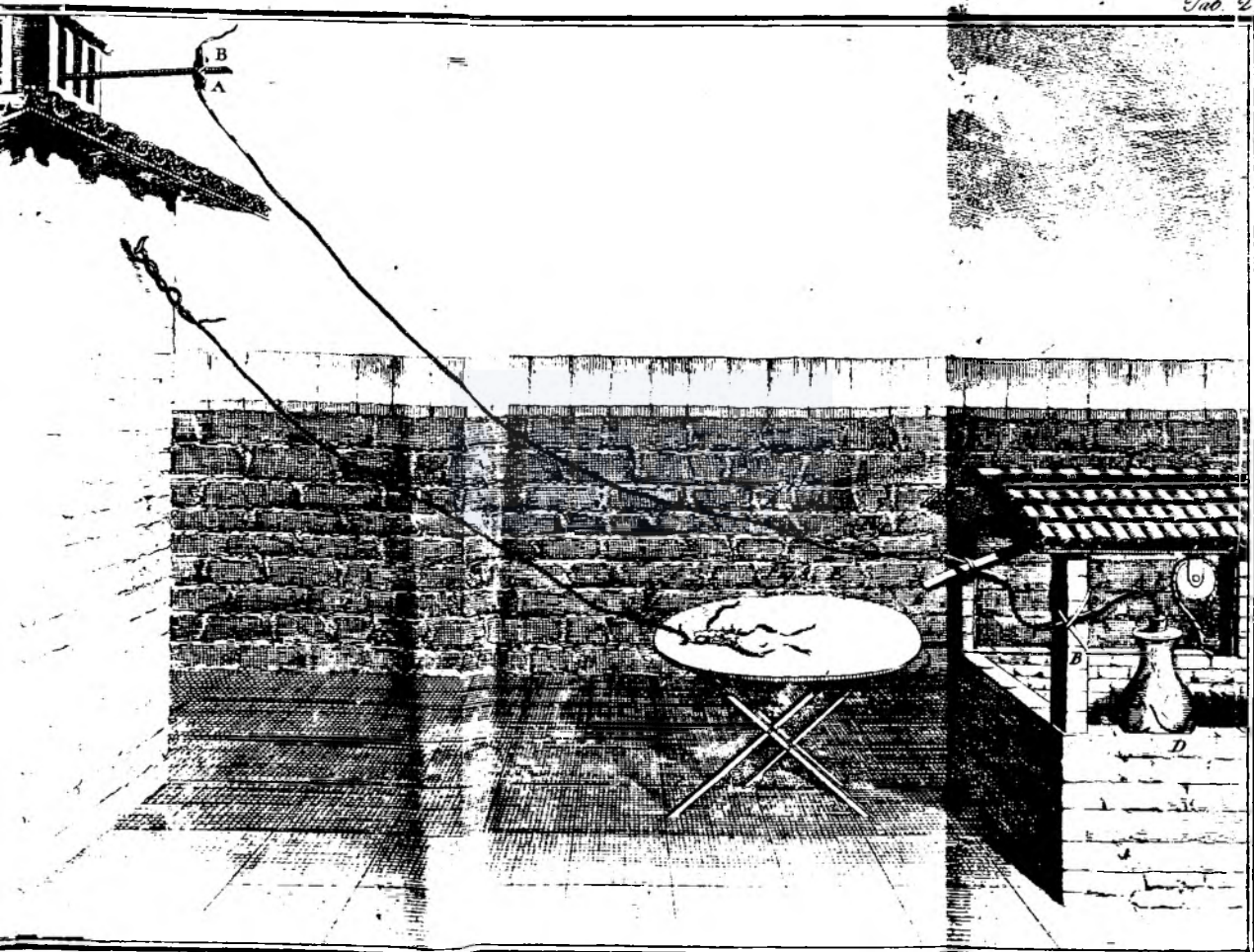


Fig. 15.



Fig. 16.



