X.

Elektrische Versuche an der Mimosa pudica L., in Parallelle mit gleichen Versuchen an Fröschen;

von

J. W. Ritter.

Vorgelesen in der mathem. physik. Classe *a*) der königl. Akad. der Wiss. am 28. Aug. 1809.

§. 1.

Electrische Versuche an der Mimosa pudica L. stellte Comus 1) bereits im Jahre 1776 an.

Die

a) Hr. Prof. Ritter äufserte sich mehrmahls gegen mich über die vorliegende Abhandlung dahin, dafs sie nur als Einleitung zu einer umfassendern Arbeit dienen sollte, durch welche er die Lehre von der Reizbarkeit der Pflanzen und ihrem Verhältnifs zu den beyden elektrischen Polen tiefer, als bisher geschehen ist, zu begründen hoffe. Er fieng mit Versuchen an der *Mimosa pudica* an, weil die Reizbarkeit ihrer Blätter ihm vorzüglich auffallende Resultate versprach; von hier aus wollte er auf die Untersuchung anderer für mechanische Berührung nicht empfindlicher Blätter übergehen. Leider unterbrach der Tod diese wichtige Arbeit; und da Hr. Ritter nicht einmahl der vorliegenden Abhandlung die letzte Feile zu geben vermochte, so ersuchte er mich in den letzten Tagen seines Lebens, dieses an seiner Statt zu thun. Ich werde daher einigen minder verständlichen Stellen Erläuterungen, und einigen Zeichnungen seines Apparats Beschreibungen beyfügen. Weiter glaube ich die Vollziehung des obigen Auftrages nicht ausdehnen zu dürfen. *Ruhland M. Dr.*

1) S. Observations sur la Physique, sur l'Hist. nat. et sur les Arts, Tom. VIII, Paris, 1776. 4. p. 395, 396. Bertholon (de l'électricité des vegetaux, Lyon. 1783,

Die Blätter dieser Pflanze, mit stark elektrisirtem Glase berührt, schlossen sich. Die Atmosphäre einer geladenen leidner Flasche, einem Blatte genähert, machte sämmtliche Blättchen desselben sich schliefsen, und das Blatt selbst sinken. Die Flasche durch einen Zweig wiederhohlt entladen, schlossen endlich sich alle Blätter dieses Zweiges, und knickten nieder. Elektrische Bäder waren ohne eine solche Wirkung. Mehrere Tage hindurch oft wiederhohltes Elektrisiren schwächte die Reizbarkeit der Pflanze zuletzt so weit, dafs ihre Blätter auf keine Berührung mehr sich schlossen, und selbst für elektrische Schläge unempfindlich wurden.

§. 2.

Ingenhousz und Schwankhardt 2) wiederholten einen Theil dieser Versuche im Jahre 1784, und fanden sie, der Hauptsache nach, bestätigt, erklärten aber die Wirkung für ein völlig me-

1783. 8. p. 265, Bertholon über die Wirkung der Electricität auf die Pflanzen, a. d. Fr. Leipz. 1785. S. 177) nennt zu diesen Versuchen Dreu, da in den Observations etc. doch ausdrücklich Comus steht. Ingenhousz (Versuche mit Pflanzen, übers. u. herausg. v. Scherer. B. III. Wien, 1790. 8. S. 80. Anm.) fordert für sie Comus zurück. Dennoch sagte Duvarnier in seiner Vertheidigung eines Theils jener Versuche gegen Schwankhardt schon in den Observ. sur la Phys. etc. Tom. XXVIII, 1786, p. 93. Elles appartiennent à Mr. LE DRU, très-connu par un très-grand nombre d'experiences curieuses, qu'on lui doit." Wahrscheinlich ist also Comus blofs ein von (Dreu oder) le Dru, einstweiliger Anonymität wegen, angenommener Name *b*).

b) Der Gelehrte, von welchem hier die Rede ist, heifst nach Ersch France literaire T. 1, S. 410 bestimmt le Dru; er hat auch eine Abhandlung über die Anwendung der Electricität in Nervenkrankheiten herausgegeben, wobey er denn le Dru, connu sous le nom de Comus, genannt wird. *Moll.*

2) S. Observ. sur la Phys. etc. Tom. XXVII, 1785, p. 467, 468. — Als Beyspiel: „En approchant cette plante d'un Conducteur chargé de l'électricité, les feuilles se baissent de même que si on souffloit sur la plante, *ce qui prouve* (!) que le mouvement de la plante est excité par l'ébranlement méchanique qu'elle éprouve dans une forte atmosphère électrique, soit d'un conducteur, soit d'une bouteille de Leyde chargée." Schwankhardt — L. c. Tom. XXVIII. p. 92: „Ce n'est que

mechanisch hervorgebrachtes Phänomen, an welchem die Elektricität als solche keinen Antheil habe. Landriani 3) war nach ähnlichen Versuchen gleicher Meinung. Delametherie 4) sah stärkere Elektricität ebenfalls von Wirksamkeit, glaubte aber auch, dafs sie blofs als mechanische Kraft wirke. Percival 5) führt nur an, dafs stark elektrisirtes Siegellak, der Pflanze genähert, ihre Blätter anziehe und zusammen falten mache. Cavallo 6) sah elektrische Schläge und Funken sehr starke Zusammenziehungen der Blätter hervorbringen; indessen folgte ihm daraus noch nicht, dafs dieses Zusammenziehen der Pflanze ein elektrisches Phänomen sey.

§. 3.

Endlich schien van Marum 7) ein für alle Mahle entschieden zu haben. Conductoren-Nähe, diese mochten positiv oder negativ

que l'ébranlement ou la secousse, qu'on lui (der Mimose) communique, qui lui a fait baisser les feuilles et ses branches. L'électricité comme telle paroît n'y faire rien. L'atmosphère d'une bouteille chargée ou d'un conducteur excité produit le même effet qu'un vent, ou un souffle, ou tout autre mouvement méchanique." Ingenhousz. — Vergl. Ingenhousz's Versuche mit Pflanzen, übers. u. herausg. v. Scherer. B. III. S. 79—82, u. S. 154.

3) S. Observ. s. l. Phys. T. XXVII. 1785. p. 468, und Ingenhousz's Vers. m. Pfl. B. III. S. 81.

4) S. Observ. s. l. Phys. T. XXX. 1787. p. 26, 27. „Il paroît donc, qu'ainsi, que l'a dit M. Ingenhousz, l'électricité n'agit sur la sensitive (Mimosa pudica L.) que comme force mécanique." — Vergl. (Gehler's) Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 1, 2, Leipz. 1788. 8. S. 45, 46.

5) S. Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester. Warrington, 1785. Vol. II. (Gehler's) Samml. z. Phys. u. Naturgesch. B. III. St. 6, Leipz. 1787. 8. S. 678, Nro. 7.

6) S. dessen vollständige Abhandlung d. theor. u. pract. Lehre v. d. Elektricität a. d. Engl. (v. Baumann), vierte Ausgabe, B. II. Leipz. 1797, 8. S. 319, 320.

7) S. seconde continuation des expériences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne. Haarlem, 1795, 4. p. 160; Annalen der Physik, angefangen von Gren, fortgesetzt von Gilbert, B. I. 1799, S. 114—116. Vergl. Senebier's Physiologie végetale. Tom. III. Genéve, 1800. 8. p. 351.

gativ geladen seyn, wirkte so wenig, als ein elektrisches Bad. Gab indefs der Conductor während letzterem Funken an benachbarte Körper (vergl. §. 29), so schlossen sich die Blätter und knickten nieder. Aber auch seiner Meinung nach „kann man diese Wirkung nicht dem Einflufse des elektrischen Stoffs selbst auf die Organe der Pflanze zuschreiben, sondern sie scheint vielmehr daher zu kommen, dafs diese empfindlichen Blätter sehr viel bey der abwechselnden Bewegung leiden, welche der elektrische Stofs hervorbringt. Denn man sieht, dafs die Blätter dieser Pflanze sich auch zuschliefsen und herabsinken, wenn man ihnen auf eine andere Art abwechselnde Bewegungen mittheilt." Dafs diese abwechselnde Bewegung in Folge des „elektrischen Stofses" übrigens in nichts, als einem vorherigen Divergiren der Zweige und Blätter der Pflanze, und der Aufhebung oder doch Verringerung dieser Divergenz bey der Wegnahme der elektrischen Spannung durch ganze oder theilweise Entladung des Conductors besteht, ergiebt sich aus van Marum's eigenen weiteren Angaben, aber auch ohne sie schon aus der Stärke seiner Maschine, und somit auch der durch sie bewirkten seines Bades.

§. 4.

Unter der Form des Galvanismus wurde die Mimosa pudica L. ebenfalls schon oft mit Elektricität behandelt. Die einfache Kette wandten Schmuck 8), Iberti 9), Fowler 10), Cavallo 11), von

8) S. Scriptores nevrologici minores selecti etc. Tom. III. edidit et praefatus est C. F. Ludwig, Lipsiae, 1793, 4. p. 21, die Anmerkung zum Additamentum ad §. 8.

9) S. Esprit des Journaux, Tom. III. 1794, Mars. p. 210.

10) S. Experiments and observations relative to the influence lately discovered by Mr. Galvani and commonly called animal Electricity, by Rich. Fowler. Edimb. and Lond. 1793, 8; Monro und Fowler's Abhandlung über thierische Elektricität, u. s. w. a. d. Engl. Leipzig, 1796. 8. S. 99, 91.

11) S. dessen vollst. th. u. pr. Abhandl. d. Lehre v. d. Elektricität, vierte Ausgabe, B. II. S. 319.

von Humbold 12), Creve 13), Rafn 14), und Giulio 15) an, alle aber, ohne wirksame, oder wenigstens entschieden nur durch sie hervorgebrachte Reitzungen wahrzunehmen.

§. 5.

Erst mit der Säule kam Giulio 16) dahin, die Blätter dieser Pflanze sich schliefsen und niedersinken zu machen. Aber er ist, so viel man weifs, der einzige geblieben, welcher dergleichen Versuche bis jetzt angestellt hat. Rücksicht auf die relative Lage der Pole der Säule und ihren Einfluſs findet man von ihm nicht genommen.

§. 6.

12) S. dessen Versuche über die gereitzte Nerven - und Muskelfaser. B. I. Posen und Berlin, 1797. 8. S. 249, 250.

13) S. Schriften der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde. B. XI. Berlin, 1794. 8. S. 141.

14) S. dessen Entwurf einer Pflanzenphysiologie, a. d. Dän. v. Markusten. Kopenhagen u. Leipzig, 1798. 8. S. 150. — Rafn nennt zwar Mimosa *sensitiva*, hat aber, dem Zusammenhang zufolge, doch Mim. *pudica* gehabt. Ueberhaupt wird bey ähnlichen Gelegenheiten von vielen, statt M. pudica, M. sensitiva geschrieben, oder diese mit jener dem Namen nach verwechselt, wie z. B. auch von Cavallo oben; vielleicht, dafs häufig gerade diejenigen, welche als Physiker mit dergleichen Pflanzen Versuche anstellen, nicht zugleich Botaniker sind. Vornehmlich mag der Grund jener öftern Verwechselung dann darin liegen, dafs man im Französischen z. B. die Mim. pudica schlechtweg „sensitive" nennt, woraus ein flüchtiger Literator leicht Mimosa sensitiva macht. Dafs aber Deutsche, wie z. B. Oehme (in den Beschäftigungen der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde. B. II. Berlin, 1776. 8. S. 84—87, u. B. III. 1777, S. 138—148), unter dem Namen Mim. sensitiva L. eine Pflanze beschreiben und abhandeln können, die schlechterdings Mimosa pudica L. ist, fällt freylich auf.

15) S. Journal de Physique, de Chim., d'Hist. nat. et des Arts, par Delametherie, T. LVII. (1803) p. 460, 461, und Gehlen's Journal f. d. Chem., Phys. u. Miner. B. VI. S. 451.

16) S. Journ. de Phys. l. c. p. 462, u. Gehlen's Journal, a. a. O. S. 453.

§. 6.

Hätte van Marum seine in §. 3 erwähnten Versuche zehn Jahre später zu beurtheilen gehabt, so würden die zuletzt angeführten Beobachtungen ihn wohl allerdings haben bewegen müssen, der Elektricität eine höhere, als eine blofs mechanische oder secundäre Wirkung auf die Mimosa pudica zuzugestehen, weil in Giulio's Versuchen alles wegfiel, was zu einem Verdachte blofser mechanischer Reitzung Anlafs geben könnte; und die, schon anderwärts zuweilen schädlich gewesene, Authorität Ingenhousz's hätte das unverdiente Glück einer so glänzenden neuen Fortdauer nicht genossen. Indessen bleibt es, auch abgesehen hiervon, doch allemahl interessant, wie der berühmte Mann, der längst zuvor, und kräftiger als jemand, die völlige Identität der vegetabilischen und animalischen Reitzbarkeit, und eben nach elektrischen Versuchen, behauptete, für spätere und so feine Versuche, wie die mit Mimosen doch sicher sind, nicht die mindeste Rücksicht auf dasjenige nahm, was Volta 17) schon 1792 in gewöhnlich-elektrischen Versuchen

17) S. schon dessen Lettera al Dott. Baronio vom 3. April 1792. in Brugnatelli's Giornale fisico-medico dieses Jahres, und daraus (von Fechner) übersetzt in Galvani's Abhandlung üb. d. Kräfte d. thier. Elektricität auf d. Bewegung d. Muskeln, herausgegeben von J. Mayer. Prag, 1793. 8. S. 158—167; besonders vergleiche man §. 19. S. 165, 166.

Für die höhere Geschichte ausnehmend interessant ist es, dafs diese Versuche die ersten waren, mit denen Volta die Entdeckungen Galvani's begrüfste. Fruchtbarer aber konnte der wichtigste Gesichtspunct, aus dem letztere weiter zu verfolgen wären, nicht aufgefafst und für immer fixirt werden, als durch sie; ein festeres Widerlager den bereits von Galvani vorgerichteten ersten Steinen zu einem neuen, wahrhaft physischen, und somit überhaupt erst völlig ausführbaren Lehrgebäude der gesammten Physiologie nicht angewiesen werden, als das, welches hier Volta ihm gab. Zufrieden mit dem, was ihm als Grofsen unter den Physikern überhaupt nur zukam (wie anderwärts auch die Grofsen der Erde würdiger begründen, als ausführen, da letzteres nach einmal angegebenem Plane, Zeit und Talent ersparender, durch Niedere geschehen kann), hat er selber, später, die Vollendung jenes Gebäudes freylich nicht mehr sonderlich fördern geholfen. Wohl aber hat er jene erste Anlage desselben mehrere Jahre hindurch

suchen mit thierischen Organen fand. Wie manche der folgenden Thatsachen könnten schon seit 1776 bekannt seyn, wenn Comus, während seine Mimose sich in einem mäfsigen elektrischen Bade befand, einer oder der andern Abtheilung eines ihrer frischern Blätter eine abgeleitete Metallspitze c) gegenüber gebracht hätte, wobey die Blättchen dieser Abtheilung sich allemahl geschlossen haben würden, wenn das Bad positiv, und nie, oder doch weniger, und dann in jedem Falle langsamer, wenn es negativ war. Wie fast alle würden wenigstens seit 1795 schon bekannt seyn kön-

durch rastlos bis zu fast mehr, als blofser Sicherung für immer, erhoben. Man erinnere sich der schon den nächsten Monat nach dem eben erwähnten, wahre Epoche machenden, Briefe an Baronio erschienenen „Memoria sull' Elettricità animale, discorso recitato nell' aula dell' Università (di Pavia) in occasione di una promozione, il di 5 Maggio 1792," und ihrer Fortsetzungen, wie sie damahls das Giornale fisico-medico von Brugnatelli, Tom. II, p. 146—192, 241—300 und Tom. III. p. 35—73 lieferte, und J. Mayer sie nnter dem Titel: A. Volta's *Schriften üb. d. thier. Electricität, a. d. Ital. Prag*, 1793, 8, deutsch herausgab; dann der folgenden Briefe an Cavallo, van Marum, Vassalli, u. s. w.; Abhandlungen, welche unsere meisten Physiker noch heute mit Nutzen zum zweyten Mahl studiren würden. Damit sodann die Briefe an Gren von 1796 und die späteren von 1798 an Aldini verbunden (jene gab ich übersetzt in m. *Beyträgen zur näh. Kenntn. d. Galvanismus u. d. Resultate s. Untersuchung. B. I. St.* 3. 4. *S.* 1—106; diese *ebendas. B. II. St.* 3, 4. *S.* 1—64), wird man ein *Ganzes von Methode* vor sich haben, dem die Construction der Säule 1800 blofs für die Masse noch die Krone aufsetzte; denn kein geschichtliches Auge wird läugnen, dafs mit dieser Volta's seit 1792 betriebenes Geschäft geendet war, während wir erwarten, zu was seit 1800 die Natur ihn ferner vorbereitet.

Man mifsdeute es mir nicht, dafs ich von diesem Manne mit einer Achtung spreche, die ich gegen keinen jetzt lebenden Physiker in so hohem Grade empfinde.

c) Ritter bediente sich gerade der entgegengesetzten Methode, um elektrisch auf die Pflanzen einzuwirken, welcher sich Comus bediente. Dieser setzte die Pflanze vorher in einen elektrischen Zustand (ein elektrisches Bad) und entzog ihr nun ihre mitgetheilte Elektricität durch Annäherung eines mit dem Boden in Verbindung stehenden Leiters. Ritter dagegen befolgte die Methode Ingenhousz's uud der meisten anderen mit diesen Versuchen beschäftigten Physiker, nach welcher die Pflanze isolirt, und ihr durch den Conductor einer Elektrisirmaschine Elektricität gegeben wird. *Ruhland.*

können, hätte van Marum Mimosen und Mimosenblätter untersuchen mögen, wie Volta Frösche und Froschpräparate! Aber nicht selten scheint ein höheres Geschick, fast wie aus Sorgfalt, sonst höchst nahe liegende Thatsachen, wenn sie von besonderer Fruchtbarkeit sind, erst zu derjenigen Zeit hervortreten zu lassen, welche, indem sie, auf sie vorbereitet, ihrer gleichsam wartet, alle die Früchte von ihnen zu ziehen vermag, deren sie überhaupt fähig sind; und vielleicht ist es eben deshalb mehr ein Glück als ein Unglück, wenn zuweilen an sich höchst gegründete Naturwahrheiten erst nach wiederholten Anmeldungen durchdringen, während die frühere Zeit sie so lange zurückstiefs, als sie ihnen noch nicht gewachsen, also in Gefahr war, des Besten von ihnen für immer verlustig zu werden.

§. 7.

Uebrigens werde ich bey der Erzählung der folgenden Versuche auf die durch Ingenhous'z zu Credit gekommene und so lange von andern wiederholte Behauptung, dafs alle Wirkungen der Elektricität auf die Mimosa pudica blofs mechanische seyen, keine besondere Rücksicht nehmen. Sie würde eben so sonderbar lassen, als wenn jemand die etwa einmahl da gewesene Meinung, dafs auch alle Wirkungen der Elektricität und des Galvanismus auf Thiere und deren Organe blofs mechanischen Ursprungs seyen, jetzt noch eigens widerlegen zu müssen glaubte. Ueberhaupt geht gegenwärtige Abhandlung nicht darauf aus, das wie der Wirkungen, die sie darstellen wird, zu bestimmen, sondern einzig auf die Thatsachen selbst, denen sie nur noch die nächsten Folgerungen aus ihnen beyfügen wird.

§. 8.

Längst schon hatte ich mir eine Arbeit, wie die gegenwärtige, vorgenommen. Indessen war zuvor in jedem Fall vornehmlich eine nähere Bekanntschaft mit der Wirkung blofs mechanischer

so-

sowohl, als auch anderer, sich in die künftige elektrische Untersuchung leicht einmengender Reitze auf die gegebene Pflanze erforderlich; nicht zu gedenken, dafs ich diese Pflanze selbst in ihrer täglichen, wie jährlichen, Geschichte, in der Abhängigkeit ihrer Reitzbarkeit von meteorologischen Umständen, und in sonstigen künftig etwa in Anschlag zu bringenden Rücksichten, vorher so gut wie möglich aus eigner Anschauung kennen lernen mufste. Denn ohne diese Vorkenntnifse glaubte ich, späterhin leicht sehr verwickelten Erscheinungen ausgesetzt zu seyn, deren dann aufhaltende Analyse ich mir ersparen konnte, wenn ich sie überhaupt zu vermeiden verstand. Ich habe dieses Vorstudium vom Frühling vorigen Jahres bis in die Mitte des jetzigen fortgesetzt, und verdanke, was die Mimosa pudica L. betrifft, besonders der schönen Abhandlung Du Fay's 18) sehr viel, die, ungeachtet sie vor 73 Jahren erschien, eine Menge gut beobachteter Thatsachen enthält, die in der Folge nicht im gehörigen Andenken gehalten worden zu seyn scheinen.

§. 9.

Vergangenes Jahr hatte ich nicht mehr als eine einzige Pflanze von Mimosa pudica, die ich jedoch bis zur vollkommenen Blüthe aufzog, zu meinen Beobachtungen. Schon, dafs ich mit ihr äufserst ökonomisiren mufste, verursachte, dafs ich längere Zeit nur schwächere Reitze für sie erlaubt hielt, und erst dem Herbst entgegen, als ihr Untergang sich bereits ankündigte, zu stärkeren schritt. Gehlen's *Journal f. d. Chem., Phys. u. Miner. B. VI. S.* 456—482 enthält, was ich bis zum 21ten August 1808, oder, solange ich nur noch schwache Reitze angewandt hatte, beobachtete. Ich wiederhole es der Classe so wenig, als ich es wage, sie mit den fernern aufserelektrischen Versuchen und Bemerkungen vom vorigen und diesen

18) Histoire de l'Academie royale des Sciences, année 1736, Paris, 1739. 4. p. 87—110; der k. Akad. der Wiss. in Paris anatomische, chymische und botanische Abhandlungen, a. d. Franz. von v. Steinwehr, Th. IX. Breslau, 1760, 8. (S. 485—492) S. 492—517.

sem Jahre zu ermüden, als welche schicklicher demselben Journale gehören. Auch würde, da ich dabey häufig längst bekannte Dinge in blofse neue Erinnerung zu bringen habe, die kön. Akademie von selbst der Ort nicht seyn, an welchem ich sie zu erzählen hätte. Blofs was im Verlaufe dieser Abhandlung von jenen Beobachtungen sich als Erläuterung, oder auch als Glied des Versuches selbst, nöthig machen wird, werde ich dann jedesmahl am gehörigen Orte beybringen.

§. 10.

Für gegenwärtiges Jahr erhielt ich durch die Güte des kön. Hofgarten-Intendanten, Hrn. v. Skell, eine zuvor im Treibhause überwinterte Mimosa 19), die mir für die Fortsetzung der vorjährigen Beobachtungen dadurch von besonderem Interesse wurde, dafs aus einem alten abgestutzten, wohl vierjährigen, Stamme zur Seite vier beträchtliche Aeste hervorgewachsen waren, welche mir, eben dieser Verbindungsart unter einander, und dann auch ihrer Mehrheit wegen schon, Versuche erlaubten, die ich das Jahr vorher nicht wagen durfte, weil die damahlige Pflanze ein einziger junger schlanker Stengel mit nur geringen Seitenauswüchsen war. Am 8ten Julius d. J. diente sie endlich zu den ersten elektrischen Versuchen. Da diese indefs mehrere Tage ununterbrochen anhielten, und ich auch häufig Schläge von leidner Flaschen von verhältnifsmäfsig beträchtlicher Ladung zu geben hatte, so war sie schon am 10ten Jul. zu einem Grade von Schwäche der Reitzbarkeit herabgekommen, der ganz der in §. 1 angeführten Versicherung Comus's entsprach, und vielleicht in kurzer Zeit in völlige scheinbare Unempfindlichkeit für äufsere Reitze übergegangen wäre, wenn ich sie nicht die folgenden Tage ausdrücklich geschont, und ihr soviel wie möglich Zeit zur Erholung gelassen hätte, auch erholte sie sich nach und nach wirklich wieder. Da sie indessen noch am 14ten Jul. so weit hinter ihrem anfänglichen Erregbarkeitsgrade zurück war, dafs ich für eine Menge

19) Ich werde von hier an überall, wo ich mich blofs des Wortes Mimose bediene, Mimosa *pudica* darunter verstehen.

Menge ferner noch nöthiger Versuche sie, vor herangewachsenem jungem Triebe, auf den ich aber nicht warten konnte, gar nicht mehr brauchbar fürchten mufste, auch ich nun überhaupt zu vielen Versuchen mehr als einer Pflanze bedurfte, so hatte Hr. Hofgarten-Intendant v. Skell, auf meine Nachricht hievon an ihn, abermahls die Güte, mir am 15ten Jul. sogleich noch zwey frische Mimosen zu senden, von denen die eine, ein fettes etwa einjähriges Gewächs, was gleich unten sich in vier Aeste theilte, ein wahres Ideal von Reitzbarkeit, die andere aber, ein noch älterer und stärkerer abgestutzter Stamm, der vier bis gegen 20 par. Zoll hohe und 1 1/2 Lin. dicke, oben wieder abgestutzte Aeste, diese aber zu den Seiten von neuem mehrere Nebenäste, und auch aus diesen wieder, so wie aus den Hauptästen selbst, eine Menge kleinerer Zweige getrieben hatten, in ihren Blättern in der Regel bey weitem minder reitzbar war, als der erste, doch immer noch beträchtlich mehr, als derjenige, welchen ich in diesem Jahre überhaupt zuerst hatte; — und so verhält es sich auch bis heute noch, ungeachtet sie übrigens ein viel minder frisches und falberes Ansehen hat, als jene, der man äufserlich ihre schlechte Erregbarkeit ganz und gar nicht ansehen kann.

§. 11.

Ich habe diese drey Pflanzen ausdrücklich näher beschrieben, weil ich mehrere Mahl in den Fall kommen werde, sie einzeln anzuführen. Ich bezeichne hierzu die erste und ältere, welche ich in diesem Jahre hatte, mit *Nro. I*, die junge so ausnehmend reitzbare mit *Nro. II.*, und die dritte ganz alte und hohe, wieder minder reitzbare, mit *Nro. III.* Gegenwärtig, nachdem *Nro. II.* ebenfalls zu sehr vielen und anhaltenden elektrischen Versuchen gedient, hat dieselbe gleichfalls bedeutend an Reitzbarkeit verloren, obschon sie noch immer von allen dreyen die beste ist, und ich bin gewifs, dafs hieran keinesweges eine etwa blofs niederere Temperatur, als ihr voriger Aufenthaltsort hatte, oder sonst ein Zimmerumstand Schuld ist; auch habe ich ohnehin an kühlern Tagen beständig mit

Hei-

Heitzung des Zimmers nachgeholfen, die Pflanzen vor zu starkem Licht gehütet, und sie auch sonst so gut gepflegt, als dieses zuvor immer geschehen seyn mochte. *Nro. III.* hat im Ganzen die wenigste elektrische Behandlung auszustehen gehabt; ist aber wirklich kaum von ihrem anfänglichen Erregbarkeitszustande gewichen, wogegen *Nro. I*, welche später wieder häufiger in den Versuch kam, sich ungefähr gleich geblieben ist, also nicht ferner sich erholt hat; blofs die jüngsten neuerlichst erst ausgebildeten Blätter jedes Zweiges sind nach Verhältnifs erregbarer, als sie es seyn würden, hätten sie dasselbe erlitten, was die älteren.

§. 12.

Gegenwärtig hat mir die königl. Akademie die freye Benutzung alles dessen, was die königl. Gärten für meine Pflanzenversuche Brauchbares bieten, vermittelt. Dennoch werde ich für heute einzig von mit der *Mimosa pudica* angestellten Versuchen sprechen, die mir für die nähere Untersuchung der Pflanzenerregbarkeit in Wahrheit dasselbe zu werden versprechen, was Galvani'n, Volta'n, und allen physiologischen Galvanisten und Elektrikern nach ihnen, für die Thiererregbarkeit die Frösche.

§. 13.

Meine gesammte erste Arbeit über die Pflanzenerregbarkeit wird, wenn ich richtig voraussehe, in *drey Theile* zerfallen. Der *erste*, der gegenwärtige, handelt, wie bereits erwähnt, einzig von den an der Mimosa *pudica*, und zwar mit der *Elektricität*, angestellten Versuchen; der *zweyte*, der leicht in mehrere Unterabtheilungen zerfallen kann, soll *vergleichende elektrische Versuche mit den übrigen Mimosenarten, dann andern reitzbaren Pflanzen und Pflanzentheilen* enthalten; der *dritte* endlich wird die *Wirkung anderer* physischer, zwar nicht elektrischer, aber doch auch *polarischer, Reitze*, auf die Mimosa pudica sowohl als auf andere Mimosen und reitzbare Pflanzen und Pflanzentheile überhaupt enthalten,

und

und kann abermahl in Unterabtheilungen zerfallen. Es ist klar, dafs diese ganze Arbeit, selbst blofs ihren Hauptumrissen nach, keinesweges noch im gegenwärtigen Jahre beendigt seyn kann, und *wenigstens* wird noch das folgende dazu gehören müfsen, da ohnedieſs beynahe der ganze Winter für sie wegfallen mufs. Wird ihr gegenwärtiger erster Theil aber erst die Ueberzeugung gegeben haben, dafs mit ihm die *Basis* des Ganzen gewonnen sey, so wird man nicht daran zweifeln, dafs von nun an sich leicht auf ihr fortbauen lasse, und selbst der dritte Theil wird keinen eigentlichen Schwierigkeiten mehr ausgesetzt erscheinen, sobald man auch nur die wenigen physischen Gleichungen, die ich in Gehlen's *Journal, B. VII. S.* 60 *u. f.* recapitulirte, für gültig ansehen kann, — was, wenn nicht eher, doch, wie ich jetzt schon weifs, eben durch jenen dritten Theil selbst, nicht wenig möglich geworden seyn wird. — Ob zuletzt noch ein *vierter allgemeine Betrachtungen über die Resultate der drey früheren* werde enthalten dürfen, werden Zeit und Umstände lehren.

§. 14.

Man wird am Schlufse der gegenwärtigen Abhandlung sehen, dafs ihr vornehmstes Resultat die absolute Identität der Gesetze der Pflanzenreitzbarkeit, wie sie zunächst die Mimosa pudica bietet, und der Thiererregbarkeit, wie sie bereits Thiere aus allen Classen geboten haben, in ihrem Verhalten gegen elektrische Reitze sey. Man wird während der Abhandlung sehen, dafs ich durchgängig mit thierphysiologischen Resultaten, wie erst der Galvanismus sie begründet und aufgezeigt hat, vergleiche, und auf sie beziehe. Man wird mich also jetzt schon fragen, warum ich nicht gleich von Anfang an den Weg elektrisch-*galvanischer* Versuche vorgezogen habe? —

Ich habe es aus einem doppelten Grunde nicht gethan. *Erstens* hätte ich zu vielen Versuchen sehr starker, nicht sowohl brei-

ter als viellagiger, Säulen bedürft, deren öfterer Wiederaufbau viele Zeit und Mühe gekostet haben würde. Hierauf hätte ich häufig mit zu schlechter Leitung der in ihren Kreis zu bringenden Pflanzentheile für die verhältnifsmäfsig so geringe Spannung solcher Säulen zu kämpfen, und eben so viele Schwierigkeit gehabt, sie in einer Reihe auf einander folgender Versuche auch nur nothdürftig gleich zu setzen; denn erkünstelte Leitungen, die sich allerdings herstellen lassen, hätten mir theils die Pflanze zu sehr verdorben, theils sich noch schwerer für wiederholte Versuche auch nur mäfsig gleich setzen lassen als die natürlich gegebenen; — Umstände, die jeder mit den Gesetzen der Säule bekannte begreifen wird. Dagegen konnte ich bey gewöhnlicher Maschinen-Elektricität ausnehmend leichter und gleichförmiger oder doch gleichgültiger armiren, und überall durch Spannungserhöhung ersetzen, was für geringere Spannung an Leitung gebrochen hätte.

Zweytens sind, — kaum sollte man es jetzt noch wiederholen dürfen, — die Elektricitäten beyden Ursprungs, die aus Reibung und die aus Berührung, mit andern Worten die der Maschine und die der galvanischen Kette und volta'schen Säule, so absolut die nämlichen, dafs man schlechterdings in beyden Fällen dasselbe anwendet. Auch aus dieser Abhandlung wieder wird man sehen, dafs kein galvanisch-physiologisches Phänomen an Thieren übrig ist, was nicht auch blofse Maschinen- oder Reibungselektricität wiederholte; und dafs ich nicht Ursache hatte, mir bis gegenwärtig die der Säule statt dieser zu wünschen, wird die Abhandlung selbst am besten lehren. So sey der kleine Triumph erlaubt, den auch diefsmal die blofse Reibungselektricität in ihrer Würde als völliges Aequivalent der durch Berührung oder der galvanischen davon trägt, indem sie auch bey Pflanzen alles gegeben haben wird, was irgend etwa nur von Säulen erwartet oder gefordert worden wäre.

Ich werde durchgängig die Hauptversuche an Mimosen auch an Fröschen mit blofser Maschinenelektricität wiederholen, und sie

jenen

jenen gegenüber, ja voran, stellen, und so wird man noch über diefs selbst verschiedene *Frosch*versuche mit blofser Maschinenelektricität glücklich ausgeführt sehen, die bis daher noch gar nicht als mit solcher angestellt bekannt waren, sondern deren Resultate vielmehr einzig nur auf dem Wege des Galvanismus zu erhalten zu seyn schienen.

§. 15.

Ich werde nichts als Resultat eines Versuches angeben, was mir nicht aus sehr vielen Wiederholungen desselben gefolgt ist. Allerdings bin ich erst seit dem 8ten Julius d. J. mit elektrischen Versuchen an Mimosen beschäftigt gewesen, und es könnte diese Versicherung kaum glaublich scheinen, vollends, wenn ich hinzufüge, dafs ich bis zum 24ten desselben Monats bereits alle Hauptresultate hatte, die ich in diesen Blättern von ihnen erzähle. Aber ich habe diese 16 Tage hindurch täglich von Früh bis Abends gearbeitet, und die meiste Zeit vortrefliche Hülfleistung gehabt. Ich bin es schuldig, dem Doct. Med. K. H. Köstlin aus Nördlingen, einem würdigen Schüler unseres Collegen Kielmeyer, und dem Publicum bereits durch seine in Gehlen's *Journal*, *B. VIII. S.* 1 *u. f.*, übersetzte *Diss. inaug. med. sistens animadversiones de materiis narcoticis regni vegetabilis earumque ratione botanica, Tubingae*, 1808, 8, bekannt, öffentlich meinen Dank für die Beharrlichkeit zu bezeugen, mit welcher er mich vom 14ten bis 22sten Jul. bey meinen Versuchen fast ununterbrochen begleitete und unterstützte. So sehr blofs Neugierige, oder Zuschauer gewöhnlicher Art, den Forscher, besonders bey rasch vorschreitenden, also auch gröfsere Ruhe und Geistesgegenwart des Experimentators verlangenden, Untersuchungen aufhalten und stören, so fördernd und centrirend auf ihn wirkt im Gegentheile eine Gesellschaft, die schon ihres eignen Interesses wegen mit dem Gegenstande vertraut zu werden sucht, und dabey Kenntnifse und Gewandtheit genug besitzt, sich auch in die feinsten Details zu fügen, die verwikeltesten Erscheinungen sogleich in

 ihre

ihre Bestandtheile aufzulösen und deren Ursprung aufzufinden. Gesellt hierzu, — was indefs seltner ist, — sich noch das sogenannte Savoirfaire, oder die Kunst, einen Versuch, von dem man klar weifs, was man mit ihm will, auch gehörig vorzurichten, den Gegenstand so anzugreifen, dafs er schlechterdings, und dabey völlig rein, auf die ihm vorgelegte Frage antworten mufs, so ist der Experimentator vollends erleichtert. Denn ohne zu irren, kann man behaupten, dafs die Erfindung der zweckmäfsigen *Vorrichtung* eines Versuchs oft mehr Genie und allseitige Umsicht erfordert, und ersteres noch über diefs von anderer Art, als die der Idee des getroffensten *Versuches selbst*. Kaum wüfste ich, was man für das erstere oft nöthig hat, mit etwas ausdrucksvoller zu vergleichen, als mit einem wahren *Manoevriren* gegen das, was man in seine Hände zu bekommen sucht.

§. 16.

So z. B. in unserm Falle, ist es eine aufserordentliche Kleinigkeit, sich vorzunehmen, zu untersuchen, ob ein gegebenes Gelenk an einem Mimosenblatt, einer Blattabtheilung, oder einem Blättchen, dieselbe Erregbarkeit der Art nach, oder wie man bey thierischen Organen schon seit Kielmeyer (1792 [20]) sich ausdrückt, dieselbe Polarität besitze, als der übrige Theil des Blattstiels, der Abtheilung, oder des Blättchens, oder eine davon verschiedene und ihr entgegengesetzte. Aber bey weiten diese Kleinigkeit ist es nicht mehr, den Versuch selbst *einzurichten*, weil die Gelenke an sich selbst in der Regel so klein, und dabey von so grofser Reizbarkeit sind, dafs man eines Theils gar nicht mehr Raum hat, andern Theils, wenn dieser endlich durch gehörige Feinheit des Apparats auch wirklich erzwungen wäre, nun doch nicht einmahl gut von ihm Gebrauch machen kann, weil jede Anlegung einer Armatur, die zugleich ganz sicher wirklich anliegen soll, schon mechanisch stark genug reizt, dafs das Gelenk sich krümmet, und dadurch die ganze feine Vorrich-

20) S. Gren's Journ. d. Phys. B. VIII. S. 385.

richtung wieder unnütz macht, indem nun der mechanische Reiz schon die Wirkung des vorgenommenen elektrischen anticipirt, und weil, wenn man wartet, bis das Gelenk sich wieder hergestellt, die vorigen Umstände genau wiederkehren. Freylich liefse am Ende die glückliche Armirung, und immer ist sie für den sich hier vorgesetzten Versuch für *zwey* möglichst von einander entfernte Puncte am selben Gelenke erforderlich, sich allenfalls noch durch feine *elastische* Armaturen, auch mittels einer eigenen Maschine bequem zu dirigirende feine elastische Drähte z. B. zu Stande bringen. Wer aber, der rascher vorwärts mufs, hat Zeit, abzuwarten, bis vom Künstler die kostspielige Vorrichtung hergestellt ist, und wer steht ihm noch denn dafür, dafs sie, die über diefs schon für die so *sehr* kleinen Gelenke der blofsen *Blättchen* wieder ganz unmöglich wird, nun doch die erwarteten Dienste leiste. Die Blattstielgelenke an der Mimosa pudica sind häufig so reizbar, dafs schon die blofse leise und vorübergehende Hin - und Herbewegung der Spitze eines einzigen *Härchens* derselben hinreicht, das Gelenk selbst zur Contraction zu bringen. Man habe also auch wirklich die beyden feinen elastischen Armaturen endlich glücklich angebracht, — wobey sich zwar sicher das Gelenk gebogen haben wird, man indefs gewifs seyn könnte, dafs sie ebenfalls noch anschliefsen werden, wenn das Gelenk sich auch wieder aufgerichtet, und in den vorigen Zustand zurückgegangen ist, — als von wo an es nun überhaupt erst in den wirklichen Versuch *kommen könnte*, — so kann man nun doch noch nicht dafür stehen, dafs nicht, während die Armaturen sich mit dem sich wieder aufrichtenden Gelenke in Ordnung bringen, die eine oder andere von ihnen mit einem jener Härchen, die diese Gelenke, — und eben da, wo sie so vorzüglich reizbar sind, dafs man lange Zeit glauben kann, sie seyen es hier allein, — so reichlich besetzt halten, so in Collision kommt, dafs es dasselbe drückt, biegt, quetscht, und so weiter, und hiervon das Gelenk sich sogleich wieder zusammenzieht. Dafs man hier auch nicht etwa blofs *nachgiebige* Armaturen, wie z. B. feine Blattgoldstreifen, die anderwärts vortreffliche

Dienste

Dienste zu leisten vermögen, anwenden könne, ergiebt sich ebenfalls schon daraus, dafs man mit ihnen wegen der vielen und enge bey einander stehenden Härchen gar nicht bis an das Gelenk selbst kommen kann.

§. 17.

Ungeachtet nun der Versuch mit dem bloſsen Gelenke allein fast unmöglich ist, so ist die Forderung doch noch die vorige, und ihr *muſs* entsprochen werden. Man nimmt also zu Hülfe, was schon frühere Erfahrungen lehrten, nämlich, dafs ein Reiz, welcher das bewegliche Gelenk *unmittelbar* trifft, *augenblicklich* wirkt, es *gleich im Augenblicke seiner Anbringung* in Bewegung setzt, ein anderer aber, welcher an irgend einer *auſserhalb* des Gelenks liegenden Stelle des Blatts, der Abtheilung, des Blättchens, oder der Pflanze überhaupt einwirkt, *nicht unmittelbar im nämlichen Augenblicke* auch schon bey dem *Gelenke* angekommen ist, sondern *erst nach einiger Zeit* bey ihm anlangt, die sowohl durch die Gröfse der Strecke, welche der Reiz innerhalb des Organs zu durchschreiten hat, bis er beym Gelenke angelangt, als durch die Stärke des Reizes und durch den Grad der Reizbarkeit des Theiles der Pflanze, durch welchen seine Ueberleitung zu geschehen hat, selbst bestimmt wird, in der Regel aber noch bey schon grofser Nähe des gereizten Ortes am Gelenke selbst allemal grofs genug ist, um schlechterdings bemerklich zu seyn. Bey Entfernungen von 3/4 bis 1 Zoll und darüber kann sie noch bey hoher Reizbarkeit und schon stärkerm Reize, bis zu 8, zu 10, zu 15 und mehr Secunden anwachsen, und für Strecken von 3, von 4 Zollen, und darüber, zu einer und selbst mehreren Minuten, während man bey *thierischen* Nerven gewöhnlich nicht im Stande ist, zwischen dem Augenblicke des Eintritts des Reizes in sie und der Contraction ihrer Muskeln in Folge desselben, ungeachtet gleicher Entfernung der gereizten Nervenstelle von sich bewegenden Muskeln, einen merklichen Zeitzwischenraum anzutreffen, wiewohl, streng genommen, doch einer vorhanden seyn muſs,

von

von welchem aber erst *ältere, matte*, Froschpräparate u. s. w. deutliche Spuren direct bemerken lassen.

§. 18.

Ferner nimmt man für jene Gelenkversuche (§. 15) zu Hülfe, was bey thierischen Organen und Nerven gilt, nämlich, dafs ein an irgend einer Stelle eines solchen Nerven angebrachter Reiz durch den übrigen Theil des Nerven bis an den Ort seiner Bestimmung hin sich schlechterdings *derjenigen* Erregbarkeit und ihrer Art entsprechend erhält und fortpflanzt, welche die zuerst gereizte Stelle selbst besitzt, oder besser, mit welcher sie ihn empfieng, was für andere Art von Erregbarkeit auch der übrige Theil der Nerven, den er zu durchlaufen hat, besitze, oder was für welche auch irgendwo die vorherrschende an ihm sey. So z. B. kann in einem gewöhnlichen Froschpräparate der hinten beym Rückgrath abgeschnittene Nerv desselben an dieser Stelle schon völlig auf diejenige überall zuletzt übrig bleibende Erregbarkeit, welche ich in *m. Beyträgen zur nähern Kenntnifs des Galvanismus, B. II. St.* 3, 4 die *zweyte* oder *unbedingte* nannte, zurückgekommen seyn, weiter nach den Muskeln hin aber, und dann in ihnen selbst nur noch um so mehr, sich noch völlig im Zustande vorherrschender, am angeführten Orte die *erste* oder *bedingte* genannter, und jener bekanntlich ganz *entgegengesetzter*, Erregbarkeit befinden, und dessen ungeachtet werden die Bewegungen der Muskeln dieses Nerven, wenn sein vollkommen auf den Zustand *unbedingter* Erregbarkeit zurückgekommenes Hirnende galvanisch, elektrisch, oder wie sonst, gereizt wird, sich genau verhalten, als befände dieser Nerv sich *durch und durch* auf dem Zustande blofser unbedingter Erregbarkeit, oder so, wie wenn man den Versuch wirklich mit dem Präparate so beschaffener Nerven desselben anstellt. Hat man aber frühere Pflanzenorgane sich sonst schon so durchaus und durchgängig übereinstimmend mit thierischen verhalten gesehen, so ist es allerdings erlaubt, auch die Uebereinstimmung beyder in *diesem* Puncte vorauszusetzen, um so mehr, wenn hinterher

her der Erfolg des Versuches selbst von der Art seyn mufs, dafs er über die Wichtigkeit dieser Voraussetzung entscheiden kann.

§. 19.

Endlich kommt für mehrerwähnte Gelenkversuche noch zu Hülfe, dafs auch bey Pflanzen der Reiz in seiner Summe, bis zu gewissen durch dabey immer schlechter werdende Leitung gesetzten Gränzen, um so gröfser wird, je gröfser die in den elektrischen Kreis eintretende Strecke des Astes, des Blattstiels, der Abtheilung, des Blättchens, oder auch mehrerer dieser Theile zusammen genommen ist, nur dafs hier die Addition der Reize, welche Stelle für Stelle diese Strecke trafen, für eine aufserhalb dieser Strecke befindliche Stelle der Pflanze, z. B. ein Gelenk, und dessen äufserlich sichtbar werdende Affection dadurch, bey weiten nicht mit der Schnelligkeit geschieht, wie bey thierischen Organen in der Regel, so also, dafs, wenn man die eine Armatur an den *Zweig* einer Mimose, die andere an den *Blattstiel* aufserhalb seines Gelenkes und in beliebiger Entfernung von letzterem, anbringt, sich demnach das Gelenk wirklich selbst mit im Kreise befindet, da der Reiz, welcher sich aus der elektrischen Affection *aufserhalb* des Gelenks befindlicher Stellen entspinnt, von Stelle zu Stelle gleichsam *einzeln* oder *nacheinander* beym Gelenke selbst anlangt. Nun ist aber das *Gelenk* in der Regel *sehr* viel reizbarer, als das Gelenk*lose* zu den Seiten desselben, also auch, bey *gleichem* Reiz, die *Reizung selbst*, oder das *Product* des Reizes ein sehr viel gröfseres. In jedem elektrischen Kettenversuche aber *ist* der Reiz durch die ganze im elektrischen Kreise befindliche Strecke ein gleicher. Der nämliche Elektricitätsgrad also, welcher hinreicht, in so fern er das gegebene Gelenk unmittelbar trifft, es in Bewegung zu setzen, und zwar *sogleich*, wird *nicht* vermögen, es zu gleicher Zeit auch von den dem Gelenke benachbarten gelenk*losen* Stellen aus in Bewegung zu setzen, selbst wenn auch diese Stellen die *allernächsten* an ihm wären. Denn, es heifse die Reihe der verschiedenen

denen aufserhalb des Gelenks nach einer seiner Seiten hin fallenden, mit im Kreise begriffenen Stellen, vom Gelenke selbst ausgegangen, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, u. s. w., so wird der von *a*, und allerdings im Gelenke zuerst und sehr bald ankommende Reiz für sich allein noch nicht hinreichen, es zu bewegen, auch der von *b*, von *c*, von *d*, u. s. w. nachkommende einzeln (und so kommt er gleichsam, s. oben) noch nicht. Hierüber vergeht denn allerdings schon sehr merkliche Zeit. Erst, wenn diese Reize von *a*, von *b*, von *c*, u. s. w., oder eigentlicher ihre Folge für das gegebene Gelenk, in diesem sich bis zur gehörigen Höhe *accumulirt* haben (wenn die Folgen der Reize von auswärts her sich bis zu denen von *m*, von *n*, von *x* bis *y* her, vereinigt haben, welche Accumulation übrigens bey Pflanzen von bey weitem gröfserem Gewichte ist als bey thierischen Organen, besonders den willkührlichen, geht dieses endlich in Bewegung über. Es kann also eine dem Gelenke von *aufsen* her zufliefsende Reizung schlechterdings, und unter keiner Bedingung, in dem nämlichen Augenblicke das Gelenk in Bewegung setzen, oder doch zur Bewegung desselben beytragen, wenn es zu gleicher Zeit von dem nämlichen elektrischen Strome *unmittelbar* gereizt wurde, sondern es mufs immer eine, nie der Beobachtung ganz entgehbare, Zeit verfliefsen, bis eine solche von *aufsen* her zufliefsende Reizung das Gelenk in Bewegung setzen kann. Man hat also nie zu fürchten, dafs eine Contraction eines sich mit im elektrischen Kreise befindenden Mimosengelenks, und die im unmittelbaren Augenblicke der Statt habenden Action im Kreise beginnt, zugleich von aufserhalb desselben mitgereizten Stellen herkomme, noch weniger, dafs sie *allein* von diesen aus veranlafst worden sey. Directe Versuche, wo man z. B. den blofsen Blattstiel *ohne* sein Gelenk in den Wirkungskreis nimmt, bestätigen die Richtigkeit des Angeführten völlig. Denn, so nahe man auch hierbey dem Gelenke selbst sey, so wird man doch, sobald man es nur nicht selbst schon zum Theil mittrifft (und auch, z. B. durch Ableitung derjenigen Belegung der leidner Flasche nach dem Boden, die mit der dem Gelenke zunächst

liegenden Stelle des Blattstiels von den beyden an ihm, mit welchen die Belegungen der Flasche in Verbindung treten mufsten, zusammenkömmt, dafür sorgt, dafs das Gelenk, besonders wenn der Topf, in welchem die Mimose, sie isolirt hält, oder er selbst isolirt ist, nicht etwa mittheilungs- oder conductorsweise beym Versuche in einen elektrischen Seitenzustand kömmt, als welcher in seiner Aufhebung bey der Entladung der Flasche allerdings leicht einen Reiz hinlänglicher Intensität für dieses so empfindliche Organ abgeben kann), es nie im unmittelbaren Augenblicke der elektrischen Entladung, oder so weiter, sich contrahiren sehen, sondern allemahl, wo die elektrische Reizung überhaupt stark genug war, erst *einige Zeit nachher*, und deren Gröfse, unter übrigens gleichen Umständen, vorzüglich durch die Entfernung des im Kreise begriffenen Blattstielstücks vom Gelenke bestimmt werden.

§. 20.

Nimmt man jetzt alles, was von §. 16 an aufgeführt wurde, zusammen, so ist man nun allerdings im Stande, vollkommen über den Erregbarkeitszustand eines Gelenkes entscheidende Versuche vorzurichten, obschon man dieses bey weiten nicht allein im Kreise hat. Man armirt z. B. ganz einfach einen Mimosenzweig (und allenfalls, um etwas bessere Leitung zu haben, nicht zu weit von dem Blatte weg), dessen Stielgelenk man etwa kennen lernen will. Die andere Armatur bringt man irgendwo am Blattstiele, oder wenn man, wegen stärkerer elektrischer Spannung, nicht so sehr auf bessere Leitung zu sehen hat, auch erst an einer der zu diesem Blatte gehörigen Abtheilungen an, und läfst hierauf die Entladung hindurch. Man ist dann sicher, dafs alle im *nämlichen* Augenblicke beginnende Gelenkbewegung einzig von der *unmittelbaren* Reizung desselben durch den elektrischen Strom, oder seiner *Reizung an Ort und Stelle*, herrühre. Die übrigen Umstände des Versuchs geben dann alles weiter zu Verlangende, und Gegenversuche über die gelenk*losen* Theile der Pflanze sind von selbst keiner besonderen Schwierigkeit

rigkeit unterworfen. Sie fordern nichts, als dafs man diese Theile *ohne* die Gelenke, mit denen sie in Verbindung stehen, in den Wirkungskreis nimmt, wie denn schon vorhin eines solchen Falls Erwähnung geschah.

§. 21.

Ich habe gerade die Aufgabe §§. 15—19 zum Belege von §. 14 gewählt, weil sie im Verfolg meiner Abhandlung (§. 38 u. f.) wirklich vorkommen wird, und ich mich also dort nur auf hier berufen darf. Ich hätte eine Menge ähnlicher mit gleichem Recht anführen können, weil sie alle bey den zu erzählenden Versuchen vorkamen. Aber schon diese eine wird hinreichen, mich zu entschuldigen, wenn ich zuweilen in der Folge nicht genug zu detailliren scheine, weil meine Arbeit sonst zu einem Volumen angewachsen wäre, in welchem sie ermüden würde, statt dafs sie interessiren soll. Soviel Rücksicht hat der Experimentator allemahl zu fordern, dafs man ihm zutraue, er werde nach allen ihm gegenwärtigen Einsichten verfahren haben, und kämen auch zuweilen Versuche vor, bey denen die Gründe ihrer Gültigkeit für das, was sie beweisen sollen, nicht immer bis in die feinsten Details gerechtfertigt sind, so hat man zu erwägen, dafs die Data, auf welche sie sich stützen, ihrem gröfsten Theile nach längst bekannt seyn müssen, und eine blofs einmahlige Anwendung derselben noch nicht das Recht gebe, sie jeder Behörde gegenüber zu wiederholen. Nie werde ich mich übrigens bey solchen Abbreviaturen auf Thatsachen stützen, die etwa noch gar nicht durch den Druck bekannt geworden wären, und ich auch hier noch nicht anführen möchte; so wenig als selbst das, was zuweilen Verdacht von Ungenauigkeit oder doch nicht gehöriger Achtsamkeit bey Anstellung irgend eines Versuchs erwecken könnte, je in etwas anderem seine volle Rechtfertigung nachzuweisen im Stande seyn wird, als in solchem, was bestimmt demjenigen, der auch nur historisch mit der Geschichte dessen vertraut ist, was bey ihnen Hülfe zu leisten hatte, als bekannt vorauszusetzen ist.

§. 22.

Ich liefere auf den folgenden Blättern ein fast vollständiges Gegenstück zu dem, was der Galvanismus und die feinere Anwendung der gewöhnlichen Reibungs - oder Maschinenelektricität auf thierische Bewegungsnerven von 1791 bis jetzt dargeboten hat. Die Redaction desselben hätte also vielleicht eine besondere Rücksicht auf möglichst getroffene Ordnung in der Darstellung der es ausmachenden Thatsachen gefordert. Eben aber, weil die Sache von Wichtigkeit und einer weitern Verwendung fähig scheint, eilte ich gleich nach der ersten Rundung, die meine Untersuchung erhalten hatte, ihre Resultate da niederzulegen, wo alles, was die Wissenschaft fördert, versammelt seyn sollte. Facten bleiben ewig Facten, und nur der Dilettant ist in Gefahr, die blofse Form der Sache vorzuziehen.

„On prend le bon moyen de faire des progres rapides, lorsque, partant d'un principe bien fondé, on marche ensuite en droite ligne."

VOLTA.
(Observ. s. l. Phys. T. XXII, 1783. p. 326.)

---

§. 23.

Froschversuch.

Es stehe ein Froschpräparat *Fig.* 1. der IIten Tafel auf der höchsten Erregbarkeit, die man bey Fröschen nach schneller Präparatur überhaupt antreffen kann. Dieses wird gewöhnlich nur zu Ende des Winters und Anfange Frühlings, ehe ihre Begattung vorgieng, oder auch im Winter selbst der Fall seyn, wenn man zu dieser Zeit sie aus ihrem Schlafe hervorholt.

Man lade eine mittlere leidner Flasche, z. B. von 1/2 Quadratfufs Belegung, vor der Maschine oder dem Elektrophor zu mäs-

sigem

sigem Grade, und entlade sie durch völlige Verbindung beyder Belegungen wieder. Nach wenigen Secunden wird sie, des dennoch gebliebenen Residuums wegen, für den anzustellenden Versuch noch immer übrig genug Ladung haben; ja, meistens wird es nöthig seyn, sie noch einmal zu entladen, um nicht allzuviel Elektricität in ihr zurückzubehalten. Oder man lade eine kleinere Flasche nur mit einem sehr kleinen Theile einer Umdrehung einer schwachen Elektrisirmaschine, oder nur einem Funken eines schwachen Elektrophors; sie wird ebenfalls nun eine für den Versuch übrig grofse Ladung haben 21).

Da

21) Eigentlich wird man in der Regel jede leidner Flasche, die nur irgend einmahl, besonders vor nicht gar langer Zeit, geladen gewesen war, wurde sie damahls auch wieder aufs beste entladen, schon von selbst nachher allemahl noch einen Rest von Ladung (Residuum) enthaltend finden, der zum Versuche §. 22 übrig hinreichen würde. Selbst ohne je absichtlich geladen gewesen zu seyn, findet man oft dergleichen kleine Ladungen vor, indem der Knopf der Flasche, zumahl in einem freyeren Local, der Flasche zu geringem Grade immer das nähmliche ist, was derselben Flasche z. B. die Auffangstange eines atmosphärischen Elektrometers, die Schnur eines elektrischen Drachen, oder so weiter, und die äufsere Belegung der Flasche selten gut isolirt steht. Zwar wird man nun nie so aufserordentlich mit Elektricität zu ökonomisiren haben, dafs man sich solcher Ladungen gerade zum hiesigen Versuche, und ähnlichen in den folgenden §§., bedienen müfste. Doch bleibt es für feinere elektrische Versuche allemahl von gröfster Wichtigkeit, gehörig Elektricitäts-leere Flaschen und Batterien zu haben; und dieses ist einzig durch eine bessere *Aufbewahrung* derselben zu erhalten. Noch dazu bringt man jene Residuen, aller Mühe ungeachtet, um so schwieriger und langsamer weg, je *länger* sie auf der Flasche oder Batterie, wie man sagt, „gelegen" haben. Man sollte daher diese Instrumente nach ihrem Gebrauche nie anders bey Seite setzen, als nachdem man ihre innere und äufsere Belegung zuvor durch einen blanken Metalldraht (Ketten sind unsicherer) recht gut und dauerhaft mit einander verbunden hat, wozu auch mit gehört, dafs der Verbindungsdraht nicht etwa blofs auf dem *Lack* oder Firnifs aufliegt, womit Flaschen- und Batterieknöpfe und Stangen oft überzogen sind, und welcher eigentlich an dem Metalle gar keines elektrischen Werkzeugs mehr vorkommen sollte. Auf diese Art wird Flasche und Batterie sich gewifs endlich vollständig entladen, und nie zu einigem Grade von selbst sich wiederladen können. Noch für viel minder feine Versuche, als die in gegenwärtiger Abhandlung, hatte ich

diese

Da leidner Flaschen gewöhnlich innen und aufsen mit Stanniol belegt sind, und der Knopf von Messing ist, so wird zum gegenwärtigen Versuche die Flasche mit der äufsern Belegung in eine eben so hohe Capsel von Messing geschoben, und bey der künftigen Entladung im Versuche an dieser Capsel gehalten; oder, und sicherer, man überzieht den Knopf mit Stanniol, und läfst die Capsel weg. Flaschen, die inwendig mit etwas anderem als Stanniol belegt sind, z. B. mit Eisenfeile, mit Graphit, od. s. w., verwirft man lieber ganz. Diese Vorsichten sind nöthig, weil bey so hoher Erregbarkeit, als das Froschpräparat *Fig.* 1 hat, die bloſse Metalldifferenz, Zinn, Messing, und ähnliche, schon bey mäfsiger Gröfse, und Capacität der Flasche hinreichen können, wenn äufsere Belegung und Knopf dann durch Leiter zweyter Classe, wie z. B. die erstere gewöhnlich durch den Körper des Experimentators, mit den Nerven *c* und *d* des Präparats verbunden werden, Contractionen in diesem hervorzurufen, ohne dafs noch irgend eine Spur Elektricität von aussen in die Flasche gebracht worden, oder irgend eine ihr durch Entladung zu entlockende Spur davon mehr in ihr zurück wäre. — Man würde dieser Vorsicht überhoben seyn, sobald man die Nerven *c* und *d* mit zwey gleichnamigen, unter einander nicht verbundenen Streifen oder Platten Metall armirte, und durch diese im Versuch die

diese Vorsicht nöthig. Bey meinen unzähligen elektrischen Versuchen vom Winter 1801/2 zu Gotha, besonders über die völlige Identität galvanischer und elektrischer *Funken*, wozu ich doch meistens Ladungen von *zehn* Graden des Volta'schen Strohalm-Electrometers (der Spannung einer Säule von 600 Lagen Zink und Kupfer) brauchte, mufste ich allemahl, wenn ich Abends aufhörte, meine Flaschen und Batterieen, wie angegeben, schliefsen; selbst wenn ich Mittags blofs zu Tische ging, mufste ich es thun. Denn kam ich Nachmittags oder den andern Morgen wieder, so hatte ich, ohne diese Vorsicht, sogleich andere Ladungen, gröfsere oder kleinere, stärkere oder schwächere, je nach den Umständen, als die beabsichtigten. Das Schlimmste hierbey nämlich ist noch, dafs lange auf einer Flasche u. s. w. gelegene und bedeutend ins Glas eingedrungene Ladungen die *Capacität* desselben vergröfsern; dafs man so nachher, bey immerhin möglichst gleichen *Spannungen*, doch äufserst leicht sehr verschiedene *absolute* Mengen von Elektricität hat.

die Flasche entlüde, sofern nämlich die Flasche nur gewifs innen eben so wie aufsen mit Stanniol, oder überhaupt dem nämlichen Metalle armirt ist, und, was die Hauptsache ist, beyde Belegungen *metallisch*, oder doch durch blofse Leiter *erster* Classe, mit den Armaturen verbände. Aber dieser Vorrichtung ist nicht in Jedes Händen zu trauen. Denn, versteht der Experimentator nicht, sowohl die Armaturen als alles übrige Metall da, wo es mit einander in Berührung zu treten hat, vollkommen und *ganz sicher trocken* zu erhalten, so kann sich äufserst leicht und völlig unbemerkt irgendwo ein Aequivalent des humboldt'schen sogenannten Hauchversuchs bilden, und Wirkung erscheinen, die wieder mit der Ladung der Flasche von aufsen nichts zu thun hat. Auch wird so der Versuch, da man ohnehin bey so hoher Erregbarkeit, die schnell sinkt, nicht viel Zeit zu verlieren hat, zu umständlich. Bequem indessen bleibt es allemahl, die Nerven *c* und *d* zu armiren, und durch diese Armaturen zu entladen. Nun müssen letztere dann ebenfalls wieder, und beyde, von Stanniol seyn, wenn der Knopf der Flasche mit solchem bekleidet, oder von Mefsing, wenn der Knopf blofs ist, und dagegen die Flasche in einer Capsel von Mefsing steckt. Alsdann wird man nicht mehr in Gefahr seyn, der Ladung von aufsen fremde Elektricität in den Versuch zu bekommen, und man man kann auf die bequemste Art zur Entladung den Finger der einen Hand anf die Armatur legen, die Flasche in die andere Hand nehmen, und mit ihrem Knopfe die andere Armatur berühren.

Bey *hohen* Erregbarkeiten von Froschpräparaten kann man nicht vorsichtig genug seyn, alles, was andere Elektricitätsquelle werden kann, als die zum Versuch bestimmte, zu vermeiden, da hier Elektrometer von unglaublicher Empfindlichkeit 22) sind, auf deren

22) Volta fand schon 1792 für einen Froschschenkel mit frey präparirten Nerven (der Hälfte des Präparats *Fig.* 1 bey uns), blofse 0,05 Grad seines Strohhalm-Elektrometers, auf einer Flasche befindlich, hinreichend, um ihn in Contraction zu

deren Aussage doch alles ankömmt, und bey Leidner Flaschen sich Aequivalente von galvanischen Ketten bilden können, die ihnen gewöhnlich nicht zugemuthet werden, doch aber allerdings von dem sehr einfachen Grunde herrühren, dafs belegtes Glas (wie jeder belegte Isolator), so lange es sich (durch blofs eine Belegung oder beyde) zu was immer für einem gegebenen Grade ladet, das völlige Phänomen eines Leiters gewährt, wie schon jede isolirte leidner Flasche beweist, die man, während sie sich mit dem Knopfe am Conductor einer in Bewegung gesetzten Elektrisirmaschine befindet, von Zeit

zu setzen. (S. s. Brief an Baronio in Galvani's *Abhandl. üb. d. Kräfte d. thier. Elektr.*, *übers. v.* Mayer, *S.* 166) Aber sein Froschschenkel befand sich erweislich (vergl. d. a. O.) bereits, und längst, auf dem von uns in §. 34 unten abzuhandelnden, im Verhältnifs zu dem in obigem §. 22 geforderten schon ausserordentlich viel tiefern Erregbarkeitszustande *E*, (s. m. *Beyträge*, *B. II. St.* 3, 4, *S.* 76), und es ist darzuthun, dafs Volta wenigstens schon mit 0,01 Grad ausgelangt haben würde, hätte er entweder die Flasche gröfser, oder das Präparat etwas früher, genommen; von 12 Quadratfufs Belegung hatte er selbst (1803) sogar schon mit $\frac{1}{800} = 0{,}00125$ Grad genug, (s. Gilbert's *Ann. d. Phys. B. XIII. S.* 264) und doch gewifs noch kein Froschpräparat, was sich auf einem sonderlich höhern Erregbarkeitszustande als *E* befunden hätte, da ihm meines Wissens der Zustand *A*, oder der des Präparats in §. 22 oben, bis dahin noch nicht bekannt war, weil er sonst sicher einmahl davon gesprochen haben würde. Aber, ist es zu viel, zu sagen, dafs ein Froschpräparat vom Zustande *A* im Durchschnitte wohl 10 und 20 mahl empfindlicher sey, als eines vom Zustande *E*, selbst als nur erst eines von dem Uebergange zu ihm, vom Zustande *D*? — Und wird ein anderes, welches schon Contractionen gibt, wenn man den Nerven des Schenkels auf sich selbst zurückbiegt, nicht, statt 10 und 20 Mahl, wohl eher 100 und 200 Mahl empfindlicher seyn? — Hier würde Volta also schon mit $\frac{1}{80000}$, ein $\frac{1}{160000}$ Grad seines Strohhalmelektrometers, mit 0,0000125, mit 0,00000625 Grad desselben, von 12 Quadratfufs Belegung aus, hinreichen. Und wer überhaupt, der viele Frösche unter den Händen hatte, wären es auch noch bey weiten nicht so viele, als von Humboldt, und noch mehr ich, im Versuche hatten, wird je noch eine *Gränze* höchster Erregbarkeit ihrer Nerven haben vorfinden können? — Es ist sicher nicht zu viel behauptet, dafs man bereits Froschpräparate von solcher Höhe der Erregbarkeit unter Händen gehabt habe, wo *ein blofses Millionentheilchen* eines Grades des Volta'chen Strohhalmelektrometers zu wirksamer Reizung derselben hinreichte.

Zeit zu Zeit an der äufsern Belegung ableitend berührt, und die eben so, wie der beste einfache Leiter, hier die nämliche Elektricität abgibt, die sie am Knopfe empfängt, nur mit dem Unterchiede, dafs dieses aufhört, sobald die Flasche mit dem Conductor zu gleicher Spannung gekommen, während ein gewöhnlicher Leiter dieses Spiel mit einer nur ganz geringen Beschränkung ewig fortgeben würde.

Man entlade jetzt die Flasche in das Präparat auf die angezeigte Weise. Anfangs wird, besonders, wenn man nach der vorhin angewiesenen Wiederentladung nach der Ladung von der Maschine, oder auch noch nach der zweyten solchen, lange verzog (und schon 10—20 Secunden sind hier lange), die Zuckung höchst wahrscheinlich in beyden Schenkeln *a* und *b* seyn. Aber man fährt mit Pausen von Anfangs 1, 2, und mehr Secunden, fort, sie immer von neuem in das Präparat zu entladen (es versteht sich, ohne sie je wieder geladen zu haben), und so wird man endlich, früher oder später, ganz sicher bey jenem Grade von Residuum in der Flasche ankommen, von wo an nun blofs der Schenkel *b*, oder der auf der *negativen* Seite befindliche, zuckt. Dieses wird einige Zeit fortdauern, besonders, wenn man unterdessen allmählich die Pausen verlängert. Endlich aber wird alle Zuckung aufhören, die man aber doch noch ein oder etliche Mahle wieder erhalten kann, wenn man z. B. halbe Minuten und länger wartet, bis man nochmahls entladet.

War die Flasche vom Elektrophor ausgeladen, so wird man anfangs die Zuckung in beyden Schenkeln leicht länger haben. Aber die Residuumanhäufung wird nicht so lange fortdauern, also auch die Zuckung blofs *eines* Schenkels, dessen auf der *negativen* Seite nämlich, nicht. Denn die anfängliche Ladung war nicht so grofs; folglich drang auch weniger ins Innere des Glases.

Hat man aus einiger Erfahrung den eben nöthigen Grad von Ladung der Flasche sich fixirt, bey welchem das Phänomen völlig entschieden, d. i. die Contraction blofs auf der negativen Seite zugegen ist, so ist man dann sehr leicht im Stande, der Flasche gleich von Anfang an nicht zu starke Ladung zu geben, oder sie doch schnell zum gehörigen Grade herabzubringen. Arbeitet man mit einem Elektrometer zur Seite, und hat *zwey* Flaschen gleicher Gröfse und Capacität, so kann man mittels fortgehender Theilung der Ladung der einen durch die andere, die man immer wieder entladet, den ungefähr nöthigen Grad von Spannung der Flasche selbst in Zahlen sehr leicht auffinden.

Resultat des Versuchs.

a) Bey möglichst hoher Erregbarkeit eines Froschpräparats hat die *eine* Elektricität in *Fig.* 1 eine bey weiten *stärkere* Wirkung auf die Bewegung der Muskeln, als die andere.

b) Es ist die *negative* Elektricität, welche in *Fig.* 1 die *stärkere* Wirkung, und die *positive*, welche die *schwächere* ausübt.

Anmerkungen.

a) Stellt man diesen Versuch, statt mit Reibungselektricität mit Berührungselektricität an, also *galvanisch*, so ist bey der Schliessung ebenfalls die Wirkung auf der *negativen* Seite am *gröfsesten*, und gleich von Anfang an *ganz allein* auf dieser Seite, wenn man blofs eine einfache Kette, z. B. von Zink und Silber, anwendet. Was bey sinkender Erregbarkeit geschieht, gehört nicht hieher.

b) Es ist für den Erfolg ganz einerley, ob man für die Versuche mit Reibungs - und Berührungselektricität das Froschpräparat anordnet, wie in *Fig.* 1 oder wie in *Fig.* 2.

§. 24.

Mimosenversuch.

Da bey *Thieren* in Bezug auf Nerven und Hirn die Muskeln für das Aeufsere, Hirn und Nerven aber in Bezug auf Muskeln für das Innere, geachtet werden, so wird man analogisch auch bey *Pflanzen* geneigt seyn, die Blätter und Blättchen dem Aeufsern, den Zweig und den Stamm aber dem Innern zu vergleichen, oder überhaupt von je zwey im natürlichen Verlauf der Pflanze auf einander folgenden Stellen, die vom Stamm entferntere jenem, die ihm nähere diesem. Es soll der Versuch §. 22. an Pflanzen, namentlich an der Mimosa pudica, wiederholt werden. Aber schon eine flüchtige Betrachtung des Baues einer Pflanze, die zum Versuche sich nicht präpariren läfst wie ein Frosch, sondern am besten völlig unverletzt dafür bleibt, lehrt, dafs es unmöglich sey, ein Aequivalent vom Froschversuch, §. 22, *Fig.* 1, 2, herzustellen, so lange man nur *eine* Pflanze hat. Es werden ihrer *zwey* erfordert.

Man bringt also zwey Töpfe mit Mimosen einander so gegenüber, dafs sich diese Töpfe unter einander nicht berühren, wohl aber zwey gleichnamige Blattabtheilungen der Mimosen, eine, die zur einen, und eine, die zur andern gehört, mit den äufsersten Spitzen ihrer äufsersten Blättchen. Man wählt Blattabtheilungen, die, dem äufsern Anscheine nach, besser aber nach ausdrücklichen vorläufigen Versuchen, von möglichst gleicher Erregbarkeit, und auch sonst so viel wie möglich sich ähnlich sind. Ferner wählt man sie vorzüglich von *jüngern* Blättern, solchen, die das erste, zweyte, dritte, auch vierte Blatt (und nach Umständen noch darüber) eines an sich im guten Zustande befindlichen Mimosenzweiges oder Stengels ausmachen.

Beyde Töpfe werden auf Glas gestellt, damit sie *isolirt* sind, und durch die in den Böden derselben befindlichen Löcher in jeden ein Metalldraht gesteckt, der innen mit der Erde des Topfs in Be-

 rührung

rührung ist, aufsen hinlänglich hervorragt, und nirgends abgeleitet ist. Durch diese Drähte geschieht nachmahls, nachdem die vorhin erwähnten beyden Blattabtheilungen sich auf die angezeigte Weise gehörig berühren, die Entladung, u. s. w.

Auf elektrische Entladungen durch sie, sofern selbe stark genug sind, schliefsen sich Mimosenblätter äufserst leicht, wie längst bekannt (vergl. §§. 1—3). Aber geschlossene solche Blätter öffnen sich nicht so schnell wieder, als ein Froschschenkel z. B. aus dem Zustande der Contraction wieder in den der Ruhe zurückkommt. Es hält also auf, erst durch viele Gegenversuche erfahren zu müssen, welches ungefähr der passende Grad von Elektricität sey, um etwa den Erfolg eben so entschieden zu haben, wie bey Fröschen in §. 22. Denn bis zum völligen Wiederoffenseyn eines Blattes oder einer Blattabtheilung können nach Umständen wohl Viertelstunden vergehen, und über diefs werden Blätter oder Blattabtheilungen, wenn man den Versuch oft mit ihnen wiederholt, bedeutend unempfindlicher, und man findet zuletzt Ladungen der Flasche nöthig, die anfangs viel zu stark gewesen wären. Auch ändert sich mittlerweile selbst die vorherrschende *Art* der Erregbarkeit des Blatts, womit der ganze Erfolg des Versuchs allmählig ein anderer wird. Man befolgt daher lieber das umgekehrte Verfahren von dem bey Fröschen, fängt mit den schwächsten Ladungen an, und steigt von diesen immer weiter herauf.

In der Regel habe ich 3/4, 1, bis 1 1/4 Umdrehung einer schwachen Maschine, die nach Umständen blofs 3 bis höchstens 6 Linien lange Funken gab, auf eine Flasche von ungefähr 2/3 par. Quadratfufs Belegung geladen, nöthig gehabt, den Versuch von vollständigem Erfolg zu erhalten. Doch änderten die Höhe des Stammes oder Zweiges, zu welchem die im Versuch begriffene Abtheilung jedes Topfs gehörte, der Grad von Feuchtigkeit der Erde im Topf, der Grad von Reizbarkeit, den die Pflanzen der allgemeinen

Con-

Constitution der Atmosphäre zur Folge hatten, und allerhand andere Umstände noch, den eben passenden Elektricitätsgrad so weit ab, dafs ich bald nur 1/2 bis 3/8, bald 1 1/2 und 2 Umdrehungen nöthig hatte, um zum Zweck zu kommen. Fängt man also, sofern das Uebrige wie bey mir ist, mit 1/8 Umdrehung an, und steigt durch 1/4, 3/8, 1/2, 3/4 u. s. w., herauf, so wird es nicht fehlen, dafs man unterweges den eben entsprechenden Elektricitätsgrad trifft. Immer aber bleibt vorausgesetzt, dafs die Blätter oder Blattabtheilungen selbst möglichst gleiche Erregbarkeit haben, worüber man, wenn man auch nur einige Tage mit elektrischen Versuchen meiner Art an Mimosen beschäftigt war, oder auch nur mit mechanischen, sehr bald dem blofsen Anscheine nach schon so ziemlich ohne weiteres entscheiden kann.

Uebrigens kann hier und in allen folgenden Mimosenversuchen, die leidner Flasche, was die Endigungen ihrer Belegungen betrifft, beschaffen seyn, wie sie will, und es bedarf der Vorkehrungen im vorigen §. im mindesten nicht. Denn Mimosen fordern im Verhältnifs zu präparirten Fröschen so starke Elektricitäten zur wirksamen Reizung, dafs die kleinen Elektricitätsquellen aus Constructionsumständen der Flasche und der Entladung zu Null dafür werden.

Resultat.

a) Die *eine* Elektricität übt in diesem Versuche eine *sehr viel stärkere* Wirkung als die *andere*.

b) Es ist die *positive*, welche *stärker*, und die *negative*, welche *schwächer* wirkt, d. i. bey nicht allzustarker Ladung der Flasche und den sonst gehörig Statt findenden Umständen wird beständig jene Abtheilung der Mimose *weit stärker* oder *allein* sichtbar wirksam afficirt werden, die sich in demjenigen Topfe befindet, welcher *positive* Elektricität erhält; die Blattabtheilung des *negativen* Topfs dagegen wird *ruhig* bleiben, oder verhältnifsmäfsig sich *nur wenig* an

ihr

ihr schliefsen. Diese Affection wird sich an der *positiven* Abtheilung durch Schliefsung wenigerer oder mehrerer oder aller Blättchenpare darthun; an der *negativen* dagegen wird sich gar nichts, oder nur ein Blättchenpar, oder mehrere, schliefsen, *in keinem Falle* aber in demselben Versuche *so viel, als an der positiven*, sondern meistens viel und *sehr* viel weniger, und häufig auch *nichts*.

c) Die Schliefsung der Blättchen fängt an beyden Abtheilungen jederzeit an der Spitze derselben an, und erstreckt sich von da aus nach innen fort.

d) Nur einige Mahl unter sehr vielen, aber, sehr interessant, an noch völlig jungen, so eben erst ausgebildeten Blättern war ich so glücklich, dafs, während die *positive* Abtheilung (die im *positiven* Topfe) *sich ganz schlofs*, die *negative durchgängig offen blieb*. Gewöhnlicher bleibt die *letztere* nur dann *völlig offen*, wenn die *positive* sich blofs zu einem geringern oder gröfsern *Theile* schliefst. Schliefst die *negative* sich aber *auch etwas* mit, so geht von der *positiven* nun in der Regel *mehr* zusammen, als wo die negative völlig ruhig blieb.

e) Häufiger nach Verhältnifs, als zwey, drey, oder mehrere, schliefst sich von der negativen Abtheilung nur ein *einziges* Blättchenpar, dasjenige nämlich, welches mit dem äufsersten Blättchenpare der gegenüberstehenden, stärker afficirten Blattabtheilung des andern Topfes in Berührung war. Dieses wird der Verlauf der Abhandlung wenigstens gröfstentheils als Folge der unmittelbaren elektrischen Reizung der *Gelenke* dieser Blättchen aufzeigen, die bey den übrigen Blättchen nicht, oder doch bey weiten nicht in dem Grade, Statt fand, da der Strom *zwischen* ihnen an der Rippe (dem Stiele) der Abtheilung fortlief. Doch schliefst dieses keineswegs aus, dafs sich von solcher *unmittelbaren* Reizung des Blättchengelenks herrührender Reiz selbst weiter fortpflanzen könne. Vielmehr geht diefs aus vielen Versuchen direkt hervor (vergl. z. B. §. 26 *B*, *Resultat k*).

f)

f) Bald geschieht die Schliefsung der sich ein für allemahl schliefsenden Blättchen an den respectiven Blattabtheilungen dem Ansehen nach völlig *simultan*, bald zum Theile in — wie ich es nennen möchte — mehr *rhythmischer Folge*, oder einer solchen, wie sie Statt findet, wenn man bey Versuchen über die Wirkung aufserelektrischer Reize, mechanischer z. B., ein einziges äufserstes Blättchen der Abtheilung mit einer Nadel u. s. w. *durchsticht*, oder, wirksamer, mit der Schere *anschneidet*, oder, wieder wirksamer, mit einer Zange nach der Quere *durchkneipt* oder *durchquetscht*, worauf dann (um so früher, je stärker der Reiz) dieses Blättchen sich schliefst, und zugleich, oder sehr bald darauf, das gegenüberstehende auch, dann nach einiger Zeit (von 3, von 2, von 1, von 1/2 Secunde, oder auch mehr oder weniger) das nach diesem *folgende* Blättchenpar, dann nach ungefähr wieder gleicher Zeit das *wieder* folgende, und so fort, bis die ganze Abtheilung geschlossen ist (was weiter geschieht, übergehe ich, und merke nur noch an, dafs nach Mafsgabe der Stärke des Reizes, oder der Reizbarkeit, oder beyder zusammen, die Zeit zwischen der Schliefsung je zweyer Blättchenpare, während diese an der Abtheilung fortschreitet, zunimmt, oder sich gleich bleibt, oder auch abnimmt, jenes bey stärkeren, dieses bey schwächern Reizen).

g) Die „*rhythmische*" Schliefsung geschieht übrigens an der *positiven* Abtheilung bey *schwächerer* elektrischen Action als die scheinbar *simultane*. Zwischen dieser und jener aber finden eine Menge Stufen von Uebergängen der einen in die andere Statt. Auch wird gewöhnlich, wenn auch später die rhythmische Schliefsung sich entwickelt, doch im Augenblicke der Flaschenentladung eine bestimmte Strecke der Blattabtheilung simultan geschlossen, und erst von dieser geht nachher die rhythmische Schliefsung weiter, die dann in der Regel die ganze Blattabtheilung vollends durchläuft. Doch glaube ich nicht, hinlängliche Gründe zu haben, diese *ganze* rhythmische Blättchenschliefsung als *directe* Folge der Reizung anzusehen. Wahrschein-

scheinlich kommt nur ein gewisser Theil auf die Rechnung letzterer, und es rührt der übrige von Ursachen her, deren Quelle ich noch nicht genau genug nachgesucht habe.

h) Gingen bey stärkeren Elektricitäten die Mitschliefsungen an der *negativen* Abtheilung über das erste Blättchenpar hinaus, so schienen sie mir lieber und eher rhythmisch zu werden, als zu gleicher Zeit die der positiven etwa. Mehrmahls schlofs diese sich, so weit sie es that, simultan, jene aber rhythmisch. Nur stockte diese letztere Schliefsung dann gemeiniglich unterwegs sehr früh, was rhythmische Schliefsung der positiven Abtheilung nie that, wenn sie erst gehörig weit von simultaner Schliefsung verschieden war. Dieses liesse, weiter unten vorkommende Versuche damit verglichen, fast vermuthen, dafs ein grofser Theil der Schliefsungen an den Abtheilungen des negativen Topfs, oder denjenigen, die ich, kürzer, negative selbst nannte, schon für Aequivalente von dem, was beym Thiergalvanismus *Trennungszuckung*, *Trennungsbewegung* ist, zu halten sey. Indessen wird sich in der Folge fast mehr Grund darbieten, es für Folge der elektrischen Reizung der *Gelenke* des äufsersten Blättchenpars der Blattabtheilung, und einiger Fortpflanzung des hier erzeugten Reizes nach innen zu halten (vergl. *Resultat e*).

i) Zuweilen, aber selten, sah ich die negative Abtheilung auch zu einigem Grade *von hinten* oder *vom Abtheilungsstiele aus* sich schliefsen, und zwar jedes Mahl erst kurze Zeit *nach* der Entladung. Es wird sich in der Folge bestimmt erweisen, dafs diese Wirkung von der Reizung des *Gelenkes* dieser Abtheilung durch den elektrischen Strom herkam, welches sodann besonders reizbar gewesen seyn mufste.

k) Ich habe, nachdem die erste Entladung durch die beyden Pflanzen vorüber war, und die Blattabtheilungen ihre Veränderungen erlitten, sie selbst aber noch in Berührung geblieben waren (was häufig durch ein erst anderswo näher zu erörterndes Niederknicken des negativen Blattstiels, während der positive stehen blieb,

ver-

verhindert wurde), sehr oft eine zweyte, genau gleich starke, Ladung durch beyde Pflanzen gehen lassen, so aber, dafs der Topf, welcher vorher positive Elektricität bekam, jetzt negative, und der vorher diese, jetzt jene erhielt. Allemahl war nun die *vorher negativ* gewesene, *jetzt positive* Blattabtheilung diejenige, welche die meiste Blättchenschliefsung, oder allein welche gab, und die *vorher positiv* gewesene, *jezt negative* die, welche die wenigste oder gar keine erlitt. Dieser Gegenversuch diente besonders noch, zu erfahren, wie weit sich beyde Blattabtheilungen in Hinsicht ihrer Erregbarkeit u. s. w. geglichen hatten, und wirklich war allemahl auch der erste Versuch besonders entscheidend im Erfolge gewesen, wenn dieser zweyte oder Gegenversuch es war, und umgekehrt.

Anmerkungen.

a) Das von *Resultat a bis k* Erzählte war das Resultat einer bedeutenden Menge Versuche solcher Art. Doch glaube ich noch bey weiten nicht vollständig in der Aufzählung alles dessen, was hier vorkommen kann, gewesen zu seyn. Es war nur, was *ich*, und *bisher*, beobachtete. Vieles aber habe ich auch *absichtlich* weggelassen, weil es schicklicher anderswo vorkommt, und überhaupt nicht mehr betrifft, was an den Blattabtheilungen selbst vorgeht. Uebrigens erlitt die Zahl der wirklich angestellten Versuche einige Beschränkung durch die *Mühsamkeit*, den Versuch gehörig *vorzurichten*, da man oft lange Zeit brauchte, bis man zwey zusammen passende Blattabtheilungen zu guter und sicherer Berührung ihrer Spitzen gebracht hatte, ohne diese doch dabey durch Biegung u. s. w. sonderlich anzustrengen, weil solches, der *daraus* schon hervorgehenden einigen Reizung mancher Theile wegen, zu der dann nur noch eine schwache zweyte hinzukommen durfte, um von Wirksamkeit zu werden, den Versuch leicht verunreinigen kann. Eine andere Beschränkung erlitt die Menge dieser Versuche dadurch, dafs ich, ob ich gleich zur Zeit derselben bereits drey Mimosen besafs, dennoch der Blattabtheilungen an je zwey Pflanzen, schon we-

gen ihrer in §. 10 geschilderten Ungleichheit, nicht so viele vorfand, die sich völlig vertreten oder einander ziemlich gleich geachtet werden konnten. Dafs ich übrigens zu jedem Versuche ein anderes Par Abtheilungen brauchte, versteht sich schon deshalb von selbst, weil ich unmöglich warten konnte, bis das gebrauchte Par sich wieder hergestellt hatte. Erst nach Stunden konnte ich mit Sicherheit wieder zu dem früheren Pare zurückgehen; was ich aber nur dann absichtlich that, wenn sich ein solches als in seinen beyden Abtheilungen ganz besonders gleich erwiesen hatte.

b) Um ein Beyspiel eines solchen ganz besonders gleichen Blattabtheilungspares zu geben, füge ich einen Versuch bey, den ich auch als Beleg für *Resultat k* nicht schöner zu geben weifs, und welchen ich am 17ten Jul. bekam. Die Vorrichtung war genau die zu Anfang dieses §. 23 beschriebene. Ich hatte genau eine Umdrehung meiner Maschine in der Flasche, und entlud, wie gewöhnlich. Die *Blattabtheilung* des *positiven* Topfs schlofs sich (von aufsen) *genau zur Hälfte*, und fast vollkommen simultan; der *Stiel des Blattes* zu ihr aber blieb *stehen*. Die *Blattabtheilung* des *negativen* Topfs blieb *völlig offen*; nicht *ein* Blättchen an ihr bog oder faltete sich; der *Stiel des Blattes* zu ihr aber *sank nieder*, und letzteres im unmittelbaren Augenblicke der Entladung. Zu einem seltenen Glücke erhielten sich beyde Abtheilungen, ungeachtet das Blatt der einen niedergeknickt war, in vollkommener Berührung. Schnell nahm ich wieder genau eine Umdrehung der Maschine in die Flasche, *wechselte* aber für die Töpfe *mit den Elektricitäten* bey der Entladung. Die *Blattabtheilung* des *vorher positiven*, *jetzt negativen* Topfs, die bis zur Hälfte von vorhin geschlossen war, blieb in *vollkommenster Ruhe*, und nicht *ein* Blättchen schlofs sich weiter an ihr; der *Stiel des Blattes* zu ihr, der vorhin stehen geblieben war, *sank nieder*. Die *Blattabtheilung* des *vorhin negativen*, *jetzt positiven* Topfes, die vorher völlig offen geblieben war, *schlofs sich* (von aufsen) *genau zur Hälfte*, und eben so fast vollkommen simultan, wie vorhin die andere; der *Stiel des Blattes* aber lag noch von vorhin danieder;

der; an ihm also konnte schon von selbst *nichts* merklich werden. Die beyden Abtheilungen trennten sich hierbey, und so konnte ich den ganzen Versuch nicht gleich nochmahls wiederholen, um zu erfahren, ob z. B. zwey Umdrehungen für jede der beyden Ladungen nicht eben so regulär auch noch die offen gebliebenen Hälften beyder Abtheilungen zu gleich grofsen fernern Theilen oder ganz sich schliefsen machen würden.

Das Knicken der Blattstiele habe ich blofs der völligen Gleichheit des Erfolges wegen mit angeführt, eigens wird von ihm bey der Reizbarkeit der *Gelenke* gehandelt werden.

c) Was geschehe, wenn man beträchtlich ungleich-erregbare Blätter in den Versuch dieses §'s bekommt, ist leicht zu berechnen. Geringere Ungleichheiten kann man fast nie vermeiden. Aber wo diese, aller Vorsicht ungeachtet, doch zu grofs geworden waren, habe ich der Resultate nur in so fern geachtet, als sie völlig dem auch auf anderen Wegen noch zu bestätigenden Grade dieser Ungleichheit entsprachen. Hier aber habe ich sie ganz übergangen, sogewifs ich auch seyn kann, dafs, wer etwa über den *hier* zuerst beschriebenen Mimosenversuch (§. 24) ebenfalls *zuerst* kommt, um ihn zu wiederholen, solcher fatalen Fälle leicht 2 nnd 3 Mahl mehr haben wird, als leidliche oder brauchbare, da ich selbst, ungeachtet ich bereits acht Tage Mimosen elektrisirt hatte, und sie so ziemlich kannte, ehe ich an den Versuch des gegenwärtigen §'s kam, derselben doch nicht wenig mit in die Hände erhielt.

§. 25.

Froschversuch.

Das Präparat steht auf der nämlichen höchsten Erregbarkeit, wie das in §. 22. Blofs die Armaturen sind an die entgegengesetzten Orte angelegt. *Fig.* 3 stellt das Ganze dar. Von der leidner Flasche zu diesem Versuche, und den Vorsichtsmafsregeln bey der Anstellung des letztern gilt alles, was §. 22 bey *Fig.* 1 gesagt wurde.

 Eben

Eben so alles von den Armaturen, und von der Abmessung und Auffindung des eben rechten Grades von Ladung der Flasche.

Resultat.

a) Bey möglichst hoher Erregbarkeit eines Froschpräparats hat die *eine* Elektricität in *Fig.* 3 eine bey weitem *stärkere* Wirkung auf die Bewegung der Muskeln als die *andere*.

b) Es ist die *positive* Elektricität, welche in *Fig.* 3 die *stärkere* Wirkung, und die *negative*, welche die *schwächere* ausübt.

Anmerkungen.

a) Stellt man diesen Versuch statt mit Reibungselektricität mit Berührungselektricität an, also *galvanisch*, so ist bey der Schliessung ebenfalls die Wirkung auf der *positiven* Seite am *stärksten*, und Wirkung gleich von Anfang an *ganz allein* auf dieser Seite, wenn man blofs eine einfache Kette, wie z. B. von Zink und Silber, anwendet. Was bey sinkender Erregbarkeit geschicht, gehört nicht hierher.

b) Es ist für den Erfolg ganz einerley, ob man für die Versuche mit Reibungs - wie die mit Berührungselektricität das Froschpräparat anwendet, wie in *Fig.* 3 oder wie in *Fig.* 4.

§. 26.

Mimosenversuch.

Es wird der Versuch §. 25 an Mimosen wiederholt.

A. Mit zwey Mimosen.

Man verbindet dazu ihre beyden Töpfe, die nun nicht mehr isolirt seyn dürfen, entweder unten durch einen Metalldraht, der in die Erde jedes Topfs gehörig hinaufreicht, oder auch oben durch einen, der in die Erde jedes Topfs gehörig hinabgeht, und versieht zwey Abtheilungen zweyer Blätter, von denen eines der Pflanze in einem

einem Topfe, das andere der im anderen gehört, und welche Abtheilungen hier nun nicht mehr sich zu berühren oder sonst in leitender Verbindung unter einander zu stehen haben, aufsen an den Spitzen eines ihrer äufsersten Blättchen, oder auch zwischen dem äufsersten Blättchenpare selbst, so, dafs das Metall die Blättchen unmittelbar berührt, mit schicklichen Armaturen oder Zuleitern *d*), die solchergestalt anliegen, und in ihrer Lage gesichert sind, dafs sie bey der Flaschenentladung durch diese Armaturen nicht der mindesten Erschütterung, und folglich die Blättchen der beyden Abtheilungen nicht der mindesten mechanischen Reizung dadurch ausgesetzt sind.

Ich habe Stative mit solchen Armaturen oder Zuleitern, wie ich mich ihrer bediene, und sie auch zu fast allen noch folgenden Versuchen anwendbar sind, abbilden lassen *e*); auch werde ich, wenn ich künftig von Armaturen bey Mimosen spreche, nie andere, als diese, verstehen.

Es

d) Hier, so wie an andern Orten dieser Abhandlung bedient sich der Verf. des Worts *Armatur* etwas uneigentlich, und in einem andern, als dem bey Froschversuchen gewöhnlichen, Sinne. Ein Blatt nämlich, mit dem ersten oder zweyten Leiter der Elektrisirmaschine in Verbindung, und somit in den Stand gesetzt, Elektricität aufzunehmen, ist ihm *armirt*. *Ruhland.*

e) Die erste Art von Stativen, deren sich der Verf. auch meistens bediente, besteht aus einem gläsernen Stiel *a* (s. Tab. III. Fig. I.), an welchem oben ein messingenes Nufsgelenk befestigt ist, das die Leitungsröhre trägt; die Leitungsröhre selbst kann in der Kugel, durch welche sie getragen wird, durch eine Schraube gehalten werden; das ist, das mit dem Conductor der Maschine in Verbindung stehende, *e* das mit der Pflanze in Berührung zu setzende Ende; dieses ist mit einer Schraube versehen, an welche eine Kugel geschraubt werden kann, so dafs man die Elektricität aus einem spitzigen oder stumpfen Ende auf die Pflanze einwirken zu lassen vermag. Complicirter ist eine zweyte Art Stativ (Fig. II.). Der Fufs *a* ist von Holz und hohl. Er nimmt eine messingene Schraube *b* auf. Diese endigt sich in ein Nufsgelenk *c*, welches, um die obern Theile zu isoliren, eine Glasröhre *d* trägt, die in eine Schraube *e* übergeht, um welche eine Pincette *f* sich bewegt. Herr Ritter bediente sich dieses Stativs seltener; auch war es nicht sowohl um die Elektricität von der Maschine auf die Pflanze zu leiten, als vielmehr manche Körper, und mitunter freylich auch Leitungsröhren *g*, durch die Pincette zu halten, und der Pflanze zu nähern. Der Nutzen dieses Stativs besteht in seiner grofsen Beweglichkeit, welche durch die Menge seiner Gelenke hervorgebracht wird. *Ruhland.*

Es werden eben so junge, frische, aber völlig ausgebildete und möglichst erregbare Blätter zum Versuche gewählt als in §. 24.

Die passendste Stärke der Ladung wird eben so gesucht und gefunden, wie in §. 23; sie kommt im Mittel der dort gültigen gleich.

Resultat.

a) Die *eine* Elektricität wirkt auch hier *viel stärker* als die *andere*.

b) Aber es ist hier nicht mehr die positive, welche als die *stärkere* erscheint, sondern die *negative*, und nicht mehr die negative, welche als die *schwächere* erscheint, sondern die *positive*.

c) Die hier — E von aufsen erhaltende Abtheilung verhält in diesem Versuche sich überall wie die + E von innen erhaltende, in §. 23, und die hier + E von aufsen erhaltende wie die — E von innen erhaltende ebendaselbst; welches vieler Wiederholungen überhebt.

d) Im Ganzen werden aber sämmtliche Erfolge hier merklich entschiedener und ähnlicher unter sich, als in §. 23, weil man hier bey weiten gleichförmiger armiren kann, als dort die beyden reagirenden Abtheilungen sich zusammen bringen liefsen, und dann vornehmlich noch, weil hier beyde Abtheilungen von den in sie eintretenden Elektricitäten gleich unmittelbar, nachdem sie die Flasche verlassen, getroffen werden. So z. B. traf ich es bedeutend leichter, dafs die wirksamer afficirte Abtheilung sich *ganz*, und die schwächer afficirte *zu gar keinem Theile* schlofs.

e) *Kehrt* man nach einem ersten Versuche bey genau wieder gleicher Ladung der Flasche die *Elektricitäten* für die Armirungen *um*, so versetzt man damit allemahl die vorher weniger oder nicht geschlossene Abtheilung in eine Schliefsung gleicher oder doch nahe gleicher Gröfse, als die an der zuerst am meisten oder allein geschlos-

schlossenen Abtheilung war, und überhaupt wird der Zustand beyder Abtheilungen sich gleich oder doch nahe gleich.

Anmerkungen.

a) Diese Anstellungsart *A* des Versuchs dieses §'s habe ich weit weniger wiederholt, als den Versuch in §. 24. Denn man hat auch hier begreiflich noch immer viele Schwierigkeit, allemahl zwey möglichst gleich erregbare Blattabtheilungen zusammen zu finden (vergl. §. 23 *Anmerkung a*), und der Versuch, auf die in *B* dieses §'s anzugebende Art angestellt, läfst diese Unannehmlichkeit zur Seite, weshalb ich den auch sonst viel einfacheren Weg *B* für ihn durchaus vorzog, und auf die Art *A* ihn fast blofs der äufsern Vollständigkeit wegen anstellte, oder eigentlich nachholte. Wirklich that ich dieses erst auf die mir während der Redaction dieser Abhandlung entstehende Aufforderung dazu.

b) Das in §. 23 *Anmerkung b* erzählte Phänomen habe ich hier, zwar nicht mit der ausnehmenden Präcision, wie dort, doch mit allerdings genügender, wieder gehabt. Beym ersten Versuche dafür schliefst sich die Blattabtheilung, welche — E erhält, ohne dafs ihr Blattstiel knickte: die Abtheilung, welche + E erhält, bleibt offen, oder schliefst sich viel weniger, als jene; aber ihr Blattstiel knickt. Beym zweyten umgekehrten Versuche, nämlich bey *gewechselten* Elektricitäten sonst gleicher Stärke, schliefst sich die vorhin offen oder offner gebliebene Abtheilung, deren Blattstiel schon niederliegt. Ist die vorhin stärker oder allein geschlossene Abtheilung noch zu einigem Grade offen, so schliefst sie sich nicht im mindesten weiter; aber ihr vorhin stehen gebliebener Blattstiel knickt. So werden sich auch hier beyde Abtheilungen mit ihren Blattstielen ganz oder doch nahe gleich.

B. Mit einer Mimose.

Um dem Froschversuche §. 25 an Pflanzen zu entsprechen, fällt der Umstand völlig weg, welcher in §. 24 hinderte, mit blofs

einer

einer auszureichen. Ja man bedarf bey blofs einer Mimose nicht einmahl mehr der Abtheilungen *verschiedener* Blätter, sondern blofs zweyer *eines und desselben* Blatts. Da nun ein jedes Mimosenblatt der Abtheilungen wenigstens zwey, meistens aber vier hat, und von diesen immer je zwey und zwey schon ein natürliches Par bilden, dessen beyde Theile in der Regel einander eben so ähnlich sind, als die beyden Blättchen eines Blättchenpares, so hat man es hier überaus leicht, zwey Blattabtheilungen völlig gleicher Erregbarkeit für den Versuch zu erhalten, weil, wo kein Zufall störte, die zu einem natürlichen Pare gehörigen, oder, wie ich es auch sonst ausdrückte, die „*sich entsprechenden*" je zwey Abtheilungen eines Blattes, beständig einander möglichst gleichen. Gewöhnlich ziehe ich dann wieder die beyden innern den beyden äufsern vor, ungeachtet, wenn ja ein beständiger Unterschied zwischen ihnen zugegen war, er gewifs nur gering seyn wird, und höchstens in die Erregbarkeit fällt. Auch ziehe ich sie meistens nur der bessern Lage zum Versuche wegen vor, habe aber übrigens sehr viele Mahle gesehen, dafs ich mich auch zweyer Abtheilungen von *verschiedenen Paren* bedienen konnte, und doch das nämliche damit erreichte, was mit solchen, die zum selben Pare gehören; ihr Unterschied war selten ein bemerklicher.

Man armire also fürs erste zwey sich entsprechende Blattabtheilungen eines jungen, frischen, ganz ausgebildeten Blattes. Die nöthige Ladung der Flasche ist im Durchschnitt bedeutend geringer, als die in §. 23 erforderliche, ändert sich aber, besonders nach dem Grade der Erregbarkeit des Blattes und der Pflanze, noch bedeutend mehr als dort. Ich habe zuweilen nur 1/8 Umdrehung der Maschine nöthig gehabt, während andere Mahl 2, ja 3, und selbst 4 ganze. Das nämliche Blatt am nämlichen Tage, ja am nämlichen Morgen oder Nachmittag, kann sich oft seine Reizbarkeit, und gar nicht so eigentlich aus Schwächung derselben durch starke oder wiederholte *äufsere* Reize, als vielmehr gleichzeitig mit schnellen Aen-

derun-

derungen der Constitution der Atmosphäre so sehr verändern, dafs es bald 1/4, bald 1 ganze Umdrehung, oder bald 1/2, bald 2 nöthig hat. Am 15ten Jul. reichte ich bey der Mimose Nro. II (§§. 10, 11) mit 1/4 Umdrehung aus, wo ich bey Nro. I 3 und 4 Mahl umdrehen mufste, obschon beyder Blätter gleich jung und frisch schienen. Im Mittel jedoch mochten zwischen 3/8 und 1 Umdrehung hinlänglich seyn. Da es nicht schwer ist, bey schwächerer Ladung anzufangen, und damit zu steigen, man auch, wenn der Versuch einmahl wegen zu starker Ladung verdirbt, hier sehr schnell zu andern Blättern übergehen kann, so hat man sich in Kurzem orientirt.

Resultat.

a), *b*), *c*), *d*), und *e*) durchaus wie in §. 25 *A Resultat a*, *b*, *c*, *d*, und *e*, nur dafs hier alles von neuem viel *stärker und schärfer heraustritt* als dort.

Dieser Versuch (§. 25) *B* war der *erste elektrische, den ich* am 8ten Jul. (d. J.), und überhaupt *je, mit Mimosen anstellte.* Schon, dafs ich bis dahin nur erst *ein* Exemplar von letzteren zur Disposition hatte, zwang mich zu ihm, und da ich es noch von den Fröschen her gewohnt bin, in *einem* Versuche *Alle* enthalten zu wissen und mit ihm gegeben zu sehen, die später sich zu *einem* System mit ihm vereinigen, ferner eben dieser Versuch mir zum *Schlüssel* in die tiefern physischen Gesetze der Pflanzenerregbarkeit wurde, und dieses auch etwa keineswegs durch *Zufall*, sondern *zu Folge strenger Verrechnung* der mir schon früher über die Natur der Pflanzenerregbarkeit und ihr Verhältnifs zur thierischen gewordenen Prämissen (vergl. *m. Beyträge, B. II. St.* 3, 4. *S.* 263—271), welche mir sogar schon das *Detail* des Erfolgs des Versuchs, so wie es sich nachher gezeigt, vorausgab; so habe ich der Dankbarkeit gegen ihn gern nachgegeben, und ihn einer vorzüglichen Beobachtung unterworfen. Mehrere hundert Mahl habe ich ihn wiederholt; denn kein Tag seit meiner Bekanntschaft mit ihm verging, wo ich ihn nicht theils für mich, theils für andere anzustellen hatte, und

auch sonst, bey Gelegenheit anderer Untersuchungen, ihn in die Hände bekam.

f) Aber unter *allen* diesen Versuchen ist auch *nicht einer* gewesen, der eine gröfsere Wirkung auf der positiven als auf der negativen Seite gegeben hätte. Durchgängig war die *negative* Blattabtheilung die *stärker* afficirte, und nach Verhältnifs besonders häufig gelangte der Versuch zu seinem nur immer möglichen Ideal, oder dahin, wo die *negative* Blattabtheilung *ganz* zusammenging, an der *positiven* aber sich *kein Blättchen* bewegte. Fälle, wo die negative Blattabtheilung sich zur Hälfte oder zu zwey Drittheilen schliefst, die positive aber noch immer zu gar keinem Theile, sind hier gewöhnlich, und wo endlich die positive Abtheilung sich wirklich zu einigem Theile mitschliefst, geschieht dieses allemahl viel langsamer und selbst später, als auf der negativen Seite. Sollte ich aber *alle* Nuancen, die zwischen jenes Ideal und das erste Plus auf der negativen Seite fielen, herzählen, so hätte ich damit allein viele Bogen zu füllen.

g) War die Ladung der Flasche so sehr zu stark gewesen, dafs die Blattabtheilung, welche + E bekam, auch ganz mit zusammen ging, obschon sie das auch dann noch allemahl viel langsamer that, als die Abtheilung mit — E, so schlofs sich oft noch die Blattabtheilung mit, welche der letztern zur Seite lag, aber nicht von aufsen nach innen, sondern von innen nach aufsen, und mehr rythmisch. Dieses kam aber nicht davon, dafs diese Abtheilung etwa irgend wo mit im elektrischen Kreise befindlich gewesen wäre, sondern davon, dafs die *Gelenke* der im Kreise befindlichen Abtheilung so stark mitgereizt worden waren, dafs von *hier* aus sich ein Reiz, unabhängig vom Verlaufe des elektrischen Actionskreises, in die übrigen Theile des Blatts fortpflanzen konnte.

h) Waren die Blättchen der Blattabtheilungen, nachdem man sie einige Zeit zuvor durch blofsen mechanischen Reiz völlig hatte

zusam-

zusammengehen machen, nachher etwa wieder bis halb auseinander gegangen, oder hatte ich diesen Zustand dadurch zuwege gebracht, dafs ich die Pflanze kurze Zeit an einen dunklern Ort im Zimmer gestellt hatte, so gaben nun die Abtheilungen solcher Blätter in der Regel noch schönere Resultate, als wenn sie völlig offen gewesen wären, nur dafs es jetzt einer stärkern Ladung der Flasche bedurfte. Bey einem noch ziemlich jungen Blatte solchen Zustandes bedurfte ich einmal 8 Umdrehungen, um die negative Abtheilung zur Hälfte ihrer Blättchen, und 10, um sie beym zweyten Abtheilungspare (desselben Blatts) ganz zu schliefsen, während in beyden Fällen von der positiven noch immer kein Blättchen geschlossen war. Es war aber zugleich gerade ein äufserst ungünstiger Tag für die Reizbarkeit der Pflanze, und diese selbst (Nro. I.) bereits von vielen Versuchen her matt. Fünf Tage darauf langten bey der Mimose (Nro. II.) 1/2, 3/4 und 1 Umdrehung für solche Blätter zum nähmlichen Erfolge hin.

i) Schlofs sich auch an der + Abtheilung nichts von aufsen nach innen mit, und befand ich mich also gerade in der Sphäre der Umstände, wo *nur* die — Abtheilung, und ganz, sich schlofs, so geschah es doch zuweilen, und zu gewissen Stunden und Tagen oder Tageszeiten vorzugsweise vor andern, dafs die + Abtheilung sich zu einigem Grade von *innen nach aufsen* mitschlofs. Dieses ist ausdrücklich der Reizung des *Gelenkes* dieser Abtheilung, und einer von *hier* aus in die Abtheilung herübertretenden Reizung zuzuschreiben. Auch erfolgte diese Schliefsung von hinten aus gewöhnlich erst eine merkliche Zeit nach der Entladung und der Schliefsung der negativen Abtheilung. Dafs aber diese sonderbare Mitschliefsung der + Abtheilung nicht immer miterfolgte, kommt vorzüglich von der Art von Laune, mit welcher die verschiedenen Gelenke einer Mimose, besonders die der Abtheilungen, bald ganz aufserordentlich empfindlich für unmittelbare Reizung, bald es wieder äufserst wenig und wie fast gar nicht sind, während die Reizbarkeit der übrigen gelenk*losen* Theile der Pflanze entweder dieselbe bleibt, oder häufig

 nach

nach ganz entgegengesetztem Sinne oder Richtung wechselt. Selbst die verschiedenen dreyerley Gelenke unter einander noch wechseln oft auf das Sonderbarste in ihrer Reizbarkeit, und zur einen Zeit findet man z. B. die *Blattstiel*gelenke auf einer ausnehmenden Höhe derselben, während die *Abtheilungs*gelenke fast unbeweglich sind, oder *diese* äufserst reizbar, während *Blattstiel*- und *Blättchen*gelenke höchst träge sind, und umgekehrt. Ich habe diesem wahrhaft launenhaften Erregbarkeitswechsel der Gelenke bis jetzt noch keine Regel abgewinnen können.

k) Zu gewissen Versuchen über die Abtheilungsgelenke selbst hatte ich verhältnifsmäfsig *starke* Ladungen der Flasche nöthig, obgleich der Versuch selbst, seiner Anordnung nach, ganz der hier §. 26 *B* abgehandelte war. Auch mufste ich dazu gewöhnlich an jeder der Abtheilungen vorn an der Spitze ert 4, 5 oder auch mehr Blättchenpare durch Zusammendrücken od. s. w. schliefsen, ehe ich die Armaturen dann an die äufsersten dieser geschlossenen Blättchen anlegte. Hier schlofs sich nun beständig die *negative* Abtheilung oder die, welche — E bekam, *ganz*, und *sogleich im Augenblicke der Entladung*. Aber auch die *positive* Abtheilung fing sich an zu schliefsen, doch *nie sogleich*, sondern erst nach einiger Zeit; eine Zeit, die gewöhnlich gröfser war, als diese positive Blattabtheilung bedurfte, um ihre in diesem Versuche vorkommende und auch vornehmlich mit ihm erzielte (bey der negativen aber, wenn die Ladung nicht allzu stark war, beständig wegbleibende) *Gelenkbewegung ganz* zu vollenden, und welche ebenfalls von beträchtlicher Dauer ist. Auch geschah die Schliefsung der positiven Abtheilung hier in der Regel rythmisch, und ergriff gewöhnlich alle noch offenen Blättchenpare in der Ordnung von aufsen nach innen. Dieses zusammen scheint sehr zu beweisen, dafs die Schliefsungen, welche die positiven Blattabtheilungen in diesen Versuchen, und zwar von aufsen nach innen, miterleiden können, von nichts als von der elektrischen unmittelbaren Reizung der *Gelenke* der äufser-

sten

sten Blättchen oder Blättchenpare dieser Abtheilungen, und zwar *nur* dieser äufsersten, oder derer, an welchen die Armaturen anlagen, herrühren (vergl. §. 24 *Resultat e* und *g*, in welchem §. übrigens die Abtheilung des negativen Topfes die Rolle der hier positiven Abtheilung spielte). Denn ein hier sich entspinnender Reiz kann nicht anders, als blofs nach und nach, sich in der Abtheilung weiter fortpflanzen, und wird also auch erst nach einiger Zeit die noch offnen Blättchen erreichen, wenn er vorher durch mehrere Pare geschlossener zu gehen hat. Auch ergiebt sich hieraus von selbst die grofse Vorliebe dieser Schliefsungen zum rythmischen (vergl. nochmahls §. 24 *Resultat g*), welches bey der *negativen* Abtheilung dagegen, da, wo es Statt hat, mehr von der gröfsern Concentration der Elektricität bey ihrem Eintritte in die Abtheilung, als weiter in ihr hinein, und von einer dadurch bewirkten *stärkern* Reizung der unmittelbar armirten Stelle als der übrigen zur gleichen Zeit, in welche übrige dieser Ueberschufs sich erst *fortpflanzen* mufs, herzukommen scheint, wozu dann noch mehrere der schon im §. 19 erörterten Umstände in Rechnung zu bringen sind.

l) Was hier am Schlufse von *k* über die *rhythmischen* Schliessungen *negativer* Abtheilungen im gegenwärtigen Versuche (§. 26 *B*) gesagt wurde, bestätigt sich übrigens ausdrücklich noch direkt dadurch, dafs besonders bey nur *schwachen* Ladungen und wo von der + Abtheilung in der Regel noch gar nichts mit zusammengeht, die — Abtheilung sich rhythmisch schliefst, und dafs man dieses Hervortreten der rhythmischen Schliefsung merklich begünstigt, wenn man die Stelle, in welcher das äufserste Blättchen oder Blättchenpar armirt ist, so *klein* als möglich setzt, während sie bey *gröfserer* armirter Blättchenfläche schon viel weniger oder viel schwerer eintritt. Man kann auf diese Art bewirken, dafs im letzteren Falle von derselben Ladung am ganzen Blatte *gar nichts* zusammengeht, wenn im erstern die rythmische Schliefsung sehr schön Statt hat. In *beyden* Fällen werden die *hinter* dem armirten Blättchenpare befindlichen

Blatt-

Blattabtheilungsstrecken unmittelbar *gleich stark* gereizt, aber noch nicht genug, um *davon* sich zu schliefsen. Es mufs die *stärkere* unmittelbare Reizung der *armirten* Stelle dazu kommen, damit nun von *dieser* aus noch Reiz sich in die Abtheilung fortpflanzen könne, welcher dort, Station für Station, dem schon vorhandenen zuwächst, und ihn nun zu der Höhe erhebt, bey der er wirkliche Blättchen-Bewegung hervorbringen kann.

m) Ich habe mehrmahls beyde Abtheilungen zum Versuche in der *Mitte* armirt gehabt. Die positive Abtheilung bleibt hier eben so ruhig oder so schwach afficirt, und die negative schliefst sich eben so gut, als sonst. Aber sie schliefst sich von der armirten Stelle aus, entweder, wenn die Ladung *schwächer* war, *bloſs nach innen* fort, oder, wenn sie *stärker* war, zwar nach beyden Seiten hin, aber bestimmt allemahl *nach innen zu* (vorwärts) *stärker und schneller* als *nach aufsen zu* (rückwärts). Genau das nämliche beobachtet man schon, wenn man ein mittleres Blättchen einer Blattabtheilung auch bloſs stark *mechanisch* reizt, z. B. seine Spitze abschneidet. Hier geht die (rythmische) Schliefsung bestimmt viel früher und rascher nach innen zu an und fort als zurück nach aufsen, und überhaupt ist es Gesetz, dafs, von was für einer Stelle der Pflanze aus es auch sey, der gegebene Reiz sich viel leichter und wirksamer nach innen als nach aufsen zu fortsetzt.

Anmerkungen.

a) In diesem Versuche §. 26 *B* ist man weit weniger einer etwaigen Störung desselben durch das Mitsinken des Blattstiels ausgesetzt, da sein Gelenk sich hier gar nicht mehr mit im Kreise der Action befindet. Zuweilen indefs, besonders bey stärkeren Ladungen, oder ganz vorzüglicher Reizbarkeit jenes Gelenkes (vergl. *Resultat i*) sinkt das ganze Blatt dennoch mit. Aber es geschieht dann, weil die Reizung ihm erst von aufsen und aus einer Entfernung von 1 1/2 bis 2 Zoll und darüber herbeykommen mufs, so geraume Zeit

nach

nach Vollendung alles dessen, was zum nächsten Erfolge des Versuchs gehörte, dafs daraus keine Störung desselben mehr entstehen kann.

b) Dagegen wendet sich die Blattabtheilung selbst desto häufiger, sobald nämlich ihre Gelenke, die sich hier allemahl mit im Actionskreise befinden, reizbar genug sind. Aber auch dieses geschieht langsam, und ohnehin ist das Anliegen der Armaturen nicht mehr von Wichtigkeit, sobald die Entladung nur erst geschehen. Höchstens zum Gegenversuche mit umgekehrten Elektricitäten ist es gut, dafs es bleibe, weil es aufserdem nöthig ist, die Armaturen nachzurücken, und man dann nicht dafür stehen kann, die vorigen Umstände genau wieder zu treffen. Doch ist diefs im Ganzen von so geringem Einflufs auf das Wesentliche des Erfolgs, dafs es kaum beachtet werden darf.

c) Solche Gegenversuche mit umgekehrten Elektricitäten bey sonst genau gleicher Ladung habe ich wenigstens bey 2/3 der überhaupt vorgenommenen Wiederholungen des Versuchs angestellt. Hier hat es nun nicht die geringste Schwierigkeit gehabt, beyde Abtheilungen auf durchaus gleichen Zustand zurückgekommen zu sehen, weil sie selbst schon von Anfang sich möglichst glichen. Ich halte mich aber bey den Details dieser Gegenversuche um so weniger auf, je leichter es ist, sie von selbst zu berechnen, und damit die Rechnung Bestätigung erhalte, sie sich unmittelbar zu vergegenwärtigen.

d) Folgenden Versuch, welcher beweist, wie sehr bey guten Blättern selbst die Blattabtheilungen verschiedener Pare an demselben Blatte sich ihrer Erregbarkeit u. s. w. nach gleichen, habe ich sehr häufig angestellt, und er hat allemahl vorzüglich überzeugt. Man bezeichne die vier Abtheilungen, die ein späteres junges Blatt einer nicht noch zu unerwachsenen Mimose oder irgend eines Astes oder Zweiges derselben in der Regel hat, nach der Reihe mit *a*, *b*, *c* und *d*. Man nehme zuerst das mittlere Par, nämlich *b* und *c*,

in

in den Versuch, und gebe *b* positive, *c* negative Elektricität. Die Abtheilung *c* schliefst sich ganz, und *b* bleibt völlig offen (an guten Tagen und wo ich meine Pflanze erst wieder ganz kannte, konnte ich rechnen, die *Hälfte* der Versuche zu *diesem* Grade entschieden zu sehen). Darauf nehme man das äufsere Par *a* und *d*, und gebe *a* positive, *d* negative Elektricität. Die Abtheilung *d* schliefst sich ganz, und *a* bleibt wieder völlig offen. Jetzt sind *a* und *b* noch offen. Man gebe jetzt *a* wieder positive Elektricität und *b* negative. Die Abtheilung *b* schliefst sich ganz, und *a* bleibt offen. Man hat bis hierher die Ladung der Flasche durchgängig dieselbe gelassen. Aber man erhöhe sie jetzt *um die Hälfte*, ja nach Umständen auch *um das Ganze*, und gebe *a* und *b nochmahls* dieselben Elektricitäten. Die Abtheilung *b war* schon *geschlossen*, kann also nichts ferneres thun; *a* aber bleibt *noch immer offen*. Man nehme jetzt genau wieder die *anfängliche* Ladung, gebe aber der *Abtheilung b* die *positive* und der *Abtheilung a* die *negative* Elektricität. *Jetzt erst* schliefst auch *a*, und *nun erst* sind alle Abtheilungen geschlossen.

Auch *dieser* Versuch läfst sich vorzüglich gut bey blofs *halb geöffneten* Blattabtheilungen anstellen, nur dafs dann eben, falls stärkere Ladungen dazu erfordert werden, als wenn die Abtheilungen ganz offen waren (vergl. §. 26 *B Resultat h*).

e) Da der Erfolg des Versuchs, so fern man ihn nur, wie ein für allemahl als Bedingung angegeben wurde, an jüngern, frischen und gehörig erregbaren Blättern anstellt, in so hohem Grade sicher ist, so erlaubt diefs auch, ihn, ohne Verletzung des Wesentlichen seines Erfolgs, fast mit Uebergehung aller Vorsichten bey der Armirung, und dieser selbst, anzustellen. Man kann also äufserst plump verfahren, und z. B. die Spitze der einen Abtheilung mit dem (besser etwas feuchten) Finger der einen Hand berühren, während man den Knopf der Flasche, die man an der äufsern Belegung in der andern Hand hält, mit der andern Abtheilung zusammenbringt, und doch wird, so fern die Ladung der Flasche nicht *zu* stark war,

bestän-

beständig das *mehr* der Wirkung auf der *negativen* Seite bleiben, ja solches oft genug auf dieser allein zugegen seyn. Selbst, wenn *beyde* Abtheilungen sich ganz schlössen, dafs also die Ladung *doch* zu stark war, wird es die positive sehr viel langsamer thun als die negative.

f) Reinlicher aber stellt man diesen Versuch *Anmerkung e ohne Armatur*, mit *zwey* leidner Flaschen, und dann kleinern, an. Ich nehme dazu zwey Fläschchen, jedes von etwa 9 Quadratzoll Belegung, und lade das eine inwendig positiv, das andere inwendig negativ, beyde mit gleich viel Umdrehungen der Maschine. Auf die Knöpfe dieser Fläschchen sind starke krumme Mefsingdrähte aufgeschraubt, die mir erlauben, an der Pflanze mit ihnen überall hinzukommen, wo bey geraden Drähten oder blofsen Knöpfen die übrigen Blätter denselben im Wege ständen. Am äufsern Ende haben diese Drähte Spitzen, über welche aber aufsen abgerundete Kappen von gleicher Stärke mit dem Drahte aufgeschraubt werden können, und zu dem zu erzählenden Versuche zunächst auch aufgeschraubt sind. Mit diesen Fläschchen, jedes nach Umständen mit 1/8, 1/4, 1/2 Umdrehung, oder so weiter, geladen, gehe ich dann an jedes beliebige Blatt, und berühre, übrigens zu möglichst gleicher Zeit, die Enden zweyer sich entsprechender Abtheilungen desselben, und so, dafs ich gewifs bin, nicht etwa mechanisch mitzureizen, was ohne diefs, auch *wenn* es geschähe, sobald man sich nicht aufserordentlich ungeschickt benimmt, nie mehr als ein einziges Blättchen, höchstens Blättchenpar, das Berührte nämlich, zusammengehen macht. Der *Erfolg* wird an Präcision demjenigen nichts nachgeben, welcher unter allen übrigen Umständen Statt hat.

Schraubt man die Kappen von den Drähten über den Knöpfen der Fläschchen ab, und berührt mit den *blofsen Spitzen*, so ist in der Regel eine etwas stärkere Ladung der Fläschchen nöthig, weil erstens schon vor der Entladung ein Theil der Ladung sich wieder

durch sie zerstreut, und zweytens die Entladung selbst jetzt successiver geschieht, während explosiver Eintritt des Reizes bey Pflanzen doch auch von Werth ist, wenn auch nicht von so grofsem als bey thierischen Organen, willkührlichen besonders.

*g) Ladet man die Fläschchen bis zu gewissem Grade *stärker* während die Spitzen der Drähte frey sind, so wird der Versuch auch *ohne* unmittelbare Berührung der Enden der Blattabtheilungen vollkommen gelingen, und man braucht sich dann mit ihnen diesen nur bis auf 1/2, 1, oder auch mehrere Linien zu *nähern*. Hier wird der Versuch, seiner Construction nach, schon einem der folgenden ähnlich, wo blofse stille Einströmungen angewandt werden.

§. 27.

A. Froschversuch.

Man wiederhole genau alle Bedingungen des Versuchs §. 24, soweit sie das Froschpräparat selbst angehen, und wie sie in §. 22 auseinander gesetzt wurden. Aber man arbeite nicht mehr mit der leidner Flasche, sondern verbinde die eine Armatur *e* in *Fig.* 3 oder 4 durch eine überall metallische Continuität, oder wenigstens Contiguität, gewährende Kette mit dem *positiven Conductor* einer sehr schwachen *Elektrisirmaschine*, etwa wie die meinige zu den Mimosenversuchen dieser Abhandlung, und die andere Armatur *f* in *Fig.* 3 oder 4 durch eine gleiche Kette mit dem *negativen Reibzeuge* derselben.

Resultat.

Man fange an die Maschine sanft in Bewegung zu setzen. Das Froschpräparat wird in der Regel völlig ruhig dabey bleiben. Man höre nach einiger Zeit auf, zu drehen. Es wird hierbey in der Regel ebenfalls völlig ruhig bleiben.

Es

Es ist die gröfste Vorsicht nöthig, dafs die Zuleitungsketten ja überall wenigstens die vollkommenste *Contiguität* behaupten. Denn bey der allergeringsten Unterbrechung derselben im Strömungskreise, z. B. schon blofs durch etwas leisen Oxydbeschlag, Schmutz, oder wenn Ketten, die aus Gliedern zusammengesetzt sind, während der Bewegung der Maschine hin und her schlottern, durch die dabey auf übrigens unmerklich kleine Zeit entstehenden eben so unmerklichen Zwischenräume, entstehen Schlagweiten, und der Strom besteht während ihrer Dauer aus einer Reihe von Fünkchen, welche freylich nun eben so viele Contractionen im Froschpräparate, und zwar im positiven Schenkel besonders, hervorbringen müssen, die aber, da sie sich meistens aufserordentlich schnell folgen, mehr einen anhaltenden, Krampf auszumachen scheinen.

Anmerkungen.

a) Allerdings tritt mit dem Anfang der Bewegung der Maschine hier ein Reiz, ein elektrischer, und ein nach Verhältnifs der Erregbarkeit *sehr* beträchtlicher, in das Froschpräparat ein, der es mit dem Aufhören jener wieder verläfst. Aber thierische Muskeln, vornehmlich willkührliche, erfordern, auch bey höchster Erregbarkeit, noch immer einen mehr *explosiven*, *scharf* abgeschnittenen, Ein- und Austritt des Reizes, um davon in Bewegung zu gerathen, wogegen für Pflanzen-, namentlich für Mimosen-Organe, schon ein beträchtlich *successiv* ein- und austretender Reiz hinreicht, Bewegung derselben hervorzubringen, obschon *Raschheit* dieser Succession, wodurch sie sich endlich dem Explosiven nähert, oder das, was man so nennen kann, selbst wird, auch bey *ihnen* von Werth, nur nicht von demjenigen *hohen* ist, von welchem sie sich bey *thierischen* Organen zeigt (vergl. bereits §. 18).

b) Es sind gegenwärtig 11 Jahre, dafs ich diesen Versuch, übrigens mit einer noch viel schwächeren Maschine als meiner diesmahligen, anstellte, und ich schreibe aus der blofsen Erinnerung. Es wäre möglich, dafs ich, wenn ich jetzt, wo ich mehr Rücksich-

 ten

ten zu nehmen im Stande bin, ihn wiederholen könnte, doch vielleicht irgend ein positiveres Resultat zu veranlassen vermöchte. Aber eben jezt, wo ich es zu haben wünschte, erlaubt schon die Jahreszeit nicht mehr ihn zu wiederholen (vergl. §. 22).

B.

Man stelle den Versuch statt mit Reibungs - mit *Berührungselektricität*, oder mit der *galvanischen Kette* an.

Resultat.

a) Bey der *Schliefsung* der Kette durch *e* und *f*, wo diese jetzt *verschiedene* Metalle bedeuten, wird geschehen, was auch in §. 25 *Anmerkung a* schon erfolgte, d. i., der mit dem *positiven* Metalle, Zink z. B. armirte Schenkel *a* in *Fig.* 3 wird (*am stärksten* oder) *allein in Bewegung* gerathen, und der mit dem *negativen*, Silber z. B. armirte Schenkel *b* (nur *schwach* oder) gar *nicht*. Bey der *Trennung* der Kette dann, auf welche wir jetzt ebenfalls Rücksicht nehmen, wird der mit dem *negativen* Metalle armirte Schenkel *b* sich *contrahiren*, der mit dem *positiven* armirte *a* aber *ruhig bleiben*.

b) Eben so wird in *Fig.* 4 bey der Verbindung von *e* und *f*, von denen *e* hier ebenfalls jetzt ein gegen *f* positives, und *f* ein gegen *e* negatives Metall bedeutet, zur Kette, bey der Schliefsung derselben *a* (am stärksten oder) allein, und bey der Trennung *b* allein zucken. Je länger die Kette geschlossen blieb, desto stärker ist in beyden Fällen *Fig.* 3 und 4 nachmahls die Trennungszuckung.

Anmerkungen.

a) Elektriker bemerken, dafs dieser Versuch (§. 27) *B* kein anderer als der Versuch *A* sey, blofs mit diesem Unterschiede, dafs hier sowohl Ein - als Austritt der elektrischen Action rascher oder explosiver geschehen als im Versuche *A*, und dieses überhaupt genug, um thierische Muskeln, in denen die Folgen von Reizen sich

bey

bey weiten schneller wieder verlieren als in vegetabilischen bewegungsfähigen Organen, die also einer viel schnellern Häufung derselben zur Herstellung des zur Hervorbringung wirklicher Bewegung nöthigen Quantums derselben bedürfen als letztere, ohne dafs übrigens zwischen beyden ein anderer als ein blofser Gradunterschied Statt fände, in wirkliche Bewegung zu setzen.

b) Auch mit anhaltender Einströmung blofser *Reibung*selektricität würde sich nothwendig derselbe Erfolg des Versuchs erhalten lassen, sobald man erst gehörig dafür gesorgt hätte, dafs Anfang und Ende derselben eben so scharfe Abschnitte bildeten, wie bey der galvanischen Kette; etwas, das sich allerdings herstellen lassen müfste, indem man in der That dazu nichts bedürfte, als nach bereits, jedoch, damit die Spannung nicht zu hoch anwüchse, auf so eben erst angefangener Umdrehung der Maschine, an der letzten Armatur, gleich viel welcher, den Kreis vollständig zu machen, und eben so die Verbindung der Maschine, des Conductors oder des Reibzeugs, mit der einen oder andern Armatur noch *vor* dem aufgehörten Umdrehen der Maschine aufzuheben. Denn auch bey der Schliefsung der *galvanischen* Kette geht eine höhere Spannung voran, als nachher während der Schliefsung derselben zurückbleibt, und bey der Trennung kehrt dann eine eben so hohe zurück, oder, was hier mehr hergehört, die Action während der Schliefsung wird hier eben so scharf abgebrochen, wie dort.

§. 28.

Mimosenversuch.

Man richtet den Versuch, was die Mimose und ihre Armirung betrifft, genau vor, wie in §. 25 *B*. Man verbindet darauf die Fortsetzung der einen Armatur mit dem Conductor, die Fortsetzung der andern mit dem Reibzeug der Elektrisirmaschine durch Drahtketten, deren Glieder in möglichster metallischen Contiguität stehen, und die sich überall in guter Isolation befinden. Hierauf läfst

man

man die Maschine in Bewegung setzen und möglichst gleichförmig drehen.

Resultat.

a) Bald nach der Bewegung der Maschine fängt die Blattabtheilung, welche — E erhält, oder kürzer, die *negative*, an, sich von aufsen nach innen zu schliefsen. Die Schliefsung geschieht in der Regel nur für die ersten Blättchenpare simultan, oder beynahe so; dann folgen die weiteren Blättchenpare in Zwischenzeiten, also rhythmisch, nach.

b) Es kommt auf die Stärke der Maschine, die Schnelligkeit des Umdrehens derselben, und auf die Reizbarkeit der Mimose an, ob die Blättchenschliefsung durch die ganze Abtheilung hindurch fortgehen, oder ob sie in der Mitte der Abtheilung, oder wo immer zwischen ihren beyden Enden stehen bleiben soll, obschon fortgedreht wird. Eben so, bis zu welchem Grade sie rhythmisch werden soll oder nicht. Zuweilen, wenn nämlich mehrere jener Bedingungen, oder sie alle, nur zu geringem Grade vorhanden sind, schliefst sich auch nur *ein* Blättchenpar, oder auch wohl gar keines.

c) Die Schliefsung der negativen Abtheilung, wo sie nicht die ganze Abtheilung ergreift, ist in der Regel in der ersten Zeit des elektrischen Stromes am stärksten. Später läfst sie nach, und hört bald ganz auf, wie auch fortgedreht werde. Oft aber kann man sie, wenn noch nicht zu *lange* fortgedreht war, von neuem dadurch sich etwas fortsetzen machen, dafs man plötzlich viel *rascher* dreht, als vorher, und damit fortfährt, während die neue Schliefsung gewöhnlich auch bald wieder nachläfst. Immer aber wird die Schliessung der Blättchen, bey ihrem ersten Beginnen sowohl als bey ihrer Erneuerung, sehr nach und nach geschehen, und oft beynahe wie ein beschleunigtes Einlegen der Blättchen zum Schlafe lassen, und erst später Blättchen für Blättchen den mehr schnellen, plötzlichen

lichen Anfang (wie etwa, als bräche eine Feder im Gelenke) haben, wie überall, wo fortschreitender Reiz nöthig ist.

d) Die Blattabtheilung, welche + E erhält, oder die *positive*, bleibt, so lange gedreht wird, von *aufsen nach innen* gewöhnlich völlig in Ruhe. Ist das Abtheilungs*gelenk* derselben besonders reizbar, so schliefsen sich dagegen *von hinten aus* mehrere Blättchenpare in rhythmischer Folge. Blofs wenn *zu* stark gedreht wird, oder die Maschine *vorzüglich stark* wirkt, wobey denn gewöhnlich auch die Pflanze selbst reizbarer ist, schliefsen sich auch von vorn an, besonders gleich im Anfang, ein oder mehrere Blättchenpare, was aber, wie schon früher, von blofser Reizung der *Gelenke* des äufsersten Blättchenpares herkommen wird.

e) Die in *Resultat d* gedachte zuweilen eintretende Schliessung der + Abtheilung *von hinten aus* beginnt allemahl viel später als die Schliefsung der — Abtheilung, und fährt dann auch viel länger fort als diese. Diese kömmt daher, dafs für Abtheilungsgelenke (Gelenke überhaupt) allmählige Accumulation des Reizes von noch höherem Werth ist, als für die gelenklosen Theile der Pflanze.

f) Hält man nach 20, 30, bis 40 Umdrehungen still, so geschieht jetzt der — Abtheilung in der Regel nichts in Folge dieses Abbrechens des elektrischen Stroms. Aber die + *Abtheilung* setzt sich nun dafür in desto stärkere Bewegung. Sie tritt keinesweges in unmittelbaren Augenblick des Aufhörens des elektrischen Stroms ein, sondern gewöhnlich erst 5, 10, 15 und mehrere Secunden später, ergreift zuerst nur *ein* äufserstes Blättchenpar, und geht dann äufserst langsam rhythmisch weiter, doch mit immer gröfser werdenden Intervallen zwischen Par und Par. Bey dem vierten, fünften bis sechsten Blättchenpar bleibt sie dann stehen. Ist hingegen viel öfter und länger umgedreht worden, so beginnt sie nach dem Aufhören damit früher, setzt sich viel rascher rhythmisch fort, und mit immer kleiner werdenden Intervallen, und schliefst in diesem Falle gewöhnlich die ganze Abtheilung. Die Zahl der nöthigen Umdrehungen

hungen wird indessen sehr verändert, je nachdem das Blatt mehr oder weniger reizbar, oder auch bey anscheinend gleicher Reizbarkeit dauernder Eindrücke mehr oder weniger empfänglich ist.

g) Wie lange man auch in Fällen, wo man ganz gewifs überzeugt ist, dafs, wenn man aufhörte, die Maschine zu drehen, nun sogleich die + Abtheilung von aufsen nach innen zusammengehen würde, mit dem Drehen derselben über diese Zeit hinaus anhält, so wird doch diese Schliefsung nie eher eintreten, als bis man wirklich aufhörte zu drehen. Höchstens kann vom Abtheilungsgelenk aus Schliefsung von hinten an entstehen, oder schon vorhandene weiter gehen, und so der Versuch in gewissem Sinne mehr oder weniger verderben.

h) Einige Mahl gelang es mir, in Fällen, wo, nach aufgehobener Bewegung der Maschine, die + Abtheilung im Begriffe war, sich in rhythmischer Folge ganz zu schliefsen, diese Schliefsung sogleich wieder zu *hemmen*, als ich von neuem anfieng zu drehen, und sie wieder, und rascher, frey zu geben, wenn ich wieder aufhörte. War sie hingegen schon zu weit vorgeschritten und zu schnell geworden, so vermochte ich sie blofs mehr oder weniger zu *verzögern*. Oft aber hatte ich auch gar keine merkliche Gewalt mehr über sie.

i) Zuweilen, doch sehr selten, fing auch die negative Abtheilung an, nach dem Aufhören eines sehr anhaltenden elektrischen Stroms, sich einigermafsen von aufsen nach innen in Bewegung zu setzen. Es geschah aber jederzeit viel später, langsamer, und zu weit geringerem Grade als an der positiven. Auch war das im Versuch gewesene Blatt kein sehr junges und frisches mehr, wovon, was diefs zu sagen habe, in der Folge, z. B. §. 33, mehr.

k) Bis daher hatte die elektrische Einströmung *ohne* alle, wenigstens wissentliche, *Schlagweite* im Kreise Statt. Setzte ich aber eine solche wirklich, und zwar nur von 1/4, 1/3, 1/2 Linie, u. s. w.,

so

so trug das zur Erhöhung der Wirkung hier eben so sehr bey, wie anderwärts für gröfsere Wasserzersetzung, u. s. w. Aeufserst leicht schlofs sich hier die negative Abtheilung, oder schlofs sich doch sehr viel früher und rascher, als die positive, die doch gewöhnlich auch hier blofs von *hinten* an zusammenging, also einer Gelenkreizung zu Folge. Wo sich von *vorn* an etwas an ihr schlofs, war es sicher eben so gut nur Folge einer am vordersten Blättchenpar vorgegangenen Gelenkreizung desselben als im *Resultate d*, und früher. Ich bin noch nicht dazu gekommen, diese Gelenke vorher durch starke elektrische Schläge zu *tödten*, und *dann* die Abtheilungen in den Versuch zu nehmen.

l) Für die Schliefsungen der positiven Abtheilung *nach* dem Aufhören des elektrischen Stroms aber waren solche Einströmungen *mit* Schlagweite im Durchschnitte *nicht* so günstig, als diejenigen *ohne* Schlagweite. Sie blieben schwächer, matter, und kleiner, und wurden oft auch durch die stärkeren Schliefsungen von innen heraus ganz unmöglich gemacht.

Anmerkungen.

a) Alle *nach* dem Aufhören der Maschinenbewegung oder des elektrischen Stroms beginnende Bewegungen an der Mimose sind wörtlich für Aequivalente von dem zu nehmen, was in ähnlichen galvanischen Versuchen mit thierischen Organen (s. §. 26 *B*) die Zuckungen bey der *Trennung* sind, also *Trennungsbewegungen*.

b) Das im *Resultat h* erzählte Phänomen konnte ich noch viel leichter erhalten, wenn ich keine *Trennungsbewegung* der positiven Abtheilung von aufsen nach innen zur Hemmung oder doch Verzögerung durch neue elektrische Strömung wählte, sondern überhaupt *irgend* eine durch jeden *andern* Reiz verursachte, rhythmisch von aufsen nach innen fortschreitende Blättchenschliefsung dieser Abtheilung. Die durch Kneipen oder Anschneiden des äufsersten Blättchenpars einer Blattabtheilung ist eine solche. Ich verband sogleich

auch noch den umgekehrten Versuch damit, kneipte oder schnitt nämlich auch die im Versuch — E erhaltende Blattabtheilung an einem der äufsersten Blättchen schwach an. Gleich nachdem diefs an beyden, schon zuvor gehörig armirten Blattabtheilungen möglichst schnell nach einander geschehen, und ehe noch mehr als ein Blättchenpar an jeder Abtheilung zusammen gezogen war, fing ich an zu drehen. In sämmtlichen Versuchen schlofs sich dann die negative Abtheilung den Augenblick äufserst schnell, so dafs es fast ans gleichzeitige gränzte, schneller, als der stärkste mir bekannte Reiz, *Brennen* des Blättchens, es zu bewirken vermag. In der positiven Abtheilung dagegen setzte sich in vier Versuchen von acht die Schliefsung nach begonnenem Drehen nicht im mindesten fort, sondern erst, und schneller als aufserdem, sobald ich mit dem Drehen einhielt. Liefs ich jetzt die Schliefsung nicht zu festen Fufs fassen, sondern auch nur wieder etliche Blättchenpare zusammengehen, so hemmte ich sie von neuem, und überhaupt, bey Beobachtung der angegebenen Vorsicht, so oft ich wollte, so bald ich wieder zu drehen anfieng. Hatte ich aber schon *zu viele* Blättchenpare sich ferner schliefsen lassen, so verzögerte ich nun blofs, was aber ebenfalls äufserst deutlich geschah. In den übrigen Versuchen, wo ich zu lange gesäumt hatte, ehe ich die Maschine das erste Mahl in Bewegung setzte, also die rhythmische Schliefsung sich schon zu sehr eingewurzelt hatte, verzögerte ich gleich von Anfang an blofs, und später hin auch dieses kaum mehr. Es fehlte mir übrigens so eben blofs an einer stärkeren Maschine, um nicht Schliessungen der gleichen Art von *jedem* Grade gänzlich zu hemmen.

c) Ich kehrte den vorigen Versuch (*Anmerkung b*) gewissermassen um, indem ich beyde Blattabtheilungen an einem *hintersten* Blättchen kneipte oder anschnitt. Jetzt wurde die inverse Schliessung der *positiven* Abtheilung ausnehmend *beschleunigt*, die der *negativen* aber *gehemmt*, oder doch *verzögert*.

d)

d) Aus der völligen Aequivalenz eine Mimosenabtheilung vor- und rückwärts durchlaufender Reize, sie mögen durch was immer hervorgebracht seyn, und aus der hieraus sich mit ergebender völligen Aequivalenz von Reizen auch rein *mechanischen* Ursprungs mit elektrisch hervorgebrachten folgt übrigens ohne Weiteres, dafs, wenn man an *derselben* Blattabtheilung ein letztes Blättchen hinten, und ein letztes vorn zugleich anschneidet, kneipt, od. s. w., die von diesen Stellen sich entgegen wirkenden Reize im Verlaufe der Abtheilung sich irgendwo (und zwar dem innern Ende näher als dem äusseren) *begegnen*, und, zwey Entgegengesetzten oder einem wahren + und — gleich, sich *aufheben* müfsen. Ich hätte dieses gern mit einer directen Beobachtung belegt gesehen. Sie würde sich so auszunehmen haben, dafs am Orte der gegenseitigen Aufhebung beyder Reize ein Blättchenpar völlig ungeschlossen zurückbliebe, während alles Uebrige vorn und hinten geschlossen wäre. Wenn man aber bedenkt, dafs ein ganz ungemeiner Zufall dazu gehörte, dafs einmahl beyde Reize sich, wie das dann seyn müfste, genau an der Stelle begegneten, von wo aus beyde sich erst seitwärts in die Gelenke der beyden Blättchen jenes Pares, oder in das auch nur eines, zu ergiefsen haben, und dafs es noch über diefs die Frage sey, ob dieser Ort ein blofser *Punct*, oder eine blofse mathematische Queer*linie* sey, als in welchem Falle die Hauptbedingung zum geforderten Erfolge sich noch viel schwieriger herstellen würde; so darf es nicht befremden, wenn in einer, schon wegen Schonung der Pflanzen nicht allzu zahlreichen Menge wirklicher Versuche darüber mir bis jetzt noch keine solche Beobachtung zu Stande kam. Alles, was ich noch habhaft werden konnte, aber gewifs hierher gehörte, dafs um die Gegend des Begegnens beyder Reizungen und ihrer Wirkungen die Schliefsung zuweilen matter, langsamer, schlaffer geschah.

e) Für sämmtliche Hemmungen und Verzögerungen in *Anmerkung b* und *c* waren Einströmungen *ohne* Schlagweite *günstiger* als *mit* solcher. Es wurde hier der Fortpflanzung des ersten Reizes

 nicht

nicht *ununterbrochen* genug entgegengearbeitet, und die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Fünkchen, die er auf der Stelle immer wieder benutzen konnte, übertrafen in jedem Falle an Werth jene der wirklichen Wirkung weit. Dagegen waren für die *Accelerationen* die Einströmungen *mit* Schlagweite die *wirksameren*, und in den Zwischenzeiten wirkte nichts entgegen.

f) Wo ich zuweilen zwey Abtheilungen erhalten hatte, von denen, nach Beendigung des Versuchs dieses §. 28, die negative Abtheilung nur zum Theile zusammengegangen war, die positive aber noch keine Trennungsbewegungen gezeigt hatte, und ich jetzt so schnell darauf als möglich die *entgegengesetzten* Elektricitäten einströmen liefs, so schlofs sich davon die vorhin positive, jetzt *negative* Abtheilung *weit schneller*, *als* es *zuvor die negative* that; an der vorhin negativen, jetzt *positiven* aber bewegte sich *nichts*, sondern erst *nach* dem Aufhören des Stroms, wenn er lange genug angehalten hatte, schlossen sich einige oder mehrere Blättchenpare an ihr als Trennungsbewegung, von welcher die jetzt negative Abtheilung nichts erfuhr.

g) Hat man nicht sonderlich empfindliche Blattabtheilungen zum Versuche dieses §'s gehabt, dabey *ohne* Schlagweite einströmen lassen, und besonders im Anfange langsamer, und später erst nach und nach rascher, dann aber sehr anhaltend gedreht, so fehlt es nicht, dafs oft *beyde* Abtheilungen, so lange fortgedreht wird, völlig offen bleiben, dagegen aber dennoch *nach* dem Aufhören die *ganze* positiv gewesene Abtheilung von aufsen nach innen, und schnell, zusammengeht. Eben so kann man auch in galvanischen *Froschversuchen* alle Schliefsungszuckung vermeiden, wenn das Präparat nur *nach und nach* dem ganzen Mafse der Action der Kette ausgesetzt wird. Bleibt sie aber lange genug geschlossen, so wird dann auch ein minder erregbares Präparat bey plötzlicher Trennung derselben sehr starke Trennungszuckungen und Krämpfe geben.

h)

h) Für alle in diesem §. erzählten Versuche ist durchaus *gleichförmiges* Drehen der Maschine, oder, wenn man damit zu steigen oder zu fallen hat, doch gehörig *allmähliges* Steigen und Fallen damit zu empfohlen. Dreht man nämlich, wie ungeschickte Gehülfen so leicht, mehr ruckweise, oder bald schnell, bald langsam, so bildet dieſs schon wahre Aequivalente von völligem Beginnen und Aufhören eines bloſs schwächern elektrischen Stroms, und vornehmlich ist man dadurch in Gefahr, so den Versuch noch während desselben mit Trennungsbewegungen verunreinigt zu sehen.

§. 29.

Froschversuch.

Sämmtliche Froschversuche in §§. 23, 25 und 27 lassen sich halbiren, oder jeder in zwey zerlegen. Von §. 23, *Fig.* 1, sind diese Hälften *Fig.* 5 und 6, von der ihr gleichgeltenden *Fig.* 2 sind es *Fig.* 7 und 8; *Fig.* 5, ist = *Fig.* 7, und *Fig.* 6 = *Fig.* 8. Zu den Hälften von §§. 25 und 27, *Fig.* 3 und 4, bedarf es keiner besonderen Figuren. Man braucht *Fig.* 5 und 6 nur umgekehrt zu zeichnen, oder auch bloſs die Kupfertafel umzukehren, um diejenigen von *Fig.* 3, und eben so mit *Fig.* 7 und 8 zu verfahren, um diejenigen von *Fig.* 4 zu haben. Auch keiner besonderen Abhandlung bedürfen die letzten vier ohne eigne Zeichnung gelassenen Hälften von *Fig.* 3 und 4, da man dafür die derjenigen vier (oder im Grunde nur zwey) von *Fig.* 1 — 2 höchstens bloſs in etwas anderer Ordnung (nähmlich in der Folge 6, 5, 8, 7); übrigens aber geradezu, wiederholen müſste. Schon von den ersten lassen sich wieder *Fig.* 5 = *Fig.* 7 und *Fig.* 6 = *Fig.* 8, zusammen fassen, ja, wie man sehen wird, selbst wieder *Fig.* 5 und 6 dem Versuche nach in *eine.*

Die Erregbarkeit der Froschpräparate selbst wird von derselben Höhe vorausgesetzt, wie in §§. 23, 25 und 27.

A. Mit leidner-Flaschen-Schlägen.

Die leidner Flasche und sämmtliche Armaturen müssen durchaus vorgerichtet und gewählt seyn, wie §. 23 vorschrieb. Der eben genügende Grad von Ladung der Flasche ist im Ganzen eher noch etwas schwächer als in §. 23.

Man fängt damit an, die + Belegung der Flasche mit der Armatur *f* in *Fig.* 5 oder 7, und die — Belegung mit *e* in Verbindung zu bringen; der Schenkel *a* wird jeden Falls zucken. Man bringt dann nach einer oder etlichen Secunden + an *e* und — an *f*; *a* wird vielleicht ebenfalls zucken, doch nicht stärker, als vorhin, sondern wenigstens schon merklich schwächer, wenn die Flasche nicht noch immer zu viel Ladung hatte. Nach gleicher Zeit + wieder an *f*, und — an *e* gebracht, giebt ganz bestimmt wieder stärkere Zuckung, als bey voriger umgekehrter Entladung, oder schon *allein* noch welche, wenn vorhin bereits *gar keine* mehr da war. Man fährt hierauf fort, nach unter sich gleichen Zeitzwischenräumen abwechselnd bald + an *f* und — an *e*, bald + an *e* und — an *f* zu bringen. Geschah es früher noch nicht, so wird man doch jetzt sehr bald da angekommen seyn, wo mehrere oder viele Mahl nach einander blofs dann Zuckung erfolgt, wenn + zu *f* und — zu *e* eintritt, gar keine aber im umgekehrten Falle. Ist endlich auch im ersten keine Zuckung mehr da, so braucht man auch hier nur die Zwischenzeit zu vergröfsern, um in der Regel sie dennoch wiederkehren zu sehen.

Mit dem Falle, wo + zu *e* eintrat, hat man übrigens schon allemahl *Fig.* 6 — 8 mit untersucht, da diese nichts, als eben diesen Fall, ausdrücken.

Resultat.

Der vorige Erfolg lehrt, dafs schwache leidner Flaschen-Schläge beym Zustande höchster Froscherregbarkeit sehr viel *wirksamer*

samer sind, wenn zu ihrer Entladung *positive* Elektricität zur *äussern*, *negative* zur *innern* der beyden Stellen des Organs, durch welche entladen wird, eintritt, als bey der umgekehrten Vertheilung der Elektricitäten. Im ersten Falle ist starke Wirkung da, wenn im letzten gar keine.

Anmerkung.

Es ist für den Erfolg einerley, welches von den Präparaten *Fig.* 5 bis 8 man zum Versuche wählt.

B. Mit anhaltenden elektrischen Strömungen.

I. Von der Elektrisirmaschine aus.

Hier ist der Versuch noch nicht besonders angestellt worden. Indessen ist er schon in §. 27 *A* hinlänglich enthalten, und bey welcher Vertheilung der Elektricitäten er auch angestellt sey, so wird er doch eben so wenige Contraction des Froschschenkels beym Anfange und Aufhören des elektrischen Stroms geben, wie dort, sofern man nicht etwa verfährt, wie in §. 27 *B Anmerkung b* angeführt wurde.

II. In der galvanischen Kette.

Hierzu bedeute *e* in *Fig.* 5—8 Zink und *f* Silber, und zur Kette werden beyde unter einander, unmittelbar oder durch ein drittes Metall, verbunden.

Resultat.

Bey der *Schliefsung* wird der Froschschenkel zucken, wenn beyde Metalle vertheilt sind wie in *Fig.* 6 und 8, d. i., das positive am Muskel oder nach ihm hin, das negative aber am Nerven oder seiner vom Muskel entfernteren Stelle liegt; dagegen nicht, wenn diese Metalle umgekehrt, oder wie in *Fig.* 5 und 7, vertheilt sind. — Bey der *Trennung* wird im ersten Falle keine Zuckung, wohl aber im letzten, zugegen seyn.

An-

Anmerkung.

a) War je in *Fig.* 5 und 7 auch etwas Schiefsungszuckung da, so war sie gewifs sehr viel kleiner, als die in *Fig.* 6 und 8, und auch viel kleiner als die nachherige Trennungszuckung.

b) Dieser Versuch (§. 29 *B*) *II* ist wesentlich kein anderer, als der Versuch (§. 29 *B*) *I* selbst, blofs mit dem Unterschiede, dafs hier die elektrische Action explosiver oder abgeschnittener ein- oder austritt als dort.

§. 30.

Mimosenversuch.

A. Mit Leidner-Flaschen-Schlägen.

Es wird blofs eine einzige Abtheilung armirt, nur an zwey verschiedenen Stellen, aufsen an der Spitze, und innen in der Nähe ihres Gelenks.

Resultat.

Man wird sehr bald Ladungen antreffen, welche die Abtheilung wenig oder zu gar keinem Theile schliefsen, wenn + E aufsen und — E innen eintritt, aber sehr weit oder gänzlich, und fast völlig gleichzeitig, wenn + E innen und — E aufsen eintritt. Auch werden die erforderlichen Ladungen unter übrigens gleichen Umständen noch etwas kleiner seyn, als in §. 26 *B*.

Ich habe Abtheilungen getroffen, welche nach der ersten der hier angegebenen Richtungen, erst die einfache Ladung mehrmahls nach einander, dann noch die doppelte aushielten, ohne im mindesten zusammenzugehen, sich aber sogleich und völlig schlofsen, als darauf wieder die einfache Ladung nach der *umgekehrten*, oder der *letzten* der beyden angegebenen Richtungen, durch sie hindurchging.

Gelangt aber auch der Erfolg nicht eben zu *dieser* Höhe von Präcision, so bleibt er doch immer noch sehr entschieden. Ohne

Aus-

Ausnahme wirkt — E aufsen und + E innen allemahl sehr viel stärker als umgekehrt, und wäre selbst die Ladung zu stark gewesen, so dafs die Abtheilung beyde Mahl sich schlöfse, und ganz, (wozu man dann schon ganz *nothwendig* (vergl. *Anmerkung a*) *zwey*, sich *entsprechende* genommen haben wird), so wird dieses dennoch im Falle von + E aufsen und — E innen sehr viel langfamer und träger, auch unter einem übrigens ganz andern Habitus, geschehen, als im umgekehrten Falle.

Anmerkungen.

a) Am überzeugendsten und sichersten stellt man die beyden Versuche, die einander zur Vergleichung dienen, an zwey verschiedenen, aber sich entsprechenden (d. i. zu demselben Pare gehörigen) Abtheilungen des Blattes an, weil man sonst glauben könnte, man addire im Grunde blofs Reize, indem man mehrmahls durch dieselbe Abtheilung entlade, und endlich *müfse* sie sich wohl schliessen, weil nun der Reiz anhäufungsweise grofs genug geworden.

b) Indessen ist der Erfolg dieses Versuchs wirklich zu einem solchen Grade sicher, dafs man ohne sonderliche Gefahr auch zwey Blattabtheilungen von ganz verschiedenen Blättern, Zweigen, oder selbst Pflanzen nehmen kann, sobald sie nur sonst so ziemlich von einerley Alter und Erregbarkeit scheinen.

c) Besonders bequem läfst der Versuch sich, und ohne alle Armatur, mit den beyden kleinen leidner Fläschchen in §. 26 *B Anmerkung f* anstellen, ohne dafs man von Störung durch mechanische Reizung dabey etwas Bedeutendes zu befürchten hat.

d) Dafs in diesem Versuche directe Reizungen des Abtheilungs*gelenkes*, und somit auch ihre Folgen wegfallen, ist von selbst deutlich.

B. Mit elektrischen Strömungen.

I. Auf die Art, wie in §. 28.

Man armirt dazu, wie in diesem §. 30 *A.*

Resultat.

a) Es geht während der Strömung, besonders zu Anfang derselben, bey + E innen und — E aufsen allemahl viel mehr von der Blattabtheilung zusammen, als bey + E aufsen und — E innen, und oft schliefst bey der ersten Anordnung die Abtheilung sich *ganz*, während sie bey der zweyten völlig offen bleibt.

b) Hat bey + E aufsen und — E innen die Strömung lange genug angehalten, so treten nach ihrem Aufhören *Trennungs*bewegungen (vergl. §. 28 *Resultat f* und ferner) ein, die um so beträchtlicher sind, je länger zuvor die Dauer der Strömung war.

c) Auch hier erhöht man die Wirkung durch Einsetzung kleiner Schlagweiten.

d) Eine Menge übriger Details übergehe ich, da sie schon in §. 28 und sonst, vorkamen, und der Verständige leicht von selbst finden kann, was von ihnen noch hierher gehört, oder auch, wo hier ferner vorkommende dort hingehören. Blofs das will ich noch anführen, dafs hier eben so gut, als in §. 30 *A* unmittelbare Reizungen von Abtheilungs*gelenken* und deren Folgen wegfallen.

II. Durch sehr allmählige Entladungen von leidner Flaschen.

Man ladet eine gröfsere leidner Flasche, z. B. die in §. 24 nach Umständen 4, 6, 8, 10 bis 12 und mehr Mahl so stark, als zu §. 30 *A*, und verbindet mit ihrem Knopfe durch gewundenen Draht eine *stumpfe Spitze*, welche man vermittelst einer isolirten Handhabe hinsetzen kann, wo man hin will. Die äufsere Belegung der Flasche fafst man in die eine trockne Hand, und mit der andern setzt man jene stumpfe Spitze auf das äufsere Ende irgend einer jungen frischen und ausgebildeten Blattabtheilung einer unisolirten Mimose.

Hier

Hier besteht der Entladungskreis der Flasche aus der Person, welche die Flasche hält, einem beträchtlichen Stück trocknen Zimmerbodens, den Füfsen und dem Blatt des trocknen hölzernen Tisches, auf welchem die Pflanze steht, dieser ihrem Topfe, ihrer Erde, und der Pflanze bis zur berührten Abtheilung selbst, und da die Leitung in ihm äufserst unvollkommen ist, so geschieht auch die Entladung höchst allmählig, und bis 8 und 12 Umdrehungen der Maschine geben dem Experimentator noch keinen Schlag, während er sonst schon von einer, und weniger, einen merklichen empfindet.

Resultat.

War Reizbarkeit des Blattes und Ladung der Flasche gehörig getroffen, so geht *nichts* von der Blattabtheilung zusammen, wenn sich innen in der Flafche *positive* Elektricität befand. Höchstens schliefst das berührte Blättchenpar sich, was aber, wo nicht schon von mechanischer Reizung, von der Reizung der Gelenkchen desselben herkommt (s. oben). War die Ladung aber bedeutend zu stark, so schliefst sich dann freylich mehr von der Abtheilung mit. — Befindet sich im Gegentheile *negative* Elektricität in der Flasche, und übrigens genau so viel, wie vorhin, so wird bey der Berührung der Abtheilung mit der stumpfen Spitze die *ganze* Blattabtheilung sich mehr oder weniger schnell, und rhythmisch, schliessen, und auch in dem Falle, wo die Ladung um eben so viel *zu* stark war, wie vorhin, wird nun um so eher die ganze Abtheilung sich schliefsen, und sehr viel schneller und stärker, als der blofse Theil bey + E in der Flasche.

Anmerkungen.

a) Dieser Versuch gehört zu den einfachsten, die man anstellen kann, um sich von der bey weiten *stärkeren* Wirkung der *negativen* Elektricität auf jüngere Mimosenblattabtheilungen als der positiven zu versichern, sobald diese Elektricitäten *von aufsen* in dieselbe

 tre-

treten. Auch kann man hier, da der Versuch so wenige Vorbereitung kostet, sich besonders schnell orientiren, und eine grofse Reihe Versuche in kurzer Zeit anstellen.

b) Schraubt man von der stumpfen Spitze die Kappe ab, dafs ihre *scharfe* frey wird, so braucht man nur die Ladung gehörig zu erhöhen, um die Blattabtheilung mit dieser Spitze gar nicht mehr *berühren* zu dürfen; man *nähert* sich ihr dann blofs bis in überall gleiche Entfernung. Hierzu sind besonders die *kleinern Fläschchen* in §. 28 *B Anmerkung f* sehr geschickt, wo sich die Spitzen am Knopfe selbst befinden. Man ladet die eine innen positiv, die andere gleich stark innen negativ. Nachdem man die innen *positive* mit ihrer Spitze dem Ende der Blattabtheilung *vergebens* näherte, schliefst sich auf gleiche Annäherung der innen *negativen* die *ganze* Abtheilung.

c) Eben so bequem sind diese Fläschchen, nachdem die Kappen wieder übergeschraubt, auch für die unmittelbare Berührung der Abtheilungen zu gebrauchen, weil man hier die andere Elektricität immer gleich auf der Stelle bey der Hand hat. Nur hat hier die Entladung die Allmähligkeit nicht mehr, wie bey gröfsern Flaschen, oder kleinern mit scharfen Spitzen.

d) Wie man übrigens solche Flaschen *innen negativ* ladet, ohne deshalb erst ans *Reibzeug* der Maschine zu gehen, ist bekannt. Man fafst sie beym Knopfe (Hacken, od. s. w.), hält sie mit der *äufsern* Belegung an den (positiven) Conductor, setzt sie darauf auf eine isolirende Fläche nieder, und hebt sie jetzt an der äufsern Belegung wieder davon auf. Dieſs gibt auf gleich viel Umdrehung der Maschine bey weiten sicherer eine gleich starke Ladung (Spannung) der Flasche für den Fall, dafs sie innen negativ, und genau eben so stark als vorher positiv seyn soll, als wenn man am Conductor ableitet, und am isolirten Reibzeuge ladet. Im letzten Falle erhält man sie gewöhnlich schwächer.

III. Vermittelst elektrischer Bäder.

Man isolirt den Topf, worin sich die Pflanze befindet, und verbindet die Erde in ihm durch eines der Löcher im Boden desselben durch eine Kette bald mit dem (positiven) Conductor, bald mit dem (negativen) Reibzeuge der Maschine. Man dreht die Maschine langsam, während man zugleich dem Ende irgend einer jüngeren Blattabtheilung eine nicht isolirte Metallspitze aus gegebener Entfernung entgegenhält.

Resultat.

Man wird hier beständig sehen, dafs, bey gefundener gehöriger Entfernung der Spitze von der Blattabtheilung (sie konnte schon bey meiner so schwachen Maschine beträchtlich grofs seyn, und *Zolle* betragen), diese sich *äufserst schnell und ganz* schliefst, wenn das *Bad* der Pflanze *positiv* ist, während sie *völlig offen bleibt*, oder doch nur *wenig*, und allemahl *schwächer* und *langsamer* sich *schliefst*, wenn das *Bad* der Pflanze *negativ* ist.

Anmerkungen.

a) Da auch bey *Pflanzen* es ebenso gleichviel als bey thierischen Organen ist, ob sie irgendwo nach der einen Richtung + E *verlieren*, oder nach der andern entgegengesetzten — E *empfangen*, und wieder, ob sie nach der einen — E *verlieren*, oder nach der entgegengesetzten andern + E *empfangen*, so lehrt und bestätigt dieser Versuch (§. 30 *B III*) vollkommen, was die früheren (§. 30 *A* und *B I, II*) gaben.

b) *Schöner* noch, und *sehr* schön fällt sein Erfolg aus, wenn man die Pflanze durch 2, 4, 6 oder 8 Umdrehungen erst in das Bad, dessen Spannung man damit hoch oder niedrig haben kann, setzt, und erst nach gegebener gleicher Zeit, *nachdem die Maschine wieder ruht*, z. B. 2 bis 4 Secunden darnach, dem Ende der Blattabtheilung eine unisolirte Spitze entgegenhält, nur dafs man sie hier bestimmt

stimmt beträchtlich näher bringen mufs, als wenn man sie ihm noch *während* der Bewegung der Maschine entgegenhielte, und von neuem und so näher, von je geringerer Spannung das Bad selbst ist. Setzt man dann aber, während das Bad bald positiv bald negativ ist, alle übrigen Umstände nur gehörig gleich, so ist es hier aufserordentlich leicht, die Blattabtheilung sich *nicht im mindesten* schliefsen zu sehen, wenn das Bad *negativ*, aber *durchgängig* und *rasch*, wenn es *positiv* ist.

c) Um hier in je zwey zusammengehörigen Versuchen, und wenn man sie an der *nämlichen* Blattabtheilung anstellen will, und dazu dann von selbst mit dem negativen Bade anfängt, damit man die Abtheilung für den folgenden Versuch offen behalten könne, *vollkommen* gleiche Entfernung der Spitze von der Abtheilung zu erhalten, befestigt man sie von Anfang an auf ein isolirendes Stativ, läfst hinten von ihr einen feinen Draht pendelartig und ohne dafs er bis an etwas Ableitendes reiche, herabhängen, versetzt sodann die Pflanze ins Bad, und berührt hierauf jenen Draht ableitend.

d) Ich habe bey feineren Wiederholungen obigen Versuchs unter der Modification *Anmerkung b* deutlich bemerkt, dafs Aufhebung des Bades durch Spitzen von *Zink*, unter sonst möglichst gleich gehaltenen Umständen, merklich wirksamer war als Aufhebung desselben durch Spitzen von *Silber*, *Gold* und besonders *Platin*, ungeachtet sie alle möglichst ähnlich waren. Noch eine scharfe rechtwinkelige *Ecke* von 1 Zoll breitem Platin*blech* wirkte schwächer, als eine blofse Zink*spitze*. Ich habe diese Beobachtungen bey positivem Bade der Pflanze, und sich genau entsprechenden Blattabtheilungen gemacht. Ganz ähnliche fanden sich schon längst bey *Menschen* in elektrischen Bädern vor.

e) Wenn man zu diesen Versuchen *zwey* Mimosen (in gesonderten Töpfen) nimmt, so werden sie *noch* anziehender. Man isolirt beyde, verbindet die Erde der einen (*a*) auf oben anzeigte Art

mit

mit dem Conductor oder dem Reibzeuge der Maschine, bringt dann zwey möglichst gleiche Blattabtheilungen beyder Pflanzen, wie in §. 24 und §. 26 *A*, vorn mit einander in Berührung, und hält dann seiner Zeit einer zweyten auf der freyen Seite der Pflanze befindlichen Blattabtheilung *n* der andern Pflanze β eine Spitze gegenüber. Ist jetzt das Bad *negativ*, und sonst alles getroffen, so bleibt die Blattabtheilung der Pflanze α ruhig; die sie berührende der Pflanze β dagegen schliefst sich, und die zweyte Abtheilung dieser Pflanze β, oder *n*, bleibt wieder offen. Ist das Blatt *positiv*, so schliefst sich die Blattabtheilung der Pflanze α; die sie berührende der Pflanze β bleibt offen, und die freye oder zweyte Abtheilung (*n*) dieser Pflanze (β) schliefst sich ebenfalls. Doch ist die Schliefsung dieser gewöhnlich etwas beträchtlicher, oder doch rascher als die derjenigen an der Pflanze α.

Diesen Versuch hätte Ingenhousz sehen sollen, um überzeugt zu werden, dafs es *kein bloſser Wind* sey, wie er wollte, und ihm lange nachgeglaubt wurde, der bey elektrischen Versuchen mit Mimosen diese, und völlig mechanisch, in Bewegung und Schliefsung versetze. Denn wo sollte doch, vollends bey so schwachen Bädern wie die meinigen, da, wo die Abtheilungen der beyden Pflanzen α und β sich unmittelbar berühren, und *bloſse Leitung* übrig bleibt, ein solcher herkommen? Aber der sonst so scrupulöse Mann liefs diefsmahl selbst leidner-Flaschen-Schläge nach bloſser Blasebälge-Weise wirken, weil Comus le Dru 23) sich wahrscheinlich geirrt hatte, schien überhaupt nun keiner von ihm gelten zu dürfen. Aber auch Hrn. Ingenhousz mufste erst durch andere gezeigt werden, wie er oft irrte, ohne dafs man ihn deshalb auch *da* herabgesetzt hätte, wo er *wirklich Recht* hatte.

f) Diese Versuche mit Bädern und vorgehaltenen Spitzen werden jetzt zur Genüge rechtfertigen, was ich bereits §. 6 bey Gelegenheit

23) In einem einzigen Versuche, den er gelegenheitlich miterzählt (seine Geschichte habe ich in Gehlen's *Journ. f. d. Chem. Phys. u. Miner. B. VI. S.* 457 gegeben).

heit Comus's sagte; so wie die gesammten Versuche dieses §. 30, was ich daselbst bey Gelegenheit van Marum's hinzufügte. Denn wirklich haben wir in ihm, besonders unter *A* Mimosenblätter genau behandelt, wie Volta mit Reibungselektricität schon 1792 Frösche, (und Galvani mit Berührungselektricität schon 1794).

g) Stellt man den Versuch *Anmerkung e* mit der Abänderung an, dafs man der freyen Abtheilung *n* der zweyten Mimose β keine Spitze, und überhaupt nichts, vorhält, sondern nach aufgehörtem Drehen der Maschine, während fortbestehender Verbindung beyder Töpfe mit dem Conductor oder dem Reibzeuge, *diese* oder die *Verbindungskette*, und damit auch die beyden Pflanzen, entladet, indem man mit dem Finger einen Funken zieht, so ist der *Erfolg* für die beyden sich berührenden Blattabtheilungen der zwey Mimosen der *umgekehrte* vom dortigen. Es *schliefst* sich nämlich, war das *Bad positiv*, die Abtheilung der *Pflanze* β, und die der *Pflanze* α bleibt *offen* (oder schliefst sich doch weniger und langsamer); war aber das *Bad negativ*, so *schliefst* sich die Abtheilung der *Pflanze* α, und die der *Pflanze* β bleibt *offen* (oder schliefst sich wenigstens langsamer und weniger).

h) Setzt man das Ende der Abtheilung blofs *einer* (isolirten) Pflanze vermittelst gehöriger Armatur u. s. w. mit der Maschine in Verbindung, giebt dann das Bad, und zieht hierauf Funken aus der Kette, oder dem Theile der Maschine, welcher lud, so wird, bey getroffener Stärke des Bades, wenn es *positiv* war, diese Abtheilung sich *schliefsen*, wenn sie dagegen *offen* bleibt, sobald das gleich starke Bad *negativ* war.

i) In den Versuchen §. 30 II und III und ihren *Anmerkungen* wird häufig zugleich vom Niedersinken des Blattes selbst, zu dem die respective Abtheilung gehörte, vorfallen, besonders, wenn entweder die Reizbarkeit der Blattstielgelenke so eben sehr hoch steht, oder die elektrische Wirkung selbst schon etwas stark war; denn

der

der Strom geht hier durch diese Gelenke unmittelbar mit. Man wird diese Blattsenkungen dann allemahl *entweder blofs* da bemerken, wo + E zur Abtheilung (von aufsen) ein- oder — E (von innen) von ihr ausströmte, oder auch die Pflanze nur es durch sie in der Richtung nach aufsen verlor, *oder*, wenn, wo mehrere Blätter mit ihren Gelenken im elektrischen Kreise waren, beyde knicken, doch allemahl das, was *sonst allein* gesunken wäre, am *schnellesten* und damit scheinbar auch *frühesten*, wiewohl man auf diesen Fall hier verhältnifsmäfsig nur selten treffen wird.

k) In keinem aller meiner Versuche mit elektrischen Bädern war die Spannung letzterer so hoch, dafs eine zu bemerkende Divergenz der verschiedenen Divergenzfähigen Theile der Mimosen und ihr zu Folge bey der nachherigen Aufhebung des Bades irgend eine merkliche Zurückbewegung derselben entstanden wäre. Es konnte also keiner der Erfolge bey letzterer im mindesten von blossen mechanisch zu Stande gekommenen Bewegungen dieser herrühren, wie van Marum z. B. in seinen Versuchen (vergl. §. 3) allerdings nicht völlig sicher war, als welcher achtungswürdige Physiker, dessen Genie sich überall mehr der Cultur der *Maschinen* als derjenigen der *Gesetze* der Elektricität und ihrer Wirkungen zuneigte, übrigens auch hier nur durch Sturm zu siegen vermeinte, während doch auch in der Physik der Sieg nur dann ein wahrer, vollendeter ist, wenn man seinen Gegenstand nicht *tödtet*, sondern sich mit ihm *versteht*.

§. 31.

Froschversuch.

A. Mit Reibungselektricität.

I. Bey höchster Erregbarkeit des Präparats.

Der hieher gehörige Versuch fehlt bis jetzt, obschon seiner Zeit dazu blofs eine nähere Untersuchung der Zustände, in welchen

in §. 27 *A* die Nerven *c* und *d* der beyden Froschschenkel *a* und *b* in *Fig.* 3 oder 4 nach dem Aufhören der Bewegung der Maschine zurückgeblieben waren, erforderlich gewesen wäre. Gegenwärtig im hohen Sommer aber fehlte die Gelegenheit, ihn eigens nachzuholen.

II. Bey niederer Erregbarkeit von jenem Grade, bey welchem §§. 23 und 25 der Erfolg des Versuchs der durchaus umgekehrte seyn würde,

d. i., bey dem Erregbarkeitszustande, welchen ich in m. *Beyträgen z. näh. Kennt. d. Galv. B. II, St.* 3, 4, *S.* 76, mit *E* bezeichnete.

Ich armirte am 23. Jul. d. J. ein Froschpräparat, ganz wie *Fig.* 3 es zeigt, an *a* und *b* mit zwey homogenen Metallen, und verband diese Armaturen, die eine (*e*) mit dem *positiven Conductor*, die andere (*f*) mit dem *negativen Reibzeuge* meiner Elektrisirmaschine. Zuvor befanden sich beyde Schenkel *ca* ud *db* auf durchaus gleichem Grade und Zustande der Erregbarkeit, und zwar, nachdem sie den in m. *Beyträgen* a. a. O. mit *D.* bezeichneten Uebergangszustand so eben verlassen hatten. Ich liefs die Maschine, mit kurzen Pausen zwischen jedem Hundert, zusammen 400 Mal umdrehen. Jetzt gaben, wenn ich eine geringe Schlagweite setzte, als die sonst so augenblicklich Contractionen hervorruft, auch wenn das Präparat schon matt ist, beyde Schenkel keine Zuckungen mehr. Allein, der Schenkel *ca*, oder der, welcher von aufsen + E erhalten hatte, war so in seiner Erregbarkeit erhöht, dafs er schon während dem vierten Hundert der Umdrehungen in freywilliges Zittern ausbrach, und nachmahl auf das blofse Zurückbiegen seines Nerven *c* auf die Haut der Muskeln *a*, also auf Ketten aus blofs thierischen Theilen, verschiedene Mahl nach einander Contractionen gab. Eben so vorzüglich reizbar bewies er sich auch gegen Ketten aus heterogenen Metallen, während der Schenkel *db* oder der, welcher von aufsen — E erhalten hatte, sich nur noch sehr schwach auf sie bewegte. Ich hing jezt die Verbindungsketten um, so dafs nunmehr *a* von

aus-

aussen — E, und *b* dagegen + E bekam, und liefs, weil ich es im Ganzen doch mit einem nun matteren Präparate zu thun hatte, 600 Mahl umdrehen. Hiernach war jetzt der *Schenkel ca* so und noch mehr *deprimirt*, wie vorhin *db*, der *Schenkel db* im Gegentheile war es, welcher sich jetzt gegen galvanische Ketten auf Zink-Silber noch aufserordentlich erregbar zeigte. — Ueber den ganzen Versuch waren gegen 3/4 Stunden verflossen.

Anmerkung.

Da es uns, wie man sehen wird, für den folgenden Mimosenversuch, von ähnlichen auch mit blofser Reibungselektricität, aber an Fröschen, angestellten, eigentlich nur auf einen solchen ankommt, der *überhaupt*, selbst abgesehen von der gegebenen *Art* ihrer Erregbarkeit, beweise, dafs Fröschpräparate wie *Fig.* 3—4 im Kreise dauernder elektrischer Strömungen zu beyden Seiten entgegengesetzte Modificationen ihrer Erregbarkeit erleiden, während das Präparat zugleich für die vorige Vertheilung der Elektricitäten im Allgemeinen deprimirt (für die entgegengesetzte aber exaltirt) ist, so kann dieser Versuch §. 31 *A* II völlig für den Mangel des Versuchs *A* I entschädigen und denselben vertreten.

B. Mit Berührungselektricität.

I. Bey höchster Erregbarkeit des Präparats.

Man untersuche in §. 27 *B* den Zustand des Froschpräparats, in welchem es nach, einige Zeit angehaltener Schliefsung, der dortigen galvanischen Kette zurückgeblieben ist.

Resultat.

Das ganze Präparat ist für die *vorige* Anbringungsart der elektrisch-heterogenen Armaturen *im Allgemeinen deprimirt*, für die *umgekehrte* aber *exaltirt*; dabey aber findet sich der *Schenkel b*, oder der, an welchem das von beyden *negative* Metall lag, noch

 beson-

besonders wieder für galvanisch-elektrische Reize *exaltirt*, und der *Schenkel a*, oder der, an welchem das von beyden *positive* Metall lag, für selbe *deprimirt*.

Anmerkungen.

a) Das Nähere dieser Erregbarkeitsmodificationen befindet sich umständlich in *m. Beyträgen z. näh. Kennt. d. Galv. B. II, St.* 3, 4, in der zweyten Abhandlung, vorzüglich in §§. 54, 60 und 63.

b) Ueber die vollkommene Gültigkeit dieses Versuchs statt des noch fehlenden *A I* vergleiche man §. 27 *B Anmerkung a.*

II. Bey niederer Erregbarkeit von gleicher Schwäche und Art, als in *A II.*

Man untersuche nach einer Schliefsungszeit der Kette, die in der Regel bedeutend länger seyn mufste, als in *B I.*

Resultat.

Der Erfolg ist derselbe, als in *B I*, blofs dafs die Localitäten die umgekehrten sind. Es ist hier nähmlich der Schenkel, der mit dem *positiven* Metalle armirt war, welcher *exaltirt*, und derjenige, der mit dem *negativen* Metalle armirt war, welcher *deprimirt*, oder unreizbarer als jener, zurückbleibt.

Anmerkungen.

a) Zu welchen fast fürchterlichen Phänomenen hier die Exaltation des mit dem positiven Metalle armirt gewesenen Schenkels Gelegenheit geben kann, ist bekannt. Sie gründen sich vornehmlich in dem hier leicht bis zum mehrere und viele Minuten anhaltenden *Starrkrampfe*, welchem dieser Schenkel als Trennungszuckung bey galvanisirten Froschpräparaten von einer vorausgegangenen, einige Zeit gedauerten und dann schnell abgebrochenen Wirkung während der Kette, und eben so auch von einer Erregbarkeits-

keitserhöhung, die dieser Schenkel durch sie erlitt, unterworfen ist. Ich müfste zu viel wiederholen, was schon anderwärts hinlänglich auseinander gesetzt ist, wenn ich dieses *hier* nochmahls näher untersuchen wollte. Im Verlaufe der zweyten Abhandlung in *m. Beyträgen B. II. St.* 3, 4 *Abschn. IV und V* wird sich alles hierher Gehörige vorfinden. Hier bemerke ich blofs noch, dafs die Trennungszuckungen im positiv armirten Schenkel eben so, wie in *B I* die im negativ armirten, und so stärker hervortreten, je länger die Kette geschlossen war, also in gleichem Grade, als während letzterer die Erregbarkeitsmodification vorschritt, mittlerweile der hier negativ, und in *B I* positiv armirte Schenkel für Zuckungen bey neuer *Schliefsung* genau im nämlichen Verhältnifse unfähiger wird.

b) Uebrigens habe ich diesen Versuch *B II* blofs, weil er dem Versuche *A II*, der als Stellvertreter von *A I* zu dienen hat, entspricht, hier angezogen, indem ich in dieser Abhandlung noch keine Gelegenheit finden werde, ihm den in jeder Hinsicht buchstäblich entsprechenden Mimosenversuch gegenüber zu stellen,

§. 32.

Mimosenversuch.

Es ist zu untersuchen, in welchem Zustande in Hinsicht auf ihre Reizbarkeit in §. 28, oder auch, wie der Versuch daselbst in *Resultat k* angestellt ist, wenn die Strömung lange genug gedauert hat, zurückbleiben.

Resultat.

So weit ich bis jetzt dieser Untersuchung folgen konnte, sah ich immer:

a) Dafs beyde Abtheilungen für Elektricitätsempfang nach der zuvor Statt gehabten Vertheilung derselben beträchtlich unempfindlicher, dagegen für welchen nach der umgekehrten oder entgegengesetzten Vertheilung von jener viel empfindlicher geworden waren, als vor dem Versuche; *b*)

b) Dafs *diejenige* Blattabtheilung, welche von aufsen + E oder von innen — E *empfing*, oder, was gleich ist (s. §. 30 ***B III Anmerkung a***), welche nach aufsen — E oder nach innen + E *abgab*, selbst wieder *überhaupt* merklich *empfindlicher*, und die *andere*, welche von aufsen — E oder von innen + E *empfing*, oder, was dasselbe, die nach aufsen + E oder nach innen — E *abgab*, *minder empfindlich* zurückblieb.

c) Schon im Vorigen befinden sich mehrere Beobachtungen, welche das *Resultat a* bestätigen. Was die abnehmende Reizbarkeit der Abtheilung, welche — E erhält, für die Statt habende Elektricitätsvertheilung betrifft, so gehört hierher, was §. 28 *Resultat c* davon erzählt wurde, dafs gewöhnlich zu *Anfange* der Strömung die Wirkung auf die Abtheilung die gröfste sey, bald aber abnehme, und endlich ganz zu fehlen scheine, sofern nicht noch zu rechter Zeit durch plötzlich *stärkeres* Drehen der Maschine nachgeholfen wird, was aber gewöhnlich nur kurze Zeit von Wirkung bleibt.

d) Was die zunehmende oder *zugenommene* Reizbarkeit der Abtheilung, welche von aufsen + E erhielt, für die *entgegengesetzte* Elektricitätsvertheilung betrifft, so thut wieder der Erfolg des Versuches §. 28 *Resultat f* sie so schön dar, als es nur irgend gefordert werden kann. Wenn so eine ganz oder zum Theile offen gebliebene *positive* Abtheilung bey neuer Strömung nach der ersten zur *negativen* gemacht wurde, schlofs sie sich sogleich *weit schneller*, als die ihr völlig gleiche *vorher* negative es bey der *ersten* Strömung gethan hatte.

e) Schnitt ich eine zuvor im Strömungskreise sehr lange *negativ* gewesene, und gröfstentheils oder ganz offen gebliebene Abtheilung nach dem Aufhören des Stroms (doch nicht *sogleich* den Augenblick darauf, damit nämlich auch *diese* Abtheilung erst zu dem, was bey *ihr* inneres Trennungsresultat seyn kann, sich gehörig zu erheben, Zeit gehabt hatte) an einem äufsern Blättchen an, dafs sie sich also jetzt von aufsen nach innen schliefsen mufste, so geschah

die-

dieses *merklich langsamer*, als an der ihr entsprechenden Abtheilung, die ich zugleich im nämlichen Grade anschnitt, vorher aber nicht mit im Strömungskreise, sondern statt ihrer eine andere vom zweyten Pare darin gehabt hatte. Ich würde den Erfolg noch auffallender erhalten haben, hätte ich einen *schwächeren* Reiz, als der Blättschenanschnitt ist, mit eben so viel Sicherheit jedesmahl gleich grofs zu treffen gewufst.

f) Eben so schlofs sich eine offen gebliebene, lange Zeit *positiv* gewesene Abtheilung, wenn ich sie, nicht zu lange nach dem Aufhören des Stroms an einem äufsern Blättchen anschnitt, beträchtlich schneller, als die ihr entsprechende, aber nicht mit im Versuche gewesene, doch zugleich zu eben dem Grade angeschnittene. Mit andern Worten es auszudrücken, es wurde hier durch den neu hinzugekommenen Reiz die stocken gebliebene *Trennungs*bewegung herausgehoben, deren vorher latentes Moment sich zu der neuen hinzu addirte, womit sie gegenseitig sich zu einem gröfseren Producte verbanden.

g) Noch kann auch die mir häufig vorgekommene Beobachtung, dafs ich, wenn ich in Versuchen von der Art §. 26 *B*, z. B. und noch in sehr vielen anderen, bey ersten Anstellungen derselben mit ganz schwacher Ladung der Flasche anfangen, und nach und nach steigen mufste, um den eben passenden Grad von Ladung ausfindig zu machen, fast in der Regel erst eine *bedeutend stärkere* gehörig wirksam fand, als nach einiger Uebung, noch in derselben Stunde, wenn ich an völlig ähnlichen Blättern *weniger* Vor-Versuche, oder auch *gar keine* nöthig hatte, den *ersten* Theil vom *Resultate a* bestätigen helfen; so wie eine andere ebenfalls öftere, dafs, wenn ich, nach vielen anfänglichen Versuchen mit nach und nach steigender Ladung (indem ich z. B. um blofse 1/8 Umdrehungen fortstieg), doch noch keine Wirkung oder erst eine geringe erreicht hatte, solche an demselben Abtheilungspare nicht selten sogleich, oder, war vorhin schon einige da gewesen, jetzt stärker eintrat,

als

als ich die zuletzt gebrauchte Ladung wiederholte, und nur sie *umgekehrt* gab, den *anderen* Theil des *Resultates* a.

Anmerkung.

Ich hätte wohl gewünscht, die Haupt-*Resultate a* und *b* dieses §'s (32) mit mehr Belegen begleiten zu können, als es wirklich geschehen ist. Auch hätte ich gewünscht, die Erfolge bis zu Höhen getrieben zu haben, die *jenen* sich näherten, bis zu welchen man die Erfolge der correspondirenden *Froschversuche* §. 31 auf *galvanischem* Wege (*B* daselbst) so leicht bringen kann. Aber ich kam auf die Versuche dieses §'s erst gegen das Ende meiner diesmahligen Mimosenversuche, indem ich bis dahin noch immer die *Säule* für nothwendig zu ihnen gehalten hatte, bis mir so vieles, was mir schon im Vorigen als hierher gehörig auffiel, den Muth gab, auch *diese* Resultate von blofser Maschinenelektricität noch besonders zu fordern, vornehmlich, seitdem sie mir am 22. Jul. auch schon die Trennungsbewegungen, gleichsam den letzten Schritt zu jenen, so schön geliefert hatte, die mir zwar früher oft schon unter den Händen gewesen waren, die ich aber geraume Zeit schon dadurch völlig für das, was sie doch waren, zu nehmen abgehalten war, dafs ich, aus Mangel eines diesmahl zuvor nicht vollständigen Ueberschlags, was eine Erregbarkeit, bey der allmähligen Accumulation des Reizes so leicht die Stelle förmlich explosiv eintretender ersetzen kann, alles zu bieten vermöchte, auch hierfür früher noch immer die *Säule* allein für sie genügend gehalten hatte. Indessen werde ich zu anderer Zeit unfehlbar nachholen, was ich gegenwärtig noch zurücklassen mufs, und zweifle nicht, dafs ich zu *allem*, was man etwa *doch* noch ferner *nur* von der Säule herstellbar halten möchte (z. B. zur Darstellung der hier noch ganz übergangenen Erregbarkeitsmodificationen *aufserhalb* des elektrischen Kreises, die ich für thierische Organe der Classe am 13. Aug. vorigen Jahres an Pflanzen vorlegte), *dennoch* nichts als blofse *Reibungs*elektricität, nöthig haben werde. — Zwar kann ich — für mich selbst — und so für

Jeden,

Jeden, der mit den neueren Gesetzen organischer Erregbarkeit, die seit der Entdeckung des Galvanismus aufgefunden wurden, vollkommen und aus eigener Erfahrung vertraut ist, mich auch mit dem Wenigen schon begnügen, was ich in den Resultaten *a* bis *g* doch wirklich anführen konnte. Doch ist eine *solche* Bekanntschaft nicht Jedem, am wenigsten jedem *Pflanzen*physiologen, zuzumuthen, und es bleibt allemahl von einigem Verdienst, die Wiederkehr jener Gesetze bey der *vegetabilischen* Erregbarkeit ihm eben so umständlich und nach allen Seiten zu belegen, als es scheint, dafs ihre Gültigkeit bey der *animalischen* zuvor belegt seyn mufste, ehe man dreist genug werden konnte, sie in aller ihrer Vollständigkeit auch für jene zu suchen.

Ueberhaupt kann dem wahren Gelehrten die Kenntnifs *allgemeinerer* Gesetze in blofsen *Theilen* des von ihm beherrschten Gebiets nie völlig genügen, weil diese Gesetze damit selbst so leicht das Ansehen einer blofsen Sonderbarkeit bekommen und behalten, die immer noch einigen geheimen Verdacht gegen sie übrig läfst. Daher habe ich schon *in dieser Abhandlung* die Phänomene *vegetabilischer* Erregbarkeit möglichst durchgängig in Parallele mit den durch gleiche Ursachen hervorgerufenen ähnlichen der *animalischen* abhandeln mögen; und daher suchte ich schon längst die nämliche Gesetzlichkeit auch *da*, und *fand* sie, wo sie wohl noch viel weniger wieder vermuthet seyn mochte, in der *anorgischen* Natur, die denn doch immer als die Mutter der organischen zu betrachten seyn wird, und deren Kinder nichts von ihr mitbekommen werden, was sie nicht selbst besäfse, wo immer sie es auch verberge.

Doch ich kehre von Betrachtungen zurück, zu denen ich mir hier das Recht noch nicht begründete, und verfolge schicklicher dasjenige weiter, was mich für eine künftige Zeit dazu berechtigen kann, und dieses um so lieber, weil, was mit *jenen* zu gewinnen steht, sich gegenwärtig deutlich noch in dem Falle zu befinden

scheint, welchen ich bereits oben, am Schlusse von §. 8, mit etwas Höherem zu entschuldigen hatte.

§. 33.

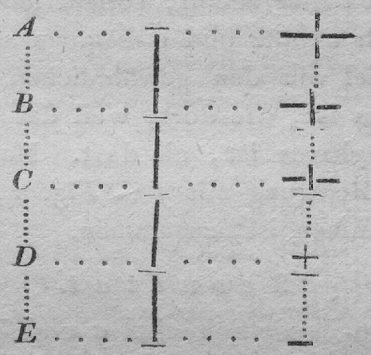
Froschversuch.

Vorerinnerung.

Alle bisher abgehandelten Froschversuche (nur §. 31 *A* II und *B* II ausgenommen) wurden bey der *höchsten* Erregbarkeit, die bey Fröschen, und überhaupt bey Thieren, vorkommt, angestellt vorausgesetzt. Dieses darum, weil sich sehr bald (in §. 34 schon) zeigen wird, dass wir es bis hierher auch bey den *Mimosen* noch immer blos mit der *höheren* und *höchsten* Erregbarkeit zu thun hatten, welche, an ihnen, und ebenfalls vielleicht an Pflanzen überhaupt vorkommt. Aber von dieser höchsten Erregbarkeit bey Thieren gibt es, bis zur niedersten, eine Menge *Zwischenstufen* und *Uebergänge*, die noch über dies keinesweges blose *Grad*verschiedenheiten, sondern mit denen zugleich noch wahre Veränderungen in der *Art* dieser zugleich dem Grade nach abnehmenden Erregbarkeit verbunden sind. Ich habe diese Geschichte der thierischen Erregbarkeit bereits in früheren Schriften, vornehmlich in *m. Beyträgen u. s. w. B. II. St.* 3, 4 ausführlich abgehandelt, und verweise deshalb dahin. Es fanden sich dort als *Extreme* von mit dem Grade auch der *Art* nach verschiedener Erregbarkeit zwey sich *völlig entgegengesetzte*, von denen das *eine* diejenige Erregbarkeit ist, welche uns bisher die Phänomene ihrer elektrischen Affection gab; das *andere* dagegen jene Erregbarkeit, die, von einer gewissen Stufe der Erregbarkeit im Allgemeinen herab, überall diejenige ist, welche in allem, was älter, matter wird und ist, vorherrscht, bis es endlich in ihr ganz allein endet oder stirbt, die aber in völlig gleichen Versuchen mit ihr die *durchaus entgegengesetzten* Phänomene von denen jener ersten gibt, und eben darum *selbst die entgegengesetzte von jener ersten* seyn muss. Auf dem Wege aber, den ein organi-

sches

sches Ganzes, oder auch ein blofser abgetrennter Theil von ihm, von jener *ersten* Erregbarkeit oder (weil die zweyte doch auch hier schon immer mit vorhanden ist, nur gewöhnlich noch nicht merklich mit afficirt wird) ihrer vorzüglichen Vorherrschaft bis zur eben so grofsen und noch gröfseren Vor- und endlichen Alleinherrschaft dieser *zweyten* durchläuft, findet sich besonders *ein* merkwürdiger Mittelzustand von Erregbarkeit, wo nämlich nach dem vorherigen Sinken der ersten Art von Erregbarkeit, oder besser, ihrem *schnelleren Sinken* als das gleichzeitige der zweyten ist, *beyde* Arten von Erregbarkeit für Reize in *gleichem* Grade vorhanden sind, und von diesen auch, sofern sie nicht zu schwach, allemahl beyde *zugleich*, und sofern sie, andererseits, nicht wieder zu stark (vergl. §. 34 *Resultat d Anmerkung c*), in *gleichem Grade* afficirt werden. Es ist derselbe Zustand von Erregbarkeit im Allgemeinen, den ich in *m. Beyträgen*, *a. a. O. S. 76* mit *C* bezeichnete, während ich jenem der von uns hier bisher abgehandelten *A*, und dem der in §. 35 abzuhandelnden, *A* entgegengesetzten *E* gab. Ungefähr in der Mitte von *A* und *C* bezeichnete ich den da Statt findenden Uebergangszustand mit *B*, und wieder in der Mitte von *C* und *E* den da Statt findenden mit *D*, so dafs die ganze Scale der möglichen Erregbarkeitszustände, ihrer *Art* und dem Conflicte der entgegengesetzten Erregbarkeiten nach, durch folgende Skizze bildlich ausgedrückt ist:



in welcher der Zustand *A* sich, wie er in der Natur mit der höchsten Erregbarkeit zusammenfällt, noch in der Zeichnung ebenfalls zu oberst, und *E*, der mit der niedersten zusammenfällt, gleichfalls zu unterst, befindet. Die Uebergangszustände *B* und *D* werde ich indefs in dieser Abhandlung nicht in besondern Paragraphen abhandeln, schon weil die Phänomene bey ihnen, als Compositionen von denen bey *A* und *C*, und denen bey *E* und *C*, sich leicht von selbst berechnen lassen, und dann, weil, was von, ihnen ähnlichen, Uebergangszuständen der Pflanzen- oder Mimosenerregbarkeit gegenüber gehört, besser erst da angeführt wird, wo es unmittelbar gefordert wird, und welche Orte zerstreut seyn dürften. Blofs *C* und *E* bleiben uns also für die besondere Revision, und wir fangen mit ersterem an.

Versuch.

A.

Man nehme ein Froschpräparat, wie man es von der letzten Hälfte des Frühjahrs an, den Sommer hindurch, bis in den Herbst in der Regel (selten findet man noch eines vom Zustande *B*, noch seltener von *A*) erhält, wenn man auch mit der Präparatur schnell verfahren wäre. Man armire es, wie *Fig.* 1 zu §. 23, und bediene sich der leidner Flasche genau wie dort. Der Vorsicht wegen kann man auch die Vorrichtung der Flasche selbst noch die nämliche, wie dort, lassen, obgleich hier schon, sobald letztere nicht allzu grofs (was über diefs noch unnütz und unbequem seyn würde), bey weiten nicht mehr so viel von den gewöhnlicheu Constructionsmängeln derselben zu fürchten ist, wie dort, weil das Froschpräparat schon ein viel minder erregbares ist, als dort. Man bringe die + Belegung mit *e*, die — Belegung mit *f* in *Fig.* 1, welche jezt für dieses Präparat angenommen ist, zusammen.

Resultat.

Beständig werden *beyde* Schenkel *a* und *b* *gleich stark* zucken, und damit fortfahren, bis gar kein für sie merkliches Residuum mehr in der Flasche ist.

Zu-

Zugleich wird man an diesem Erfolge des Versuches sehen, ob das Präparat wirklich von dem eigentlich für letztern geforderten Erregbarkeitszustande *C* sey. Denn hat zuletzt, was allerdings zuweilen in obigen Jahreszeiten noch vorkommt, doch noch stärkere oder gar alleinige Zuckung auf der Seite von *b* oder der negativen statt, so befindet das Präparat sich noch mehr oder weniger *oberhalb C* in obiger Scale, und man hat dann blofs kurze Zeit zu warten, um es bey *C* selbst angekommen zu finden. Hat man aber zuletzt noch stärkere oder gar alleinige Zuckung auf der Seite von *a* oder der positiven, so steht das Präparat schon *unterhalb C*, wovon es auf keine bis jetzt bekannte Weise wieder dahin (oder gar noch höher) zurückzubringen ist 24); vielmehr eilt es von hier unaufhaltsam *E* ferner entgegen.

B.

Man armire ein ähnliches Froschpräparat wie in *Fig.* 3, verfahre aber übrigens ganz wie in §. 33 *A*.

Resultat.

Auch hier werden bey der Entladung *beyde* Schenkel *a* und *b*

24) Blofs einen Fall kenne ich, der mir vorgekommen ist, wo vorhandene dem *Zustande* oder der *Art* nach tiefere Erregbarkeit wieder um einiges in höhere zurückgeht. Er tritt ein, wo man, auf die von mir schon vor langer Zeit angegebene Weise, Froschpräparate, die für die eben vorgenommenen Versuche auf *zu hohem* Erregbarkeitszustande stehen, durch starke, rasch sich folgende galvanische oder elektrische Schläge und Säulenschliefsungen auf den gewünschten *niederen* herabbringt, z. B. von *C* auf *E*. Gleich nach der vermeinten völligen Tödtung eines Theils der Reizbarkeit hierdurch findet man wirklich vor, was man haben wollte. Häufig aber *erholt* sich das Präparat bald darauf wieder, und kehrt meistens zum wenigsten wieder bis *D* zurück, welcher Zustand für sehr schwache Reize leicht selbst *C* wieder werden kann. Man thut daher wohl, für Versuche, wo man das Präparat schlechterdings vom reinen und bleibenden Zustande *E* braucht, es *etwas weiter* zu tödten, als man es eigentlich hinterher todt haben möchte. Kurze Zeit darauf wird es doch sich auf dem beabsichtigten Erregbarkeitszustande und Grade finden lassen.

b gleich stark zucken, und damit bis zur letzten wirksamen Entladung fortfahren, sofern der Zustand *C* genau getroffen war.

C.

Man nehme eine blofse *Hälfte* des Präparats (blofs *einen* Schenkel mit seinen Nerven) und armire ihn wie in *Fig.* 5 oder 6.

Resultat.

Auch hier wird der Schenkel allemahl zucken, die Entladung geschehe wie in *Fig.* 5 oder wie in *Fig.* 6. Nur zuletzt wird er es nothwendig blofs in einem Falle mehr thun. Es ist aber eben die letzte Zuckung überhaupt, und bey wiederholten Versuchen wird sicher die Entladungsrichtung (und ohne Regel) wechseln, bey welcher er diese letzte Zuckung gab, so lange das Präparat nur überhaupt sich noch auf dem Erregbarkeitszustande *C* oder hinlänglich nahe bey ihm hält.

D.

Stellt man den Versuch (§. 33) *B* mit Berührungselektricität, z. B. einer galvanischen Kette aus Zink und Silber, an, so erhält man bey der *Trennung* der Kette ebenfalls Zuckung. Aber die Zuckungen sind entweder auf *beyden* Seiten *gleich*, oder gewöhnlicher zuckt blofs der am Muskel *negativ* armirte Schenkel *stärker* oder *allein*.

Anmerkungen.

a) Befindet sich das Froschpräparat beträchtlich *oberhalb C* in der Scale, also etwa bey *B*, so wird in diesem §. 33 *B* in *Fig.* 3 die Zuckung bald auf der Seite der + *E* erhaltenden Armatur bedeutend stärker seyn, als auf der Seite der — *E* erhaltenden. Steht es beträchtlich *unterhalb C* in der Scale, also etwa bey *D*, so wird sie bald auf der — Seite bedeutend stärker, als auf der + Seite werden.

b)

c) Ein Präparat *oberhalb C* wird im Versuche *D* dieses §'s, bey der Schliefsung, ebenfalls auf der positiven Seite stärker als auf der negativen zucken, und bey der Trennung dann auf der negativen Seite stärker als auf der positiven. Ein Präparat *unterhalb C* wird dagegen bey der Schliefsung gleichfalls auf der negativen Seite stärker, und bey der Trennung dann auf der positiven Seite stärker als auf der negativen, oder auch auf dieser allein zucken.

c) Im Allgemeinen wird man zu den *Versuchen* (§. 33) *A* bis *C* schon nach Verhältnifs bedeutend stärkere Ladungen der Flasche erforderlich finden, als zu den ähnlichen Versuchen, aber mit Froschpräparaten vom Erregbarkeitszustande *A* in §§. 23, 25 und 29. So ist auch im *Versuche D* von den schwächer als Zink, Silber wirkenden galvanischen Ketten schon eine merklich stärkere zur Hervorbringung einiger Bewegung nöthig, als in §. 27 *B*, wo das Präparat sich gleichfalls auf dem Zustande *A* befand. Da sich nun der Grad vorhandener Erregbarkeit umgekehrt verhält, wie der zu gleichem Producte der Reizung erforderliche Reiz, so sind nothwendig Froschpräparate vom Erregbarkeitszustande *C* zugleich beträchtlich *minder* erregbar als welche vom Zustande (*B*, und noch mehr als von) *A*.

§. 34.

Mimosenversuch.

Bis daher stellten wir sämmtliche Mimosenversuche immer an *jüngeren, frischeren*, nur dabey doch auch *ausgebildeteren* Blättern dieser Pflanze an, und erhielten die beschriebenen Resultate Aber *bey weiten nicht Blätter jeden Alters geben*, bey sonst völlig gleichem Verfahren, *die nämlichen Resultate*. Wir werden noch finden, dafs sie zuletzt die völlig umgekehrten von den bisher erzählten werden können. — Wir gehen an der Pflanze, ihren Stengeln, ihren Zweigen u. s. w., von oben herab, und nehmen zu irgend einem

nem der leicht zu wiederholenden früheren Versuche, z. B. zu §. 26 *B*, nach der Reihe *immer ältere Blätter*.

Resultate.

Je weiter wir herabkommen, desto weniger entschieden wird auch bey der besten Uebung der Erfolg des Versuches. Die Unterschiede zwischen den beyden Abtheilungen a. a. O. werden immer kleiner, und zuletzt verschwinden sie völlig, und *zwischen beyden Abtheilungen tritt die höchste Gleichheit des Resultates ein.*

Anmerkung.

Bey Blättern dieser Beschaffenheit bleiben wir vor der Hand stehen. Der Zustand ihrer Erregbarkeit entspricht deutlich dem im vorigen §. (§. 33) an thierischen Organen abgehandelten Zustande *C*. Es sind in der Regel noch nicht die ältesten an der Pflanze vorhandenen Blätter, welche ihn bieten. Meistens aber befinden sie sich diesen näher, als den jüngern und jüngsten, mit denen wir oben (von §. 24 an) beständig arbeiteten. An sehr abspannenden Tagen, und wenn die Pflanze vorher schon vielen sie schwächenden Versuchen ausgesetzt war, befinden sich selbst schon ziemlich obere (oder äufsere) Blätter auf diesem Zustande *C*, und nur die äufsersten jüngsten geben noch etwas Wirkungsunterschied in je zwey Abtheilungen, von denen die eine positiv, die andere negativ war, aber so wenig, dafs, wenn wir den Zustand der Erregbarkeit, auf welchem solche Blätter in den vorigen Versuchen dann standen, wenn sie z. B. in der einen Abtheilung nichts und in der andern alles gaben, §. 33 analogisch *A* nennen, dieselben von *C*, in der dortigen Scale ausgegangen, sich höchstens auf *B* befinden mochten. Dagegen ist es wieder bey besonders frischen Gewächsen, die noch wenig oder keine elektrische Versuche ausstanden, von Anfang an vorzüglich reizbar waren, und an vorzüglich günstigen Tagen (z. B. den ersten ganz heiteren und wärmeren nach lange angehaltener kalter

kalter und regnerischer Witterung), besonders des Morgens, als wenn die *ganze* Pflanze sich auf dem Zustande *A* befinden sollte. Denn erst *sehr* weit unten am Zweige oder Stamme findet man *B*, und endlich *C*. Ein Extrem vom *ersten* Falle hatte ich an der Mimose *Nro. I* (§§. 10, 11) am 14ten Jul., eines vom *letzten* Falle am Tage darauf, den 15ten, an der eben diesen Tag erst erhaltenen, noch gar nicht in elektrischen Versuchen gewesenen Mimose *Nro. II*. Im Durchschnitte aber ist der geforderte Erregbarkeitszustand *C* mit Wahrscheinlichkeit immer von oben herab ungefähr bey 2/3 bis 3/4 der gesammten Blätterzahl eines gut ausgewachsenen Mimosenzweiges zu suchen. Geht man bey ältern Pflanzen an einem Aste herab, der selbst erst wieder an zur Seite ausgeschossenen Zweigen Blätter trägt, wie *Nro. III* meiner Mimosen dieses gewährte, so mufs man jeden dieser letztern, oder überhaupt jede besondere Blätterbildungsreihe *für sich* von oben herein revidiren, nur dafs sich, da diese Seitensysteme von Blättern meistens klein und oft auch sehr verschieden sind, im Allgemeinen eben nicht viel mehr von ihnen sagen läfst, als dafs auch bey ihnen die tiefer stehenden, also älteren Blätter sich auf einem immer niederern Zustande der Erregbarkeit befinden als die höheren oder jüngern.

Resultat b.

Solche auf dem Erregbarkeitszustande *C* befindliche Blätter oder Blattabtheilungen bedürfen, bey sonst gleichem Versuche oder gleichen Umständen, allemahl eine beträchtlich *gröfsere Menge von Elektricität*, um überhaupt Wirkung sehen zu lassen, als auf höheren Zuständen befindliche. Ich kann im Durchschnitte die erforderliche Quantität Elektricität auf die doppelte bis dreyfache von jener schätzen. Solche Blätter sind also schon ganz im Allgemeinen *minder erregbar* als jene, und jeder andere Reiz, auf sie angewandt, bestätigt es.

Anmerkung.

Auch umgekehrt sind Blätter derselben Mimose, desselben Astes, oder desselben Zweiges von ihnen, allemahl um so reizbarer, je jünger sie sind. Es darf hierbey nicht stören, dafs die jüngsten Blätter, die sich noch gar nicht gehörig entwickelt haben, es weniger zu seyn scheinen, als die ihnen nächst folgenden, weil sie noch keine so grofsen *Bewegungen*, als jene, oder auch vielleicht noch *gar keine* geben. Blofs die *Organe* dazu sind noch nicht hinlänglich ausgebildet. *Reizbar* aber sind diese Blätter in der That in *noch höherem* Grade als die jüngsten ausgebildeten. Noch während ich dieses schreibe (am 3ten August), schneide ich an einem solchen Blatte, dessen noch ganz geschlossene Abtheilungen, ungeachtet jede gegen 22 bis 24 Blättchenpare haben mufs, noch keine vier Linien lang sind, und an welchen durch und durch noch nichts Bewegliches ist, am äufsersten Ende einer Abtheilung mit einer scharfen, feinen Schere sorgfältig an, so dafs ich sicher nur einige *Spitzen* von Blättchen wegnehme. An dem ganzen kleinen Blatte rührt sich nichts. Aber nach einer verhältnifsmäfsig sehr kurzen Zeit knickt sogleich das Blatt *unter* ihm nieder, und schliefst sich; ja diesem folgt nach etwas längerer Zeit auch das *zweyte* noch nach. Eine *sehr* starke Reizung war also vorgegangen, und über diefs auch noch sehr *schnelle Fortpflanzung* derselben. Ein schon *zur Hälfte ausgebildetes* Blatt, am Ende der einen Abtheilung eben so und stärker angeschnitten, knickte zwar erst selbst ziemlich bald. Auch die Abtheilungsgelenke bogen sich. Aber es knickte, und nach viel längerer Zeit als vorhin, nur *ein* nächstes Blatt unter ihm nach, und es erfolgte wenig Schliefsung an ihm. Indessen war auch *letzteres* noch immer mehr, als bey *ganz ausgebildeten* Blättern von solchem Blättchenanschnitte zu erhalten. Wenn die Schere nur nicht so stumpf war, dafs sie blofs *zerquetschte* oder *zerkneipte*, oder wurde die Abtheilungs*rippe* (der Theil der Abtheilung, an welchem zu beyden Seiten die Blättchen mit ihren Gelenken ansitzen, und den ich hier blofs der Kürze wegen etwas uneigentlich, aber doch lieber als mit Stiel,

Stiel, so benenne), nur nicht mit verletzt, so habe ich in zweyjährigen vielen hundert Versuchen kaum 6mahl gesehen, dafs mehr als das angeschnittene Blatt sich geschlossen hätte und niedergesunken wäre, oder überhaupt eine sichtbare Wirkung sich über dasselbe hinaus erstreckt hätte. Unterdessen war ich zu Tische, und der Himmel, der am Morgen heftig regnete, wird heiter. Jetzt knicken auf gleich viel Anschnitt obigen *ganz jungen* Blattes *vier* folgende Blätter; auf gleichen des *halbausgebildeten zwey*; am *völlig ausgebildeten* aber noch immer *nur dieses*. Jetzt, bey der Copie dieses §'s, hole ich nach, was ich den Tag darauf (am 4ten August), wo es von neuem *regnete* und *noch kühler* war, hatte. An einem jungen *völlig ausgebildeten* Blatte schlofs sich, auf Wegschnitt eines äufsern halben Blättchens, die beschädigte Abtheilung nur etwa zu 2/3, und *blofs* diese Abtheilung, auch dabey höchst langsam. Das Blatt selbst knickte noch nicht, als ich das erst *halb* ausgebildete Blatt *über* ihm eben so anschnitt; doch schlofs sich *dieses* zu allen an ihm offenen Theilen, und knickte auch nieder. Ein noch *völlig geschlossenes junges* Blatt aber wurde an diesem schlechten Tage doch durch möglichst ähnlichen Anschnitt stark genug gereizt, um das nächste Blatt unter ihm, wiewohl nur dieses eine, niedergehen und nachher auch schliefsen zu machen.

Resultat c.

Was für einen der bisherigen Mimosenversuche man auch mit auf dem Zustande *C* befindlichen Blättern oder Abtheilungsparen oder einzelnen Abtheilungen anstelle, so wird doch *nirgends ein Wirkungsunterschied* zwischen den beyden Abtheilungen, wo zwey in entgegengesetzte elektrische Zustände versetzte zugegen sind, oder, wo nur eine, zwischen den elektrischen Behandlungen nach entgegengesetzten Richtungen Statt finden.

Es wäre überflüfsig, dieses Fall für Fall durchzugehen, da das Resultat sich ununterbrochen wiederholen würde.

 An-

Anmerkungen.

a) Wir haben im Vorigen schon eine Menge Erfolge mit zu bemerken gehabt, die von den Resultaten bey gegenwärtigem Reizbarkeitszustande *C* nicht mehr weit entfernt waren. Alle *geringern* und *geringsten* Grade von entschiedenem Erfolge, wie er dort gewöhnlich war, gehören hierher. So auch rührte das Phänomen §. 28 *Resultat i*, wo nähmlich von zwey im Strömungskreise gewesenen Abtheilungen die zweyte, die in der Regel völlig ruhig zurückbleibt, ebenfalls einige Trennungsbewegung gab, von nichts anderem her, als dafs dieses Abtheilungspar sich bereits auf dem Zustande *B*, oder sonst einem zwischen *A* und *C* liegenden, also zu gewissem Grade auf *C* selbst befand. Denn im correspondirenden Froschversuche mit Berührungselektricität giebt ebenfalls der zweyte, bey höherem Erregbarkeitszustande sonst ruhig bleibende Schenkel schon einige Trennungszuckung mit.

b) Uebrigens habe ich ausdrückliche Strömungsversuche der Art, wie §§. 28 und 30 *B I* sie beym Zustande *A* aufführen, beym tiefern oder dem mittlern Erregbarkeitszustande *C* dieses §'s nicht besonders vorgenommen, da mir schon solche, wie §. 30 *B II* und *III*, mit langsamen Flaschenentladungen und elektrischen Bädern nämlich, als deren ich wirklich viele anstellte, zusammengenommen mit dem, was mir so häufig *zufällig* bey Gelegenheit der Versuche zu §. 28 in die Hände kam, so viele Belehrung gewährten, als ich bey einer ersten Untersuchung, wo ich mehr die *Grundzüge des Ganzen* vollendet, als schon auch alle *Details* erschöpft zu sehen wünschte, irgend nöthig hatte; um so mehr, als schon das Haupt-*Resultat a* (dieses §'s), erhalten auf dem Wege von §. 26 *B*, die übrigen sämmtlich in sich enthielt. Letzteres aber habe ich unzählige Mahl wieder gesehen, und schon der oben gedachte 14te Jul. allein gewährte es mir in fast allen an ihm angestellten Versuchen. Wäre meine Mimose *Nro. I* (§. 10, 11), die damahls noch meine einzige war, sechs Tage früher eben so matt und niedrig

drig von Erregbarkeit gewesen, so hätte es, besonders bey dem unentschiedenen Erfolge meiner *ersten* elektrischen Versuche an ihr, vielleicht Jahre gedauert, bis ich sie wieder in die Hände genommen hätte.

c) Ist im Versuche, nach §. 26 *B* angestellt, oder in ähnlichen, die Ladung der Flasche *zu stark*, so werden zwar immer noch *beyde* Abtheilungen geschlossen, aber diejenige, welche + E von aufsen bekommt, bestimmt stärker und heftiger als die andere, ungeachtet sich beyde für eben rechte Ladungen genau auf dem Zustande *C* befunden hätten. Dieses reducirt sich ohne Zweifel darauf, dafs hier zu viel Elektricität zugegen ist, um beyde im Zustande *C* zusammen vorhandene Erregbarkeiten *A* und *E* blofs noch in *gleichem* Grade zu beschäftigen. Die erste oder *A* war erschöpft, und in die zweyte oder *E* wurde nun stärker eingegriffen als zugleich in *A*. Das Entsprechende hat auch bey galvanischen Froschversuchen Statt, sobald die Kette oder Säule zu stark genommen wird.

d) Häufig kommt, wie durch Witterungseinflufs und viele elektrische Behandlung die ganze Pflanze, durch letztere auch ein blosses einzelnes Abtheilungspar, in kurzer Zeit vom Zustande *A*, oder doch *B*, bis auf *C* herab. Man erhält, hat es auch eine Stunde vorher die Resultate von §. 26 *B* gegeben, eine Stunde später die Resultate des gegenwärtigen §'s. Es darf dazu blofs häufig in elektrischen Entladungs - oder Strömungskreisen seyn, was oft zu geschehen hat, ohne dafs es dazu allemahl schon wieder offen zu seyn brauchte. Es gehen nach Umständen Tage hin, bis es wieder zur anfänglichen Höhe seines Erregbarkeitszustandes zurückgekommen ist.

e) Merkwürdig könnte es fast scheinen, dafs gerade *elektrische* Reize so grofse Erregbarkeitsschwächungen und Aenderungen ihres Zustandes hervorzubringen vermögen, während die *stärksten andern* bisher gewöhnlich angewandten Reize, als Schnitt, Quetschung,

schung, und selbst *Brand,* welcher letztere den stärksten elektrischen Schlag aus einer Flasche von 2/3 Quadratschuh Belegung an Wirkung übertrifft, nur wenig oder auch gar nichts von ihnen bemerken lassen. Indessen verliert sich das Sonderbare hierbey, sobald man bedenkt, dafs die letztern Reize nur eine *sehr kleine* Stelle *unmittelbar* trafen, die dann auch wirklich nicht blofs sehr in ihrer Erregbarkeit geschwächt und in deren Zustande erniedrigt, sondern geradezu *gänzlich getödtet* wurde, während elektrische Reize *so weit* unmittelbar reizen, als die *Elektricität* zu Folge des ihr vorgezeichneten Weges *selbst sich erstreckt,* und ferner, dafs, wie bey Thieren oder thierischen Organen, auch bey *Pflanzen* alle nächsten Erregbarkeitsmodificationen und Tödtungen derselben nur *örtlich* sind, d. i., sich nur so weit erstrecken, als die Sphäre der unmittelbaren Einwirkung des Reizes selbst. Ich habe die überzeugendsten Beweise von dieser Oertlichkeit der Wirkung auch bey *elektrischen* Reizen gesehen, z. B. wo ich durch Blattstiele sehr starke Schläge gehen liefs, ohne dafs ein Gelenk im Entladungskreise mitbegriffen gewesen wäre, wobey durchaus die darin gewesene Strecke jener gelähmt oder auch fast getödtet wurde; oder, wo ich einzelne Blattabtheilungsgelenke durch solche Schläge lähmte, ohne dafs da bey die übrigen, das Blattstielgelenk und die Abtheilungen selbst, merklich gelitten hätten.

f) Ich habe übrigens hier auch bey Pflanzen von einer an sich durchaus schädlichen und tödtlichen Wirkung der Elektricität zu sprechen gehabt, welche sie neben allem dem, was sie von relativer Exaltation und Depression ebenfalls wirkt, und unabhängig von aller Richtung, nach welcher sie die Pflanze oder das Thier und sein Organ durchströmt oder durchstürzt, dennoch beständig mitübt, und in um so höherem Grade, je stärker sie selbst ist; so findet ganz der nämliche Umstand auch für thierische Organe Statt, und schon in *m. Beyträgen, B. II. St.* 3, 4 *S.* 125 habe ich näher auf denselben aufmerksam gemacht. Er ist indessen bey weiten noch nicht

genug

genug untersucht, und bleibt bis jetzt in gewissem Betrachte noch um so dunkler, da durch die genauesten Untersuchungen van Marum's und Anderer dargethan ist, dafs auf diesem Wege Vernichtung aller Reiz- oder Erregbarkeit Statt haben kann, ohne dafs die mindeste Verletzung der *Structur* des zuvor reizbaren Theils dabey vorgegangen wäre.

§. 35.

Froschversuch.

Man läfst ein Froschpräparat, wie es in §. 33 erhalten wurde, 1/2, 3/4, 1 Stunde oder nach Umständen auch länger liegen, oder man giebt ihm von der Nervenseite aus, und so, dafs, während man es bey den Schenkeln hält, beyder Nerven in gleichem Grade getroffen werden, eine hinlängliche Anzahl einfacher Conductorfunken, oder einige Schläge aus mäfsig geladenen leidner Flaschen, oder auch eine gehörige Anzahl Säulen-Schläge 25), und so, dafs der positive Pol der Säule an die Nerven, der negative an die Muskeln, oder doch mit ihnen in zuleitende Verbindung kommt. In allen diesen Fällen wird man, wenn man im ersten nicht *zu* lange verzögerte, und in den folgenden nicht *über*reizte, ein Präparat erhalten, welches, nachmahls wieder wie *Fig.* 3 (= 4) geordnet und eben so armirt, die Resultate des §. 33 keinesweges mehr gibt, noch weniger die des §. 25, sondern mehr oder weniger die völlig entgegengesetzten von letztern.

Die leidner Flasche bedarf hierzu auf keinen Fall mehr der Vorrichtungen, wie sie in §. 23 empfohlen und Vorschrifts halber auch in §. 33 noch beybehalten wurden.

Resultat.

Bey der Entladung, so dafs die + Belegung mit *e* in *Fig.* 3, die — Belegung mit *f* daselbst in Verbindung kommt, wird, nachdem

25) Vergl. hierzu die *Note* zu §. 33 *Versuch A Resultat.*

dem die zu starken Elektricitäten (wenn selche da waren, und wobey der positiv armirte Schenkel bald schwächer zuckt als der negative) vorüber sind, immer nur noch der Schenkel allein zucken, welcher durch seine Armatur *negative* Elektricität erhält, oder *b*. Auch wird man hier gleich von Anfang an die Ladung der Flasche, und die Zeit von einer neuen Entladung zur andern, viel leichter treffen, als in den ähnlichen Versuchen (§. 33 und) §. 25. Ferner wird, hier wie dort, das Resultat sich um so entscheidender ausnehmen, wenn man abwechselnd die + Belegung der Flasche, z. B. bald mit dieser bald mit jener Armatur verbindet, weil dann auch jeder Verdacht entfernt wird, als beruhte die für nur eine Seite sich entscheidende Contraction blofs auf einer ungleichen Erregbarkeit beyder Schenkel, die aber ein geübter Experimentator von selbst nicht zuläfst. Es ist genug, wenn man mit diesem Wechseln der Elektricitäten anfängt, sobald die Contraction vollkommen einseitig geworden (dafs das nämliche Wechseln der Elektricitäten auch für §§. 23 und 25 gelten könne, versteht sich von selbst).

Anmerkungen.

a) Durch das Liegen oder die Behandlung des Präparats von anfänglichem Erregbarkeitszustande *C* mit Conductoren, leidner Flaschen- oder Säulen-Schlägen wird selbes in seiner Erregbarkeit überhaupt geschwächt, und kommt so in einem Falle allmählig, im andern schneller, vom Zustande *C*, oder auch jedem höhern, durch *D* (§. 33) herab bis auf *E*, oder einen Zustand, welcher demjenigen in §. 23 vollkommen entgegengesetzt ist. Die erwähnte Schwächung documentirt sich auch sogleich durch die verhältnifsmäfsig sehr viel stärkeren Spannungen derselben Flasche, die man für nöthig findet, als die, welche noch in §. 33 hinreichten, und vollends als die ausnehmend geringen, welche in §. 25 genügten.

b) Befindet sich das Froschpräparat einmahl auf dem Zustande, in welchem es die oben angegebenen Resultate liefert, nämlich auf *E* (vergl. §. 33), so verbleibt es nun so lange, als es ferner

noch

noch durch irgend einen Grad von Elektricität in Bewegung zu setzen ist, in ihm, nur dafs mit der Zeit die *Spannung* der Flasche, wenn sie dieselbe bleibt, oder, wenn die Spannung dieselbe bleibt, die Flasche, immer gröfser; mehr Batterie, und zuletzt Spannung und Flasche oder Batterie zugleich, immer gröfser seyn müssen, um gleich grofse Erfolge, hier Contractionen, zu erhalten. Weswegen innerhalb des Zustandes *E* ausnehmend viel länger und leichter fortzuexperimentiren ist als in jedem andern.

c) Genau so verhält es sich auch für Versuche mit Berührungselektricität, oder für die galvanischen. Aus diesem Grunde ist alles, was mit einem solchen *einem* Versuche, wie *Fig.* 3, wo der Zustand des Präparats *E* oder nahe *E* ist, die beyden Armaturen *e* und *f* dann Zink und Silber, oder überhaupt ein unter sich positiver und negativer Leiter sind, und diese zur Kette geschlossen werden, durch sein Resultat irgend ferner gegeben seyn konnte, bey keinem andern (und damit veränderlicherem) Erregbarkeitszustande so ausführlich und beynahe erschöpfend untersucht und nachgezeigt worden als bey diesem. Es war übrigens völlig einerley dafür, dafs man zufällig mehr von §. 29 *BII Fig.* 5—8 (beym Erregbarkeitszustande *E* angestellt), ausging, da *Fig.* 1 ohne diefs blofs *Fig.* 5 und 6 in *einen*, und *Fig.* 2 wieder blofs *Fig.* 7 und 8 in *einen* Versuch zusammengefafst, und *Fig.* 3 (= 4) nur das Umgekehrte von *Fig.* 1 (= 2) ist (vergl. §. 29 *Vorerinnerung*). Galvani selbst war der Urheber dieses Versuches, und allerdings verdiente er, den ersten Grund zu einem Gebäude gelegt zu haben, welches die thätige Zeit schon zu beträchtlicher Höhe aufgeführt hat (vergl. §. 32 *Anmerkung*), und dem auch wir hier einige Steine zufügen.

§. 36.

Mimosenversuch.

Nachdem man in §. 34 mit dem Versuche §. 26 *B* an irgend einer Mimose oder einem Zweige derselben bis zu solchen Blättern

 herab-

herabstieg, deren Abtheilungen, nachdem unterweges die dortigen Resultate sich immer minder entschieden, endlich von jeder der beyden Elektricitäten in völlig gleichem Grade in Bewegung kamen, gehe man jetzt abermahls weiter an der Pflanze herab, und nehme die *allerältesten* Blätter derselben, sofern der Gärtner, oder wer sonst ihr Pfleger war, sie stehen liefs, und sie nicht bereits völlig unempfindlich oder todt, und dann recht eigentlich nur noch adhäsionsweise mit dem Zweige verbunden sind, in den gleichen Versuch.

Resultat.

Nachdem man in der Regel eine noch viel stärkere Ladung als in §. 34, geschweige denn als in §. 26 *B*, nöthig gefunden haben wird, um nur überhaupt Wirkung zu sehen, wird man hier allerdings wieder Verschiedenheit im Grade der Wirkung beyder Elektricitäten antreffen. Aber die Localitäten derselben werden die völlig *umgekehrten* von denen in §. 26 *B* seyn, d. i., es wird die Abtheilung, welche von aufsen *positive* Elekricität erhält, am *stärksten* oder *allein* in Bewegung übergehen, und die, welche von aufsen *negative* Elektricität empfängt, am *schwächsten* oder *gar nicht* bewegt werden.

Anmerkungen.

a) Es war am 9ten Jul., als ich diese umgekehrte Erregbarkeit, die ganz dem Zustande *E* bey Thieren (s. §. 33) entspricht, entdeckte. Für *jüngere* Blätter oder solche vom Erregbarkeitszustande *A* brauchte ich an der schon den vorigen Tag sehr viel mit Elektricität behandelten Mimose *Nro. I* (§§. 10, 11) an diesem Tage 1, 1 1/2 bis 2, für mittlere oder welche vom Zustande *C* 4 bis 5, für ganz alte wohl 8 bis 10 Umdrehungen der Maschine. Andere Tage, wo zu den jüngeren Blättern schon 1/4 bis 1/2 Umdrehung hinreichte, waren zwar zuweilen schon 2 bis 3 für alte vom Zustande *E* genug; andere dieser Art aber, gerade die trägsten, forderten selbst bis 16 und 20 Umdrehungen.

b)

b) Diese Veränderlichkeit der nöthigen Menge Elektricität beym Erregbarkeitszustande *E* mufs ganz dem Grunde zugeschrieben werden, aus welchem diese nämliche Erregbarkeit bey Thieren schon vor mehreren Jahren (1804) die *unbedingte* oder gleichnifsweise auch die *unendliche* nannte, während mir diejenige beym Zustande *A* die *bedingte* oder *endliche* ist. Hier, wie bey Thieren, scheint sie, nachdem sie einmahl vorherrschend geworden, das erregbare Organ u. s. w. so lange, ungestört durch eine andere, fortzubegleiten, bis es überhaupt aller Erregbarkeit verlustig geworden. Dieses gibt eine sehr grofse, fast unendliche Scale von ihrem ersten Hervortritte bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden in Null, während dem Zustande *C*, zusammengesetzt aus *A* und *E* in solchem Verhältnifs, dafs Reize beyde zugleich treffen, nur eine sehr beschränkte zukommen kann, und erst der Erregbarkeit *A*, welche wenigstens von einer zwar noch unbestimmten, dabey auch sicher sehr endlichen, immer aber doch bedeutenden Höhe herab, als vorherrschende, in *C* zu Null wird, wieder eine gröfsere frey ist, die indefs in keinem Falle jener von *E* an Ausdehnung gleich werden kann. Der Grad von Veränderlichkeit der nöthigen Elektricitätsmenge für die Sphäre jedes dieser drey Zustände unter sonst gleichen Umständen, zu dessen ungefährer Bestimmung das Vorige verschiedentlich die Data geliefert hat, entspricht dieser Ansicht vollkommen. Vielleicht könnten für besonders alte Blätter vom Zustande *E* bis 40, 60, 80 und mehr Umdrehungen der Maschine (bey dann gröfserer Flasche als die meinige) erforderlich seyn, um den trägen Rest, mit dem derselbe noch im absterbenden Blatte zugegen ist, in hinlängliche Thätigkeit zu versetzen, wenn nicht eine so tief gesunkene Erregbarkeit desselben bereits von aller Anlage des Blatts und seiner Theile zu wirklicher Belegung verlassen schiene, und auch so heftige Schläge diesen Rest von Erregbarkeit nicht lieber vollends vernichteten, als mit Hülfe seiner Bewegungen hervorbrächten, obschon die sonstige Möglichkeit derselben allerdings noch vorhanden seyn könnte. So zuckt auch ein Thier, das man durch einen sehr starken Batterie-

 schlag

schlag tödtet, wenig oder beynahe gar nicht dabey, ungeachtet es noch seine ganze Erregbarkeit besafs, und so kann man den reizbarsten Nerven eines vom Ganzen getrennten Organs mit einem scharfen Messer oder Beile durchhauen, ohne dafs die mit ihm verbundenen Muskeln sich bewegen, während sie es bey schwächerem, langsamerem Schnitte in sehr hohem Grade thun.

c) Man thut nicht wohl, bey den Versuchen dieses §'s mit der Ladung *zu* allmählig zu steigen, um endlich die rechte zu treffen. Man mufs gewöhnlich bis in hohe herauf, und verdirbt sich das Blatt durch die wiederholten, obschon noch keine Bewegung bringenden Schläge leicht so, dafs man es zuletzt mit gar keiner Ladung mehr erreicht, wenn man auch gewifs seyn konnte, dafs es sich zuverläfsig, und auf weit niederere Ladung bewegt haben würde, hätte man sogleich, oder doch nach nur wenig vorläufigen Versuchen, die rechte getroffen.

d) Ich habe die Phänomene des gegenwärtigen Versuchs nie bis zu jener aufserordentlichen Entschiedenheit bringen können, als diejenigen im gleichen Versuche §. 26 *B*, nur an jungen Blättern angestellt, erreichten, wenn z. B. die eine Abtheilung sich ganz schlofs, während die andere offen blieb. Beständig hatte ich höchstens Schliefsung der ungefähren Hälfte der einen Abtheilung bey völligem Offenbleiben der andern. Schlofs sich aber die positive Abtheilung ganz, so that es die negative gewifs auch zu einem bedeutenden Theile. Für alle übrigen Fälle blieb daher ein blofses Mehr oder Weniger auf beyden Seiten.

e) Der Hauptgrund dieser minderen Entschiedenheit des Resultats ist ohne Zweifel, dafs der Erregbarkeitszustand *E* selbst in allen diesen Blättern sich noch nicht vollkommen entschieden hat, und sie sich immer noch mehr oder weniger in der Nähe von *D* befinden. Ein Blatt, welches so vollkommen auf *E* stände, als wir so oft jüngere Blätter auf *A* fanden, würde der Pflanze vielleicht

gar

gar nicht mehr angehören können (vergl. *Anmerkung b*); in §. 47 werden wir auf starke Gründe dafür treffen. Auch Frösche findet man selten, deren Nerven gleich nach der Präparatur auf dem Zustande *E*, so, dafs gar keine Spur von *A* mehr beygemischt zu entdecken wäre, getroffen würden, wenn jene schnell geschieht; und ist es auch zuweilen der Fall, so mufste das Thier schon *während* der Präparatur, so kurze Zeit sie auch dauerte, einen Theil seiner anfänglichen Erregbarkeit verlieren, und dieser Verlust trifft, wo noch ein Rest von *A* da ist, diesen allemahl in gröfserem Grade; auch schon die bloſse Tödtung des Thieres selbst mufste einen bedeutenden Verlust an ihr mit sich bringen. In unsern hiesigen Versuchen mit Pflanzen dagegen behandeln wir die Theile derselben noch *während* ihrer Verbindung mit ihnen. Wie viel aber eine *Trennung* derselben von diesen zu sagen habe, sah ich erst noch am 3ten August, wo ich einige Versuche anstellte, die mich lehren sollten, ob die Phänomene des Dracocephalum americanum s. virginicum wohl wirklich Aeufserungen einer eigenen Reizbarkeit dieser Pflanze seyn könnten, oder ob man mit der mageren Erklärung zufrieden seyn müfse, die vor hundert Jahren de la Hire 26) von ihnen gab, und die von den Botanikern noch heute wiederholt wird. Ich schnitt Blätter, die, als sie sich noch an der Mimose befanden, und den Augenblick vorher, sich allerdings auf mechanische Reize noch ziemlich gut schlofsen, auch mit dem Stiele noch knickten, ob sie gleich schon von bedeutendem Alter waren, von der Pflanze ab. Sie schlofsen sich von der am Stiele hierbey erlittenen Reizung nicht. Nicht 20 Secunden darauf aber war an dem einen schon keine Spur von Bewegung auf gewöhnliche mechanische Reizung mehr zu bemerken; an dem andern dauerte es etwas länger. Ich setzte sie beyde in Wasser, damit sie sich erholten; sie öffneten sich völlig wieder, sahen frisch, wie zuvor, aus, reagirten aber ebenfalls auf mechanische Reize, selbst auf Anschnitt eines Blättchens, nicht weiter. Dagegen gaben sie, dafs ich gelegentlich es mitanführe,

jetzt

26) s. Memoir. de l'Acad. d. Sciences de Paris, ann. 1712, Mem. p. 212.

jetzt völlig das Phänomen, welches de la Hire bey den Blüthen des Dracoceph. americanum beobachtete, d. i., die Blättchen blieben in jeder Stellung stehen, die ich ihnen mit den Fingern oder mit was sonst gab, ich mochte sie dazu vor- oder rückwärts bewegen, doch im ersten Falle, nämlich wo ich sie wie zur Schliefsung bewegte, etwas vollkommener. Hier war nichts vorhanden, was den am Gelenke etwa blofs schlaff gewordenen Blättchen zur Stütze, Unterlage oder Widerhalt hätte dienen können, als wofür de la Hire das steife Blättchen *E* unter dem Kelche *C* der Blüthen des Drac. amer. in der von ihm beygefügten Zeichnung desselben, und zu *einigem* Grade auch nicht mit Unrecht, ausgibt; und dafs jene Verschiebbarkeit in meinem Falle keinesweges von einer blofsen Schlaffheit der Blättchengelenke herkam, erwies sich dadurch, dafs dieselbe gänzlich wegfiel, als späterhin das ganze Blatt wirklich schlaff wurde und welkte, wo keine Spur von dem Anscheine mehr da war, als befänden sich die an sich zuvor noch ziemlich straffen und steifen Blättchen unten gleichsam durch Gelenke von *Wachs* an die Abtheilungsrippe befestigt. Somit könnten die Stiele *D* der Blüthen des Dracoceph. americanum bey de la Hire hier nur *Gelenke* seyn, oder doch solche haben, die ihrer innern Beschaffenheit nach ganz denen der Blätter der Mimosen und so vieler andern Pflanzen glichen, und deren *Reizbarkeit* blofs schwächer als die der Mimosengelenke am noch mit der Pflanze verbundenen Blatt, aber doch eben so stark, als die der Gelenke dieses Blatts nach der Trennung von der Pflanze im obigen Versuche, wäre. Später, bey genauerer Nachsuchung, habe ich auch an *Pflanzen selbst* schon Blätter gefunden, welche das beschriebene Phänomen gaben; nie aber waren sie dazu schon welk, sondern wurden dieses erst später. Bey weiten aber nicht *alle* Blätter, welche nachmahls welkten und abfielen, gaben zuvor das de la Hire'sche Phänomen; im Durchschnitt nur wenige von ihnen.

Ueber-

Ueberhaupt gibt, auch dem Vorigen nach, Trennung einzelner Blätter, Abtheilungen, oder auch Zweige vom Ganzen, bey Mimosen dasselbe vortheilhafte Mittel an die Hand, Theile des Ganzen bis in die niedersten und letzten Grade ihrer Erregbarkeit zu verfolgen, als bey Fröschen und Thieren; und besonders wird man bey seiner Anwendung in den Stand gesetzt seyn, *an einem und demselben* Blatte alle die verschiedenen Zustände und Grade von Erregbarkeit nach der Reihe zu beobachten und zu untersuchen, die wir bisher in der Regel nur an eben so viel einzelnen Blättern nachzeigen konnten, weil wir bey unsern Versuchen nicht warten konnten, bis das junge Blatt vom Erregbarkeitszustande *A* in seinem Aelterwerden endlich bis zu *E* herabgekommen und dazu ganz alt geworden war, genau etwa, wie wir auch bey *Thieren* eben so viele einzelne Individuen zum gleichen Zwecke bedürfen würden, wenn wir jedesmahl am *ganzen* Thiere untersuchen müfsten, womit wir dennoch verhältnifsmäfsig bey ihnen viel weniger weit kommen würden, als für Pflanzen, an den Mimosen es uns doch wirklich gelang. Uebrigens habe ich selbst von jener Trennung einzelner Theile von Mimosen bis jetzt noch keinen weiteren Gebrauch gemacht, schon weil ich bisher der Pflanzen in ihrer Integrität zu so vielen anderen Versuchen bedurfte. Sonst würde ich ohne Frage auch den Erregbarkeitszustand *E* derselben noch bis in seine höchste Reinheit und die letzten Ueberreste desselben haben verfolgen können; welches aber zu anderer Zeit nachgeholt werden soll.

Dafs auch mehrere Versuche, zu denen wir bisher *zwey* Mimosenexemplare nöthig hatten, mit so viel blofsen abgeschnittenen Zweigen oder Blättern anzustellen wären, versteht sich von selbst. Aber wie reich an Mimosen hätte ich dann seyn müssen, um die erforderliche Anzahl der Wiederholungen der Versuche möglich zu haben.

f) Endlich wird das Erhalten bis zum höchsten Grade entschiedener Resultate bey ganz alten Blättern häufig auch noch dadurch,

durch, wenigstens *mit*, verhindert, dafs an ihnen sehr oft mehrere Blättchen schon völlig unbeweglich, andere schon erstorben oder gar abgefallen u. s. w., sind, und überhaupt eine schon ansehnliche Verschiedenheit der Reizbarkeit und Beweglichkeit der einzelnen Blättchen, innerhalb der Sphäre von *E*, bey ihnen nicht selten ist; und doch geben gerade diese allerältesten Blätter, weil sie sich noch am reinsten auf dem Zustande *E* befinden, bey gehörig verstärkter Ladung der Flasche, in der Regel noch die entschiedensten Resultate.

g) Versuche von den übrigen in dieser Abhandlung von §. 24 an vorgekommenen Formen stellte ich, solche ausgenommen, wie in §. 30 *A*, oder mit blofs *einer* Blattabtheilung und Flaschenschlägen, keine weiteren an, schon weil einige hier mir gar nicht mehr möglich gewesen wären; dann, weil ohnehin bereits die häufig genug wiederholten Versuche *dieses* §'s, dann jene nach §. 30 *A* dazu, alles Uebrige in sich enthalten und geben. Dafs in den letzt gedachten Versuchen die Schliefsung der Blattabtheilung dann die stärkste oder alleinige war, wenn sie von aufsen + E, von innen — E erhielt, und die schwächste oder Null, wenn sie diese Elektricitäten umgekehrt bekam, habe ich, nach so vielem, was voranging, kaum erst noch besonders zu bemerken nöthig. Versuche etwa aber, wie bey höherem Erregbarkeitszustande in §. 32 oder über Erregbarkeitsmodification bey dauernder elektrischer Action, wären bey meiner schwachen Maschine, die sonst zu allem Uebrigen so schwach, hier aber gerade so günstig war, ganz ohne Nutzen gewesen; erst von sehr starken Maschinen wäre hier einiges Resultat zu erwarten gewesen.

h) Wie übrigens *zu starke* Ladungen der Flasche schon beym Erregbarkeitszustande *C* die Pflanze zur Reagenz mit einem hier gleichsam *künstlich* hervorgerufenen Anfange vom Zustande *E*, also ungefähr *D*, auffordern können, zeigte sich in §. 34 *Resultat c Anmerkung c* bereits. Eben so brachten häufige, besonders stärkere, Behandlungen von Blättern mit Elektricität dieselben für folgende Versuche dann vom Zustande *C* auf *E* oder wenigstens doch *D* herab.

Das-

Dasselbe that auch schnelle und beträchtliche Abspannung der Atmosphäre, z. B. durch Gewitter, besonders wenn auf diese kühle Regentage folgten; ältere Blätter kamen zum Range ganz alter herab, wie jüngere zum Range älterer. Eine vorzügliche, aber willkommene Folge hiervon, die dann solche von selbst erfolgende Erniedrigungen im Zustande der Erregbarkeit mit sich brachten, bestand darin, dafs ich jetzt für ganz alten gleich gewordene Blätter im Durchschnitte viel geringere Ladungen brauchte, als für ganz alte selbst, und auch, dafs ich schönere, vollständigere Blätter in den Versuch bekam, nur dafs der Erregbarkeitszustand *E* an ihnen freylich zu keinem sonderlichen Grade von Höhe und Reinheit gelangte.

§. 36.

Rückblick.

Wenn man die Geschichte *thierischer* Erregbarkeit in ihrem Verhalten gegen physische Reize, und von ihren höchsten bis zu ihren niedersten Graden herab, auch nur bis zu jener Ausführlichkeit kennt, in welcher ich sie zuerst in Gilbert's *Ann. d. Phys. B. XVI S.* 320, u. f., und daraus in *m. physisch-chemischen Abhandlungen in chronologischer Folge, B. III, S.* 246, u. f., gab, als welche Abhandlung ihrer umständlichern und mehrseitigen Darstellung in *m. Beyträgen B. II. St.* 3, 4, *S.* 65, u. f. voranging, während ich einzelne Partien derselben schon in früheren Schriften und Abhandlungen weiter verfolgt hatte; so wird man von §. 24 an durch §§. 26, 28, 30, 32, 34 und 36 hindurch, oder auch nur die §§. 28, 34 und 36 zusammengehalten, die Geschichte der *vegetabilischen* Erregbarkeit, wie *Mimosen* sie gewähren, aufs höchste mit jener der *thierischen* in Uebereinstimmung finden. Man trifft die nämlichen zweyerley unter sich entgegengesetzten Erregbarkeiten an, wie auch im Thierreiche. Man findet sie in ihrer vorzugsweisen Gegenwart für Reize mit den nämlichen höheren und niederen Graden von Erregbarkeit im Allgemeinen verbunden. Man sieht äufsere

Reize, namentlich elektrische, nach den nämlichen Gesetzen auf sie einwirken, und die ähnlichen Wirkungen nach den nämlichen Gesetzen vertheilt hervorbringen, wie dort. Kurz, es hat aufs täuschendste den Anschein, als habe *thierische Erregbarkeit selbst* hier unter Pflanzenhülle sich verborgen, und als fehle, dafs sämmtliche Phänomene sich *buchstäblich* wie am Thier ausnehmen, einer *Mimose* z. B. nichts, als dafs sie die Structur eines *Frosches* habe, und so umgekehrt einem *Frosche* nichts, als dafs er die Structur einer *Mimose* habe, so dafs man es in einem Falle blofs mit *Thieren* unter *Pflanzengestalt*, im andern mit *Pflanzen* unter *Thiergestalt*, zu thun habe.

Selbst vollkommenes *Nervenverhalten* zeigten uns unsere Pflanzen. Ein Blatt, eine Abtheilung desselben, der Länge nach genommen, both durchaus alle Verhältnifse dar, die in ähnlichen Versuchen auch Nerven oder doch nervigte Organe darbieten, und vor allem dieselbe *Polarität*, oder diejenige Beschaffenheit des einen oder des andern thierischen oder vegetabilischen Organs, vermöge welcher es für dasselbe von so grofsem Unterschiede ist, ob es durch, der Richtung seiner Länge nach in endlicher Entfernung aus einander liegende Puncte oder Stellen + und — E in *dieser* oder in *jener* Vertheilung erhält, d. i., ob bey thierischen Nerven + E z. B. zum sogenannten *Hirn* - und — E zum *Muskel* - oder — E zum *Hirn* - und + E zum *Muskel*ende der im Actionskreise begriffenen Strecke des Nerven, oder bey Mimosen, z. B. ob + E zum äufsern und — E zum innern Ende der gleichen Strecke eines Blattes, einer Blattabtheilung, eines Blättchens u. s. w. eintritt. Alle Verhältnifse der Localitäten bey den Erfolgen unserer Versuche von §, 23 an beruhten auf dieser Polarität; und eben so hatten wir es auch ihr vor allem zu danken, dafs wir wufsten, ob wir bald mit *dieser*, bald mit *jener Art* oder *Zustand* von Erregbarkeit zu thun hatten, und auch mit *welcher* oder *welchem*. Denn die eine von den beyden überhaupt vorhandenen, sich unter einander direct entgegensetzten Arten von

Erreg-

Erregbarkeit (*A* und *E*, §. 33) hat ihre Polarität bey Pflanzen wie bey Thieren, *umgekehrt* von der andern gelagert.

Ungeachtet aber nun die *vegetabilische Erregbarkeit* in allen elektrischen Versuchen an ihr sich genau so wie die *thierische* verhielt, dafs die längst vermuthete *vollkommene Identität beyder* eine der gültigsten und letzten Bestätigungen erhält, die möglich sind, so bleibt uns denn doch aus den vorigen Versuchen noch ein sehr interessanter *Unterschied*, ja selbst *Gegensatz zwischen Thier und Pflanze* übrig, der zwar ebenfalls schon längst und oft vermuthet, aber eines *so directen* Beweises, als ihm *hier* geworden, wohl noch nicht fähig geachtet wurde. Ich ersuche, die Resultate sämmtlicher Mimosenversuche, denen analoge Froschversuche voranstanden, nochmahls, und mit besonderer Rücksicht auf die *Verhältnifse der Localitäten* in den Erfolgen durchzugehen. Man wird finden, dafs diese Localitäten, bey *derselben* Erregbarkeit und unter den übrigens sich entsprechenden Umständen (z. B. dafs man den Mimosenversuch §. 24 nicht mit dem Froschversuche §. 25, und den Froschversuch §. 23 nicht mit dem Mimosenversuche §. 26 *B* u. s. w. zum Vergleiche bringt, sondern zusammenläfst, was *wir* zusammengestellt haben), bey Thier und Pflanze, Frosch und Mimose, beständig die *umgekehrten* von einander waren. So ist z. B. §. 25 als Froschversuch ganz, was §. 26 als Mimosenversuch. Auch die Erregbarkeiten waren in beyden dieselben, nämlich vom Zustande *A* (§. 33); aber beym *Frosche* war die *positive* Seite die wirksamer afficirte, bey der *Mimose* die *negative*. So wieder ist §. 35 als Froschversuch ganz, was §. 36 als Mimosenversuch, und die Erregbarkeiten waren abermahls in beyden dieselben, nämlich vom Zustande E (§. 33). Aber während beym *Frosche* die *negative* Seite die wirksamer afficirte war, war es bey der *Mimose* die positive. Dieses Verhältnifs der umgekehrten Oerter erhielt sich auch durch die übrigen Theile des Versuches fort, z. B. bey den Trennungsbewegungen (§. 27 *B* und §. 28), den Erregbarkeitsmodificationen (§. 31 und §. 32), u. s. w.

 Ja

Ja schon dieser Umstand gehört hierher, dafs jede gegebene Reizung bey Mimosen (so fern sie auf Hervorbringung von Bewegung ausgeht), sich viel lieber und leichter *von aufsen nach innen* fortpflanzt, als von *innen nach aufsen* (vergl. §. 26 *B Resultat m*), während von *thierischen* Nerven das *Umgekehrte*, und in dazu noch viel höherem Grade, als jenes dort, gilt, nämlich eine jede (auf Bewegung ausgehende) Reizung sich viel lieber und leichter *von innen nach aufsen*, als *von aufsen nach innen*, fortpflanzt.

So erscheint also, in Hinsicht auf ihre Structur oder ihren Bau, die *Pflanze* geradezu als *das umgekehrte Thier*. Was bey diesem das Innere, wird bey jener zum Aeufsern; was bey ihm das Aeufsere, bey jener zum Innern. Hätte also den Pflanzen ein Hirn z. B. zuzukommen (ein auch *materielles* Innere, der Sitz eines Sensorium commune), so würde es nicht wie bey den Thieren, auch *räumlich* innerlich, sondern über alle Puncte der äufsersten *Peripherie* zerstreut vorkommen müfsen; und wieder, wenn dieses Innere in seiner materiellen Erscheinung zugleich räumlicher Sitz der *organischen Einheit der Pflanze selbst* wäre, so würde unter andern auch zu einer *Affection* dieser organischen Einheit, als solcher, eine Affection *aller* peripherischen Theile der Pflanze gehören, aufserdem jene Affection nicht *vollständig*, also *überhaupt keine* jener Einheit als solcher, seyn würde; da hingegen beym Thiere der Eindruck von aufsen nur bis zu *seinem* Hirn, einem auch *räumlich* Centralen, gelangt zu seyn braucht, um ins Ganze als solches eingegangen zu seyn.

Höchst wahrscheinlich bezieht sich auf die wirkliche Realität wenigstens eines *Analogons* eines solchen überall durch die ganze Peripherie der Pflanze verbreiteten Hirns oder materiellen Sitzes ihrer organischen Einheit die bey Thieren bis jetzt fast ohne alles Aehnliche gebliebene Thatsache, dafs sich bey Mimosen jeder, auch wo immer angebrachte Reiz von der zweyten Stelle aus durch die

ganze

ganze Pflanze, und bis in alle ihre *äufsersten* und *entferntesten* Blätter und Blättchen zu verbreiten sucht, und selbst bis dem *Phänomene* nach sich auch *wirklich* in dieser Alles-Ergreifung durch sie verbreitet, sobald nur der Reiz von Anfang an stark genug war, um bey seiner Ausbreitung und Theilung nach so vielen Seiten hin, doch zur Hervorbringung wirklicher Bewegung dessen, was sich überhaupt bewegen kann, bis ans Ende noch hinzureichen, und nicht wo immer unterweges schon dafür zu schwach zu werden. Für meine Mimose Nro. II. (§§. 10, 11) reichte blofses Brennen eines einzigen Blättchens zwischen zwey Stückchen brennenden Schwammes hin, um alle vier Zweige derselben zu schliefsen, und ihre Blätter zu knicken. Für die Mimose Nro. I bedurfte ich dazu 1/8 bis 1/4 einer Blattabtheilung, was ich zwischen den zwey glühenden Platten eines gewöhnlichen Haar-Brenneisens rasch verkohlte. Schon aber, dafs nicht jeder ganz schwache Reiz mehr als den Theil bewegt, an welchem er angebracht wurde, beweiset, dafs selbst der *schwächste* sich über den Ort der unmittelbaren Reizung hinaus erstreckte, und das vorige zeigt, dafs er es von da an sicher über die ganze Pflanze thue.

Hiermit ist noch ein Phänomen verbunden, was bey Thieren gar nicht bekannt ist, und jeden Falls bey ihnen wenigstens zu einem sehr viel *schwächern* Grade möglich ist als bey Mimosen (Pflanzen). Es ist nämlich eine äufserst gewöhnliche Erscheinung, dafs sich, wenn man eine Blattabtheilung eines zwey- oder viergetheilten Blattes, dessen Abtheilungen im letzten Falle *a*, *b*, *c*, *d* heifsen mögen, an einem Blättchen von *b* z. B. anschneidet, erst die ganze Abtheilung rhythmisch schliefst, und, wie natürlich, *von aufsen nach innen*, darauf der Reiz hinten aufserhalb *b* sich sowohl links nach *a*, als rechts nach *c*, und später auch *d*, herüber, ergiefst, und sämmtliche diese Abtheilungen nun *von innen nach aufsen* schliefsen macht (während in der Regel noch vor diesem Uebergange des Reizes nach *a* und *c* und *d* er auch beym Blattstielgelenke ankam und

dieses

dieses knicken machte). Hier kommt das Rückwärtsgehen des Bewegung zeugenden Reizes auf das nämliche zurück, als wenn in *Fig. 9*, wo *acbd* ein Froschpräparat ist, dessen Nerven bey *n* und *m* noch mit dem Rückenmarke *xy* organisch verbunden sind (ungefähr eben so, wie die Gelenke der vorigen beyden Blattabtheilungen noch mit dem Blattstiele), und dessen einer Nerv, *d* z. B. entweder an irgend einer Stelle mechanisch, oder durch 2 untereinander zur Kette verbundene heterogene Metallplatten, oder auch, was dieselbe Wirkung gibt, blofs durch Reibungselektricität, hinlänglich, und im letztern Falle so, gereizt werden, dafs bey der Flasche od. s. w. *mnca* nicht durch blofs mittheilungsweise erhaltene Spannung, die dann bey der Entladung zu Null würde, Gelegenheit zu unmittelbarer Mitreizung von *nca* geben könnte, der Schenkel *a* aber dennoch mitzuckte, während doch blofs diese Disposition bey Pflanzen, die bey Thieren nicht, oder doch zu unvergleichbar geringerem Grade, vorkommt, durchaus unentbehrlich zu seyn, wenn ihre Bestimmung irgend ist, von Reizen eben so als Einheit (organische) genommen zu werden, als Thiere, und man wird letzteres um so weniger für unwahrscheinlich halten, als jeder Physiolog, der die Phänomene des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt nur etwas in ihrem gesammten Umfange und mit Sinn beobachtete, gestehen mufs, dafs Pflanzen unvollkommenen Thieren, gleichsam Thieren im Zustande des *Embryo*, zu vergleichen seyn.

Uebrigens glaube ich, dafs schon die blofse aufmerksame Betrachtung des selbst blofs *äufsern* Baues und der Entwicklung der Pflanze, zusammengehalten mit dem gleichen Bau und der Entwicklung des Thiers, hinreiche, genügende Rechenschaft davon zu geben, wie die Pflanze dazu komme, in demjenigen Sinne das Umgekehrte des Thieres zu seyn, in welchem die Beobachtungen dieser Abhandlung sie als solches antreffen liefsen. Ist nicht *buchstäblich* das *räumlich Aeufserste und Jüngste der Pflanze ihr Innerstes*, während das *Thier* so deutlich *sich vielmehr von Aufsen nach Innen entwickelt*? lehrt nicht physische und psychologische Beobachtung des *Thieres*, dafs

seine

seine *innere Entwickelungen* seine *letzten* sind, während bey der *Pflanze* ihre *äussern*? Kehrt so nicht die *Pflanze* ihr ganzes einstiges Innere nach und nach nach *aufsen*, während das *Thier* im Gegentheile sein Aeufseres nach *Innen*? Schon die umgekehrten *Bildungs* - oder *Entwickelungs*richtungen beyder also, meine ich, reichen hin, das sonst so sonderbare Räthsel höchst einfach zu lösen.

Doch, wir sind noch nicht am Ende dessen, was wir für diefsmal zu geben im Stande sind, und setzen defshalb unsere Untersuchungen fort.

§. 38.

Unterschied zwischen Mimosen-Gelenk und Gelenklosem.

Da das Folgende die Beweise sattsam geben wird, so dürfen wir hier sogleich als Resultat desselben aussagen, dafs Alles, was wir bisher von Geschichte vegetabilischer Erregbarkeit an unsern Mimosen nachwiesen, und in §. 37 recapitulirten, einzig das *Gelenklose* dieser Pflanzen betroffen habe. Sehr viel anders verhält es sich mit den *Gelenken selbst*. Hätten wir mit *thierischen* Organen zu thun, so würden wir etwa zu sagen haben, alle unsere Resultate über ihre Erregbarkeitsgeschichte habe blofs die ihrer *Nerven* betroffen; jene ihrer *Muskeln* aber sey eine sehr viel andere. Vielleicht aber auch, dafs sich bey näherer Untersuchung für diesen Ausdruck zum Theil noch andere Nahmen, als die so eben wahrscheinlichere, finden könnten.

Schon in einer Menge Fällen stiefsen wir auf Beobachtungen, die für sämmtliche Mimosen-*Gelenke* nach Umständen sogar eine völlig *umgekehrte Erregbarkeit* (oder auch allenfalls nur *Polarität*) von der darthaten, welche das *Gelenklose* an ihnen im Versuche zeigte. Ein solcher völliger Gegensatz hat zwar nun keinesweges

durch-

durchgängig Statt; dennoch aber werden wir auf ein äufserst interessantes Resultat geleitet werden, wenn wir die Untersuchung hierüber auch nur bis in die nächstliegenden Details fortsetzen. Wir nehmen deshalb jetzt zuerst die verschiedenen *Gelenke*, dann das verschiedene *Gelenklose*, *jedes für sich allein*, in den Versuch. Wie weit wir später bey *Thieren* auch hier das Entsprechende schon darzuthun im Stande seyn oder nicht, mag §. 47 ausweisen.

§. 39.

Mimosenversuche über die Blattstielgelenke.

An Mimosen (unserer Mimosa pudica L.) kommen dreyerley Gelenke vor, die der Blattstiele, die der einzelnen Blattabtheilungen, und die der einzelnen Blättchen. Wir fangen bey denen der Blattstiele an.

Der Zufall gab mir schon in der Einleitung Gelegenheit, von der sonst äufserst *schwierigen Anstellungsart solcher Gelenkversuche überhaupt*, sobald man sich nicht besonderer Hülfsmittel zu bedienen versteht, *zu sprechen*. Der §. 15 enthält die Hindernisse, welche sich eben sobald in Weg stellen würden, als man *buchstäblich blofs* das betreffende Gelenk, und gar nichts aufser ihm, in den Versuch nehmen müfste. Die §§. 16 — 18 erörtern die Umstände, welche man mit Sicherheit zulassen kann, und die Verhältnisse vegetabilischer zu animalischer Erregbarkeit, welche die Sicherheit dieser Umstände verbürgen, um, während man dennoch *mehr* als das blofse Gelenk in den Actionskreis nimmt, das Resultat der unmittelbaren Reizung desselben *doch rein* zu erhalten. Der §. 19 giebt dann an, wie also der Versuch wirklich leicht und völlig gültig anzustellen sey. Wir haben uns also für gegenwärtige Versuche dort schon beträchtlich vorgearbeitet, und verweisen dahin. Noch über diefs ist dort (§. 19) gerade der Fall des Versuchs über die Blattstielgelenke als zum Beyspiele gewählt; dafs wir also, was

die

die Vorrichtung *dieses* Versuchs betrifft, gar nichts mehr nachzuholen haben.

Die erforderliche Ladung der Flasche wird, wie früher überall, durch allmähliges Steigen von schwacher an, gefunden.

Resultat.

a) Bey der Entladung wird von den beyden armirten, am Zweige oder Aste sich zunächst folgenden Blattstielen, bey nicht zu starker Ladung, in der Regel derjenige *knicken* oder *niedersinken*, der durch die Armatur *positive* Elektricität erhält; der, welcher *negative* erhält, dagegen wird *stehen bleiben*. Ist die Ladung stärker, so knicken zuweilen auch wohl beyde; dann aber immer der *positiv* armirte rascher und früher, der *negativ* armirte hingegen langsamer und später.

b) Dieses geschieht bey jüngern sowohl als bey ältern Blättern, und es ist, sofern die beyden Blätter, deren Stiele man (etwa 1/2 bis 3/4 Zoll vom Gelenke weg) armirte, nicht, wie es möglich wird, wenn man ganz oben am Zweige mit den beyden jüngsten Blättern experimentirt, allzusehr an Ausbildung und relativem Alter verschieden sind, einerley, ob der z. B. positiv armirte Stiel dem oberen oder dem unteren Blatte von beyden zugehört.

c) Auch noch von ganz alten Blättern knickt, nur auf stärkere Ladungen, der *positiv* armirte Stiel. Also befindet sich an Blättern jedes Alters das Stielgelenk auf dem *nämlichen* Zustande der Erregbarkeit, und aus §. 26 verglichen mit §§. 34 und 36 folgt, dafs es der Zustand *E* sey.

Anmerkungen.

a) Das zuweilige Nachknicken des negativ armirten Blattstiels in *Resultat a* scheint deutlich schon nicht mehr von unmittelbarer Reizung des Gelenks, sondern von einem von aufsen aus dem

gelenklosen Theile des ihm zugehörigen Stiels ihm zugekommenen Reize herzurühren, und eben, weil es erst *nach*folgt. Denn erst, wenn die Ladung *sehr* oder allzustark war, knickt der negativ armirte Stiel sogleich im Augenblicke der Entladung mit, wiewohl, wenn auch nun nicht mehr später, doch immer noch merklich langsamer, als der andere.

b) Zuweilen, wenn die Reizbarkeit dieser Gelenke im Verhältnifs zu der des gelenklosen Theiles des Stiels besonders schwach ist, knickt nicht der positiv, sondern der *negativ* armirte Stiel. Dann aber thut er es ebenfalls nicht im unmittelbaren Augenblicke der Entladung, sondern merklich nachher; dafs also die Wirkung von der Reizung des gelenklosen Theiles des Stiels herrührte. Ein einziges Mahl sah ich, und während beyde Blattstiele sanken, den negativen etwas früher sinken, als den positiven. Aber es fand der *Resultat b* erwähnte Umstand Statt, wo allerdings auch noch darauf einiges ankommen kann, ob der im Kreise befindliche Theil des *Zweiges* oder *Astes* + E oben und — E unten, oder umgekehrt erhält. Was es aber zuweilen thun könne, dafs in diesem Versuche nothwendig ein Stiel mit seinem Gelenke der obere, der andere mit dem seinigen der untere ist, lehren schon Versuche mit blosser, sehr starker mechanischer Reizung, in denen sich, wo doch der oben am Zweige angebrachte Reiz ganz bestimmt von oben nach unten, und ohne Sprung, fortschreitet, nicht selten ein tiefer stehendes Blatt früher senkt, als ein höher oder über ihm befindliches, blofs also, weil sein Gelenk *überhaupt* reizbarer ist, als das des oberen.

c) Uebrigens verschwanden die wenigen Ausnahmen, welche jedoch alle ihre natürliche Erklärung finden, gegen die grofse Anzahl völlig reiner Erfolge, und die ich nicht blofs in absichtlich über die Erregbarkeit der Gelenke angestellten Versuchen, sondern früher und später auch gelegentlich anderer Versuche, wie z. B. schon in §. 26 *A* und in §. 24, häufig bekam. Im letztern Versuche war

es

es dann das Blatt des negativen Topfes, welches knickte, statt im erstern jenes des positiven. Indessen bekam im einen wie im andern Falle das knickende Gelenk + E von aufsen, oder was gleich viel war, — E von innen.

§. 40.

Mimosenversuche über die Blattabtheilungsgelenke.

Was schon im §§. 15—18 Allgemeines zur Vorrichtung von Gelenkversuchen gesagt wurde, gilt hier fort. Uebrigens ist man hier weit wenigeren Anomalieen ausgesetzt, wie in §. 39, weil man hier Blattabtheilungen *desselben* Blattes, und noch dazu sich völlig entsprechende, d. i., zum nämlichen Pare gehörende nehmen kann und nimmt.

Um sicherer zu armiren, und auch um die Bewegungen der Abtheilungen, wodurch ihr voriger Winkel unter einander spitziger wird, besser beobachten zu können, macht man zuvor an jeder der beyden Abtheilungen die vorderen drey oder vier Blättchenpare, oder auch sämmtliche Blättchen derselben so zusammengehen, dafs die Gelenke der Abtheilungen dabey noch keine merkliche Reizung erhalten.

Der Versuch gleicht der Vorrichtung nach völlig §. 26 *B*; nur dafs man hier vorzugsweise blofs auf die Bewegungen der Blattabtheilungen im Ganzen Achtung hat. Das Uebrige ist wie in §. 39.

Resultat.

a) In 11 ersten, ausdrücklich der blofsen Gelenke wegen angestellten Versuchen am 17ten Jul., ging in 7 derselben die *positiv* armirte Abtheilung, und im Augenblicke der Entladung, herum; die negativ armirte blieb stehen; in den 4 andern bewegten sich beyde Abtheilungen, aber nur die positiv armirte im Augenblicke der

 Ent-

Entladung; die negativ armirte folgte erst später nach, als zu Folge der Reizung des gelenklosen Theils der Abtheilung. In vielen andern späteren Versuchen erhielt sich dieses so, und ich liefs fast keinen Tag vorbey, an welchem die Abtheilungsgelenke vorzüglich reizbar waren, was etliche Mahle sonst der Pflanze *im Allgemeinen* gar nicht günstige waren, wie erst noch der kalte regnerische 4te Aug., wo nahmentlich die Blättchen äufserst träge waren. Nur ein einziges Mahl in allen meinen Versuchen sah ich die negativ armirte Abtheilung allein sich wenden; aber auch wieder nicht gleich im Augenblicke der Entladung, dafs also hier die Reizung des Gelenklosen beyder Abtheilungen die ihrer Gelenke übertreffen mufste.

b) Selten habe ich an Blättern mittleren Alters, oder die übrigens vom Erregbarkeitszustande *C* (s. §. 34), waren Versuche dieser Art von Erfolg erhalten können, weil hier eben so selten die Abtheilungsgelenke noch von bedeutender Erregbarkeit, oder besser, Beweglichkeit sind. Indefs gaben die wenigen gelungenen Versuche dasselbe Versuche, wie die jüngeren in *Resultat a*.

c) An ganz alten Blättern aber mufste ich den Versuch völlig lassen, da hier nie die Abtheilungsgelenke noch so beweglich sind, dafs etwas von Erfolg zu erwarten wäre. Indessen ist aus §. 39 *Resultat c* zu erwarten, dafs, gelänge der Versuch höchst selten doch noch, und beobachtete man auch vielleicht nur feiner, das Resultat sich nicht von dem bey jüngern und ältern Blättern unterscheiden würde.

Anmerkungen.

a) Auch hier both besonders der so vorzüglich häufig wiederholte Versuch §. 26 *B* sehr viele Gelegenheit zur Mitbeobachtung der Erfolge *Resultat* a, so wie umgekehrt alles, was hier in §. 40 in Rücksicht auf Blättchenschliefsung der Abtheilungen u. s. w., mitbeobachtet wurde, dorthin gehört, und dort schon vorkam.

b)

b) Auch verschiedene andere Versuche noch, wie z. B. §. 24 und §. 26 *A*, gaben Gelegenheit zur Mitbeobachtung der nämlichen Erfolge, nur dafs sie hier häufig durch die Blattsenkung getrübt wurde, indem es überall dasselbe Blatt war, welches sich senkte, und dessen Abtheilung sich bog, wandte oder drehte.

§. 41.

Mimosenversuche über die Blättchengelenke.

Diese stellte ich mir anfangs schwieriger vor, als ich sie hinterher fand. Ich half mir indefs sehr bald damit, dafs ich an irgend einer Blattabtheilung mit recht gleichen Blättchen zu beyden Seiten die ersten drey bis vier Pare zuvor sich schliefsen machte, und nun an dem zum nächsten offenen Pare gehörigen Blättchen aufsen, an jedem, einen dasselbe gut berührenden schmahlen Streifen Blattgold herabhängen liefs, den ich an jedem der Conductoren mit Stativen, die sonst immer selbst die Armaturen bildeten, befestigt hatte. Diese Blattgoldstreifen gaben dann nach, wenn die Blättchen sich bewegten, und störten also nicht, wie rigide Armaturen, die noch viel schwieriger an den Blättchen von hinten angebracht werden konnten, an der Seite (der Spitze) der Blättchen aber in der Regel darum nicht taugten, weil hier die hervorstehenden Härchen gute Berührung verhinderten.

Verhältnifsmäfsig kam mir die nöthige Ladung der Flasche sehr stark vor. So hatte ich z. B. am 17ten Jul. zuvor eine Reihe Versuche §. 24 angestellt, und immer 3/4 bis 1 Umdrehung hinreichend gefunden, wo doch der Entladungskreis von so grofser Ausdehnung, also auch schlechterer Leitung war; und gleich darauf brauchte ich zu einer Reihe Versuche des gegenwärtigen §'s, so klein auch hier der Entladungskreis war, allemahl 1/2 bis 3/4 Umdrehungen der Maschine.

Resul-

Resultat.

a) So viele Versuche dieser Art ich auch angestellt habe, so habe ich doch nicht gesehen, dafs je einmahl das negativ armirte Blättchen allein sich geschlossen (gebogen) hätte. War die Ladung etwas zu stark, so gingen beyde Blättchen zusammen, und es war schwer zu unterscheiden, welches früher; war sie aber eben recht, so bewegte sich immer nur das *positiv* armirte Blättchen, und das negativ armirte blieb stehen. Wenn ich aber eingeübt war, so konnte ich wenigstens auf die Hälfte so reiner Versuche zählen. Verschiedene Mahl bewegten sich auch, statt eines Blättchens, *zwey* auf der *positiven* Seite, während auf der negativen keines. Vermuthlich aber hatten sie hier so nahe an einander gelegen, dafs sich der Schlag in sie hatte *theilen* können.

b) Dieser Versuch hatte das nämliche Resultat an *jungen*, *ältern*, und

c) *ganz alten* Blättern, oder doch Blättern vom Werthe dieser, nur dafs dann mit dem Alter des Blattes auch die Ladung der Flasche steigen mufste.

§. 42.

Mimosenversuche über den gelenklosen Theil des Blattstiels.

Die vorigen Versuche §§. 39—41 werden zur Genüge dargethan haben, dafs sämmtliche dreyerley Gelenke an Mimosen, und noch über diefs auch bey jedem Alter, eine und dieselbe Erregbarkeit besitzen, und dafs diese Erregbarkeit durchgängig die Erregbarkeit *E* sey. Sie ist somit die entgegengesetze von der jüngerer Blätter (oder eigentlicher, der ihres gelenklosen Theils), der eine Pol der mittleren aus den ältern Blättern, und die gleiche derjenigen der ganz alten Blätter, nur dafs sie überall, vorzüglich bey den letzten Blättern, noch immer höher, als die gleiche bey diesen

ist.

ist. Schon dafs bey ganz alten Blättern *gar* keine Ausnahme vorkam, die so weit ging, dafs das negative Blättchen allein sich gebogen hätte, spricht hierfür.

Indessen wurde es nun um so nöthiger, noch einmahl die Erregbarkeit der *gelenklosen* Partie jedes Theiles eines Blattes ganz besonders in Untersuchung zu nehmen, schon weil es von grofser Wichtigkeit war, direct zu sehen. ob, wie §§. 39 — 41 jetzt darauf führten, alles, was wir §§. 24, 26, 28, 30, 32, 34 u. 36 von Hauptresultat vorgefunden, überall auch nur Resultat der Reizung der gelenklosen Theile der Pflanze gewesen sey.

Die Versuche hierbey waren der Vorrichtung nach leicht, sonst aber mitunter etwas mühsam, und namentlich die über den gelenklosen Theil des Blattstiels am meisten. Zum Beyspiele nämlich mufs man hier zuweilen mit der Ladung ziemlich hoch steigen, und hat man niedrig angefangen, und immer nur um wenig gestiegen, so wird man zuletzt leicht ungeduldig, und springt zu rasch mit der Ladung. Man erhält dann leicht schon eine zu starke, und das Blatt ist geknickt, ehe man den Gegenversuch mit der umgekehrten Ladung anstellen konnte.

Zum Versuche selbst werden zwey etwa 1/2 bis 3/4 Zoll von einander entfernte Puncte desselben Blattstiels mit den gewöhnlichen Conductoren armirt.

Mit der Ladung der Flasche wird, wie immer, von unten auf gestiegen, und trotz der Geduld, die es zuweilen fordert, langsam. Jede Ladung bekommt der Blattstiel zwey Mahl; einmahl, und zuerst, mit + E aufsen und — E innen, das andere Mahl mit — E aufsen und + E innen.

Resultat.

a) Ist man nun wirklich allmählig genug gestiegen, und sind es *jüngere* Blätter, so wird, bey auch übrigens genauem Verfahren,

durch-

durchgängig bey der endlich getroffenen Ladung der Blattstiel dann erst knicken, wenn er an der äufsern Stelle — E und an der innern + E bekommt. So gelangen mir z. B. am 19ten Jul. alle Versuche dieser Art ohne Ausnahme, der gelenklose Theil des Blattstiels zeigt sich also durchaus von der Erregbarkeit *A*, während sein Gelenk in §. 39 von der Erregbarkeit *E*.

b) Sind es Blätter von *mittlerem* Alter und etwas darüber, so knickt dann bey endlich wirksamer Ladung das Blatt, sein Stiel mochte aufsen + E oder — E bekommen haben. Man wechselt hier mit der ersten Richtung der Entladung, und gibt sie bald mit + E, bald mit — E aufsen zuerst. Besonders früher bekam ich diesen Versuch sehr oft in die Hände, wo ich nämlich noch nicht genau von den verschiedenen Erregbarkeitszuständen von Blättern verschiedenen Alters u. s. w. unterrichtet war, dennoch aber den Versuch dieses §'s aus leicht zu errathenden Gründen (er war dem Froschversuch *Fig.* 5 — 8 ähnlich) schon am 8ten Jul. einen meiner ersten elektrischen an Mimosen mit seyn liefs, die Stiele jüngerer Blätter aber nicht verderben wollte, und deshalb immer schon ältere nahm. Zu *Resultat a* kam es daher nicht eher, bis ich die Versuche §§. 34 und 36 kannte.

c) Bey *ganz alten* Blättern habe ich den Versuch nur sehr wenige Mahle angestellt, bestimmt aber die endliche Knickung bey + E aufsen und — E innen gehabt. Ich fing hier bey jeder neuen (gröfsern) Ladung mit — E aufsen an.

Anmerkungen.

a) Man kann den Versuch für die Armirung bequemer auch sehr gut so vorrichten, dafs man nur die eine Armatur an den Blattstiel, die andere aber an irgend eine offene, oder besser vorher ganz oder zum Theil geschlossene Abtheilung des Blattes bringt, und dann zunächst nur auf das Blattstielgelenk Acht hat. Ist das mit im Kreise befindliche Abtheilungsgelenk hierbey gehörig reizbar,

so

so wird es sich ebenfalls biegen, aber gewöhnlich bey schwächerer Ladung als später der Blattstiel, und in der Regel bey + aufsen und — E innen.

b) Am 18ten Jul. war ein kalter Regentag, und meine Mimosen waren äufserst träge, auch an den Blattstielgelenken, doch keinesweges absolut unreizbar an ihnen. Ich armirte zwey Stellen des Stiels des vorletzten Blattes des besten Astes der Mimose *Nro. II*, und fing mit 1/2 Umdrehung Ladung an. Hier weder nach einer noch nach der andern Richtung etwas. Ich nahm 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 1 3/4, 2, 2 1/2 und 3 Umdrehungen, und noch immer ohne Erfolg (es versteht sich, dafs ich jede Ladung zwey Mahl gab, und immer mit + E aufsen, — E innen, zuerst). Endlich nach der letzten Entladung von 4 Umdrehungen (+ E innen und — E aufsen) sah ich schnell alle Blättchen der Abtheilungen von innen nach aufsen zusammengehen; eine der mittleren Abtheilungen fing an, und die übrigen zu beyden Seiten folgten. Nur der Blattstiel knickte noch immer nicht. Ich nahm jetzt 5 Umdrehungen, die, wie schon vorher die 4, am Mimosenblattstiele selbst gute Funken gaben. Nichts erfolgte, als dafs sich etliche Pare hinterster Blättchen an den Abtheilungen, die vorhin stehen geblieben waren, und die jederzeit minder reizbar als die mehr vorderen zu seyn pflegen, vollends schlofsen. Ich schritt zu Umdrehungen. Bey + E aufsen und — E innen nichts; bey — E aufsen und + E innen auch noch immer kein Knicken des Blattstiels; wohl aber gingen kurze Zeit darauf die Abtheilungen des nach unten nächst folgenden Blattes zusammen. Ich stieg jetzt immer, und revidirte die Blattstielgelenke. Das vom elektrisirten Blatte war völlig unreizbar geworden, und der Stengel steif und starr, ohne dafs er um das Mindeste seine vorige Lage, die schon früher zuweilen nachgesehen wurde, verlassen hatte. Das Blattstielgelenk des darauf folgenden Blattes, dessen Abtheilungen sich nach der Ladung von 7 Umdrehungen geschlossen hatten, war nur noch zu einer kaum merklichen Spur reizbar. Das Gelenk des auf *dieses* folgenden, aber

völlig offen gebliebenen Blattes war es etwas mehr. Ich revidirte an allen übrigen Aesten, und fand sämmtliche Blattstielgelenke nicht sonderlich reizbar, doch überall besser, als das beste an dem Aste, zu welchem das elektrisirte Blatt gehörte. Dieser Versuch, der ein Beyspiel von dem geben kann, was ich oben von bisweiliger Mühsamkeit der Versuche dieses §'s sagte, gibt, so unfruchtbar er auch an *beabsichtigtem* Erfolge war, doch verschiedene andere interessante Resultate. 1) Lehrt er, dafs anhaltender und zugleich steigender Reiz, auch wenn er blofs von aufsen herbey kommt, einem Gelenke alle seine Reizbarkeit nehmen, die anderer aber, die er in minderem Grade trifft, wenigstens schwächen kann, beydes, ohne im Verlaufe dieser Schwächung es einmahl in wirkliche Bewegung zu versetzen. 2) Zeigt er, (s. den Erfolg nach 4 Umdrehungen), dafs selbst noch *aufserhalb* von Blattabtheilungen, und zwar auf der Seite *nach innen zu*, angebrachter elektrischer Reiz, bey gehöriger Stärke, die gröfste Wirkung auf jene noch immer ausübe, wenn er diesen von der Abheilung weg und von ihr *nach innen zu* liegenden Theil bey der nämlichen Elektricitätsvertheilung trifft, die an den einzelnen Abtheilungen selbst angebracht die wirksamste seyn würde (vergl. §. 30 *A*). Ich habe dieses bey verschiedener anderer Gelegenheit bestätiget gesehen. 3) Erweiset er (s. den Erfolg nach 7 Umdrehungen), dafs, wie in *Resultat a*, oder dem bey jüngeren Blättern, der gelenklose Blattstieltheil, welcher bey der elektrischen Reizung mit — E aufsen und + E innen, schon dem von ihm aus nach innen befindlichen Gelenke mehr und kräftigeren Reiz zusendet, als bey der Reizung mit + E aufsen und — E innen, dieses bey ersterer Vertheilungsart der Elektricität auch noch *über das Gelenk hinaus ins Innere der Pflanze oder ihres Zweiges selbst hinein* mehr und stärker thue als bey letzterer. Sonderbar übrigens schiene es, wenn, wie 2 und 3 in ihrer Combination geben, dieselbe *eine* Anbringungsart des (elekrischen) Reizes nach *beyden* Seiten hin von *Vortheil* (für Bewegungserzeugung nämlich), und dieselbe *andere* nach *beyden* Seiten von *Nachtheil* wäre. Indessen sind doch wirklich viel

mehr

mehr Gründe dafür als dagegen, und in §. 45 werden ausdrücklich noch einige hierher gehörige Beobachtungen als nebenbey gemacht, nachfolgen. Doch überhebt dieses keinesweges von einer künftigen noch strengeren Untersuchung des Ganzen.

c) Für die *ganz alten* Blätter (*Resultat c*) mufs man sogleich mit ziemlich starken Ladungen anfangen, und rasch steigen, um nicht hier, was das Blattgelenk betrifft, eher als irgendwo dem Schicksale ausgesetzt zu seyn, von welchem *Anmerkung b* ein Beyspiel gab.

§. 43.

Mimosenversuche über den gelenklosen Theil der Blattabtheilungen.

Sie werden ganz vorgerichtet, wie die Versuche §. 30 *A*; nur mufs bey der Armirung darauf gesehen werden, dafs man weder dem Gelenke der Abtheilung zu nahe komme, noch, und vorzüglich, die Abtheilung in ihrer nachmahligen Bewegung hindere. Die Blättchen an ihr werden am besten vorn und hinten, wo die Armaturen anzuliegen haben, zu etlichen Paren geschlossen.

Die Ladung wird gesucht, wie überall, und in der Regel stärker gefunden werden, als sie zu §. 30 *A* nöthig war.

Dafs man Abtheilungen wählt, deren Gelenke vorzüglich reizbar sind, versteht sich von selbst, weil sonst ihre Bewegung leicht nicht merklich genug ausfallen würde.

Resultat.

a) Bey jüngern Abtheilungen, wo man bey jeder Ladung neuer Gröfse mit + E aufsen und — E innen anfängt, wird die elektrisirte Abtheilung bey endlich erreichter gehöriger Ladung stehen bleiben, wenn die Vertheilung der Elektricitäten die eben angegebene; und sich bewegen oder nach innen gehen, wenn diese

 Ver-

Vertheilung die umgekehrte, d. i., wo — E aufsen und + E innen einschlägt, ist.

b) Bey gleichen Abtheilungen von Blättern mittlern Alters und darüber, wird, sobald Wirkung erfolgt, die Vertheilung der Elektricität gleichgültig, und es mehr oder weniger völlig einerley werden, ob man mit + oder mit — E aufsen anfing. Doch blieb die Zahl dieser Beobachtungen aus dem nämlichen Grunde noch sehr beschränkt, aus welchem die derjenigen in §. 40 *Resultat b*; die Bewegungen selbst waren ebenfalls nur ganz geringe.

c) An ganz alten Blättern mufsten dergleichen Beobachtungen aus ebenfalls in §. 40 *Resultat C* bereits angegebenem Grunde völlig wegfallen.

Anmerkungen.

a) Schon §. 30 *A* both nach Umständen zu dem Resultate dieses §'s zuweilen Gelegenheit dar.

b) Freylich hätten in diesem §. die Armaturen besser unmittelbar an der Rippe der Abtheilung anliegen sollen. Allein, diefs überlasse ich denen, welche Zeit und Geduld genug haben, dann binnen Tagen blofs etliche tauglich vorgerichtete Versuche zu erhalten. Auch habe ich trotz so vieler früherer Erfahrung keinen Grund gehabt, zu glauben, dafs, sobald der elektrische Strom nur erst das erste und letzte der armirten Blättchen der Abtheilung verlassen, er sich zwischen diesen beyden Stellen leicht noch an etwas anderes, als an die blofse Rippe der Blattabtheilung unmittelbar halte, schon weil diese ihm eine bey weitem bessere *Leitung* gewähren mufs, als noch so vieler trockener Blättchencontact, der etwa ununterbrochen von der einen Armirungsstelle bis zur andern fortliefe.

§. 44.

Mimosenversuche über den gelenklosen Theil der Blättchen.

Diese Versuche, deren gröfsten Theil ich am 20sten Jul. anstellte, machten mir schon durch die glückliche Besiegung ihrer Feinheit viel Vergnügen, und mit besonderer Sorgfalt stellte ich sie an.

Es wird ein schönes langes einzelnes Blättchen einer Blattabtheilung an zwey verschiedenen Stellen seiner Länge, die eine nur 2/3 bis 1 Linie vom Gelenkchen weg, mit schmahlen Goldblattstreifen von 1/2 bis 3/4 Zoll Länge, die von den Enden der bekannten Conductoren mit Stativen herabhangen, an seiner Vorderseite gut armirt, nachdem man die nöthige Anzahl Blättchen vor ihm vorher zusammengehen liefs, um sowohl Armirungs - als Bewegungsraum zu erhalten.

Die erforderliche Ladung der Flasche ist etwas unter der Hälfte von der in §. 41. Ich reichte in der Regel mit 1/4 Umdrehung, manchmahl auch mit weniger aus; 3/8 brauchte ich seltener, mehr aber nie.

Man sucht die Goldblattarmaturen immer soviel wie möglich in die Rauhheiten der Seite des Blättchens einzuhängen, oder ihnen sonst einigen festen Halt zu sichern. Widrigen Falls lassen dieselben bey der Entladung der Flasche das Blättchen sehr leicht fahren, ziehen sich an, berühren sich, und bilden einen Entladungskreis, von welchem das Blättchen völlig ausgeschlossen ist. Auf jeden Fall ist der Versuch Störungen ausgesetzt, wenn auch nur eines der Goldblätter der elektrischen Anziehung des andern leicht folgen kann.

Für Blättchen *jüngerer* Blätter fängt man allemahl mit + E aufsen und — E innen an, und läfst — E aufsen und + E innen folgen.

Da

Da schwerlich Jemand gerade eine Maschine von genau der Schwäche der meinigen hat, so mufs freylich bey den ersten Versuchen mit besonders niedrigen Ladungen angefangen werden. Man kommt aber sehr bald dahin, die für eine Menge Blättchen gültige Ladung aufzufinden, und über diefs kann man an der *nämlichen* Abtheilung eine gute Zeit lang Blättchen für Blättchen fortfahren, da, selbst wenn die Ladung schon etwas zu stark, meistens doch immer nur *ein* Blättchen zusammengeht. Nachdem ich ganze und halbe Umdrehungen meiner Maschine absolut zu stark gefunden, experimentirte ich dann lange mit geradezu genommener bald gröfserer bald kleinerer, oder auch nur rascherer oder langsamerer, 1/4 Umdrehung, und erst wo sie zu schwach war, wiederholte ich mit 3/8.

Resultat.

a) Gehört das armirte Blättchen zu einem *jüngern* Blatte, so bleibt das Blättchen bey + E aufsen und — E innen stehen, und schliefst sich dagegen bey — E aufsen und + E innen sogleich nach der Entladung.

b) Bey Blättchen *älterer* Blätter wird die Richtung der Entladung gleichgültiger, und es ist endlich einerley, mit welcher von den beyden möglichen man angefangen habe. Da man aber hier etwas stärkerer Ladung als zu *Resultat a* bedarf, so wird das öftere Gelingen des Versuchs durch den nämlichen Umstand beschränkt, durch welchen dasselbe auch für das Resultat

c) völlig. Hier, bey *ganz alten* Blättern nämlich, brauchte ich für den Versuch so starke Ladungen, dafs es fast unmöglich war, für irgend einen Versuch die Goldblattarmaturen so zu befestigen, dafs sie nicht bey der Entladung sich losrissen, einander entgegenstürzten, und so das Blättchen selbst aufser alle Action setzten. Ich hatte aber nicht erst die Zeit, für vielleicht geschicktere Armaturen zu sorgen, wefshalb ich für solche, oder Blättchen vom Zustande E, aus *unmittelbarer* Erfahrung nicht zu erzählen weifs,

was

was übrigens schon aller früheren Analogie gemäfs für den gegenwärtigen Fall mit Blättchen ganz alter Blätter gewifs seyn kann, nämlich, dafs sie sich bey getroffener Ladung der Flasche immer nur bey + E aufsen und — E innen bewegt oder geschlossen haben würden.

Anmerkungen.

a) Hier, wie in allen früheren vergleichbaren Versuchen, sah ich beständig noch, ob im unwirksamen Falle die Flasche sich auch zu eben dem Grade entladen habe, wie im wirksamen, als wovon zuweilen das Gegentheil leicht durch Ungleichheiten in der Güte der Armirung, und sonst, veranlafst gewesen seyn könnte. Bey den Versuchen dieses §'s, wo so schwache Ladungen hinreichten, und bey der begreiflichen Feinheit des Versuchs um so mehr auf seine Genauigkeit ankam, pflegte ich dieser Rücksicht mit besonderer Sorgfalt.

b) Immer bleiben indefs, hier wie sonst, bey schwächeren Ladungen der Flasche kleine Residuen zurück. Schlofs ich zu ihrer völligen Entladung, während ich die Flasche in der einen Hand hielt, mit dem Finger gewöhnlicher Trockne der andern Hand, so bemerkte ich den schwachen Entladungsschlag gewöhnlich keinesweges im Augenblicke des Anlegens des Fingers an den Knopf, sondern erst, wenn ich ihn mehr gegen diesen drückte. Offenbar kehrten hier die Verhältnifse voltaischer Säulen wieder, und erst, als die isolirende Schicht der Oberhaut des Fingers durch Druck derselben auch leitender geworden, durchbrochen werden konnte, zeigte sich der Schlag.

c) Zuweilen schlofs sich im Versuche dieses §'s mehr als das eben armirte Blättchen; zuerst das gegenüberstehende, dann die folgenden Pare in rhythmischer Ordnung weiter. Dieses geschah, wenn der elektrische Reiz zwar stark, doch noch nicht zu- oder so stark war, um bey jüngern Blättern etwa schon bey + E aufsen und — E

innen

innen zu schliefsen. In einem dieser Fälle indefs hatte ich Gelegenheit, die eben ausnehmende Reizbarkeit des Blattstielgelenkes zu bewundern. Ich hatte nicht mehr als 1/4 Umdrehung meiner Maschine angewandt. Alle Blättchen der Abtheilung schlossen sich rhythmisch, und wenig später *knickte* auch der *Blattstiel*, während doch die benachbarten drey Abtheilungen in vollkommener Ruhe blieben. Woher diefs bey so geringer Action? könnte fragen, wer nicht erfahren hat, wie aufserdentlich sonderbar Mimosengelenke im Grade ihrer Reizbarkeit weschseln.

d) Oft gab ich dem Blättchen *zwey*, selbst *drey* Mahl die Ladung von 1/4 Umdrehung mit + E aufsen und — E innen, ohne dafs es sich bewegte. Es schlofs sich aber den Augenblick, als ich die nämliche Ladung mit — E aufsen und + E innen gab. Eben so vertrug das Blättchen bisweilen selbst die doppelte Ladung bey + E aufsen, während es sich darauf von der einfachen bey — E aufsen den Augenblick schlofs.

§. 45.

Mimosenversuche über den gelenklosen Theil der Aeste oder Zweige.

A. Am 20sten Jul. armirte ich einen bis 8 Zoll langen, frischen und dünnen horizontalen Seitenast des einen der hohen starken Stengel der Mimose *Nro. III* (§§. 10, 11), welcher vorn und hinten Zweige mit frischen und beweglichen Blättern hatte, zwischen diesen Zweigen etwa 1 1/4 Zoll von einander weg mit zwey für solche Versuche eigends vorgerichteten federnden Zwingen von Mefsing, deren Enden auf den Glastisch zu liegen kamen *f*). Zuerst liefs ich 16 Umdrehungen Ladung mit + E aufsen und — E innen durchschlagen, ohne dafs nach 1/4 und selbst 3/8 Stunden sich am Seitenast

f) Diese federnden (elastischen) Zwingen Tab. III Fig. III *a a* sind von Mefsing, und gleichen gewöhnlichen Pincetten, ausgenommen, dafs sie in der Mitte einen Bogen bilden, und mit ableitenden Ketten versehen sind. *Ruhland.*

tenast irgendwo eine Veränderung zugetragen hatte. Nach dieser Zeit gab ich die 16 Umdrehungen noch einmahl, aber mit — E aufsen und + E innen. Hierauf fand ich nach 8 Minuten, als ich wieder hinsah, weil gleich nach dem Schlage noch nichts erfolgte, und ich unterdessen weggerufen wurde, sämmtliche Blätter der Zweige auf diesem Aste rechts und links der Armaturen geknickt und ihre Blättchen geschlossen. Ich kann nicht sagen, auf welcher Seite diese Wirkung früher angefangen, weil ich nicht dabey gegenwärtig war. Nach 1/2 Stunde hatten sich die innern Blätter wieder erholt; die äufseren und zugleich entfernteren folgten später nach.

B. Nach etwa einer Stunde wiederholte ich den Versuch, während ich die Armaturen an ihren vorigen Stellen gelassen hatte. Ich glaubte den Ast matter, und nahm 20 Umdrehungen. Bey + E aufsen — E innen erfolgte durchaus nichts. Ich liefs den Ast eine Stunde ruhen.; dann bekam er wieder 20 Umdrehungen mit — E aufsen und + E innen. Kurze Zeit darauf knickten jetzt alle Blätter der nach innen zu liegenden Zweige dieses Astes nieder, und später schlofsen sich auch die Blättchen. Die Blätter der vorderen oder äufseren Zweige dieses Astes waren noch vom vorigen Versuche nicht recht auf und aus einander, eines ausgenommen, dem indessen diefsmahl nichts mitgeschah.

C. Ich wiederholte denselben Versuch an einem ziemlich fetten, 1 1/4 Linie starken und schönen Seitenaste eines andern der vier Hauptstengel der Mimose *Nro. III.* Die Armaturen waren von den nächsten Seitenzweigen des Astes gleich weit, etwa 2/5 bis 1/2 Zoll, entfernt, und 1 1/4 Zoll unter sich von einander. Bey 16 Umdrehungen auf keine Weise etwas. Auch bey 24 Umdrehungen noch nichts. Jedes Mahl wartete ich von Ladung zu Ladung die gehörige Zeit ab. Noch gaben 40 Umdrehungen (von der Flasche von 2/3 Quadratfufs Belegung, die überall gebraucht ist, wo keine kleinere ausdrücklich erwähnt wird) bey + E aufsen und — E innen nichts; wohl aber knickte bey — E aufsen und + E innen das unterste Blatt jedes der benachbarten Seitenzweige und selbst schlofs

sich das des inneren ein wenig früher. Ich nahm nachmahls 60 Umdrehungen, um vielleicht noch mehr Blätter zu knicken. Vor *meiner* Maschine gerade hatte ich hier freylich nicht viel stärkere Ladung auf der Flasche, als bey 40; auch war der Ast schon durch die vorigen Schläge matt geworden; wirklich aber hatte ich keinen weitern Erfolg davon, nach welcher Richtung auch die Entladung geschah.

D. Ich nahm einen abermahls andern Seitenast der grofsen Mimose *Nro. III*, der ziemlich stark, 8 Zoll lang, und 1 3/4 Zoll weit aus einander armirt war. Zu beyden Seiten der Armaturen befanden sich Seitenzweige oder Auswüchse dieses Astes mit Blättern. Auf 16 Umdrehungen Ladung erfolgte in keinem Falle etwas; 32 Umdrehungen waren bey + E aufsen und — E innen unwirksam; bey — E aufsen und + E innen aber gingen nach einiger Zeit am Seitenauswuchse des Endes des Astes die Blättchen der Blätter langsam zusammen. Die Blätter des innern Seitenzweigs dieses Astes, die ruhig blieben, waren übrigens bey weiten matter und minder frisch, als die des äufsern, die sich bewegten.

Resultat.

Diese sämmtlichen Versuche, und sie sind es alle, die ich absichtlich über den Gegenstand dieses §'s anstellte, beweisen, dafs selbst noch an den *Aesten* oder *Zweigen*, und sogar selbst an solchen, die erst noch einmahl Zweige treiben, ehe Blätter kamen, ihr vom elektrischen Schlage, der hier stark war, getroffener Theil sich auf dem Zustande vorherrschender Erregbarkeit *A* befinde. In allen diesen Versuchen war — E aufsen und + E innen die wirksamste Vertheilungsart der Elektricität. Das ist sie aber bey unsern Mimosen noch immer nur gewesen, wo die Erregbarkeit *A* vorherrscht.

Ich wählte zu diesen Versuchen durchgängig Aeste von recht faischer lebendiger Schale. Ich hätte der Vollständigkeit wegen

wohl

wohl auch ältere noch in den Versuch nehmen sollen. Es schien mir aber vor der Hand nicht der Mühe zu lohnen, dieser einzelnen Versuche wegen mir erst einen gehörig stärkern Apparat ins Haus zu besorgen, indem die erhaltenen Wirkungen so eben nahe das Höchste waren, was ich mit meinem Bisherigen ausrichten konnte. Auch genügte mir das fast zu meiner Ueberraschung erhaltene Resultat, dafs selbst noch starke *Aeste*, als Gelenkloses, sich auf gleicher Höhe des Erregbarkeitszustandes mit dem Gelenklosen anderer feinerer und zugleich jüngerer Theile der Pflanze zu halten vermögen, an sich schon vollkommen, obschon ich nicht behaupten will und kann, dafs der Erregbarkeitszustand *A* hier noch so rein und ausgebildet vorhanden gewesen sey, als an dem Gelenklosen der jüngern und jüngsten Blätter guter Mimosen; vielmehr an sich hier schon ziemlich mit *C* vermischt, also etwa blofs *B* gebend, noch vorfinden möchte.

Anmerkungen.

a) Die Versuche dieses §'s beweisen zugleich von neuem, was schon früher (§. 42 *Anmerkung b*) sich vorzeigte, dafs nämlich einmahl günstig vertheilte elektrische Entladungen es nach beyden Seiten der vom Schlag getroffenen Stelle hin sind, ungünstige aber dann ebenfalls nach beyden. In *B* verhinderte gröfstentheils blofs das Noch-Nicht-Wieder-Offenseyn der Blätter der einen Seite die Beobachtung, und in *D* die angeführte gröfsere Mattigkeit der Blätter der andern dieselbe.

b) Doch aber zeigt auch wieder Versuch *B*, dafs die Reizung dennoch sich *nach innen* lieber, leichter und wirksamer fortzupflanzen geneigt sey als *nach aufsen*. Zwar gehört eine bis jetzt noch zurückgelassene höchst schlagende Beobachtung dieser Art nicht ganz hierher. Da ich aber keine Gelegenheit zu ihr in dieser Abhandlung mehr vorfinden möchte, so füge ich sie doch bey. Gleich noch am ersten Tage meiner elektrischen Versuche mit Mimosen, dem 8ten

 Jul.

Jul. (einem Tage, der mir sehr verzeihlich höchst werth geworden, und zu welchem ich wohl den Tag nennen zu können wünschte, an welchem Galvani an seinem eisernen Gartengeländer den ersten wahren Kettenversuch entdeckte), dachte ich mir Versuche des §. 42, und zunächst zwar für *galvanische* mit *Säulen*, so am besten helfen zu können, dafs ich den Blattstiel eines jüngern frischen Blatts an zwey etwa 5/8 Zoll von einander entfernten Stellen mit zwey ganz feinen Nähenadeln durchstach, und diese darin liefs. Hieraus erfolgte freylich eine grofse Reizung für das ganze Blatt und weiter, und auch grofser Saftverlust hatte Statt. Indefs verwuchsen die Nadeln gleichsam mit dem Stiel; alles stellte sich wieder her, und das so präparirte oder armirte Blatt wurde bald völlig zum wirklichen Versuche geschickt. Ich war aber damahls noch gänzlich ungeschickt zu Versuchen wie §. 42 (wie zu noch vielen andern), und konnte daher lange zu keinem entschiedenen Resultate kommen. Durch die vielen elektrischen Entladungen durch dasselbe war mir mittlerweile auch das Blatt (sein Stiel) immer matter, unreizbarer geworden, und endlich, langer Weile überdrüfsig, liefs ich auf einmahl *zehn* Umdrehungen Ladung durch seinen Stiel und nach verschiedenen Richtungen, durchschlagen. Jetzt hatte ich *gar* kein Knicken des Blattes mehr. Ich untersuchte, und fand das Stielgelenk völlig unreizbar geworden. Schon beynahe die Stunde darauf auch wurde die im Entladungskreise der Flasche gewesene Stelle des Blattstiels dunkler und schmähler, oder fing an einzuschrumpfen. Zwey Tage darauf war dieses vollendet; auch der Länge nach war diese Stelle eingeschrumpft, und schien überhaupt völlig todt zu seyn (die Nadeln hatte ich übrigens schon den ersten Tag nach den Versuchen wieder herausgezogen, wobey der Stiel jezt nicht mehr „blutete"). Dafs aber blofse solche Nadeln dem Stiele was irgend für eines Blattes nicht merklich schaden, habe ich anderwärts vielfältig gesehen. Zu Versuchen mit der *Säule*, die ich in dieser Abhandlung aber überging, hatte ich mich fast immer dieser Armirungsart bedient. Dennoch fuhren sämmtliche vier Abtheilungen dieses

Blat-

Blattes fort, vollkommen frisch und kaum merklich weniger empfindlich zu bleiben, als vor allem Versuche; blofs die Abtheilungsgelenke rührten sich selten mehr, und dann nur höchst wenig. Aber das *Blattstielgelenk* blieb *für alle Zeiten völlig unreizbar.* Ich schreibe Gegenwärtiges am 26sten Aug. nieder. Aber binnen den seit dem 8ten Jul. verflossenen 49 Tagen habe ich auch nicht an einem die geringste Spur einer Empfindlichkeit mehr bemerkt, während die Blättchen der Abtheilungen noch immer empfindlich sind, und auf Anschnitt des einen viele folgende Pare, obgleich beträchtlich langsamer als bey gleichen, aber nicht so roh behandelten Blättern. An den beyden Stellen, wo damahls die elektrische Explosion eintrat, hat der Stiel sich zum Winkel umgebogen. Aber auch hier noch macht seine vom Schlag getroffene Strecke mit dem *innern*, nicht von ihm getroffenen Stücke des Stiels einen Winkel von noch weniger als 90°, mit dem *äufsern*, nach den Abtheilungen zu liegenden Stücke desselben kaum einen von 175°. So evident hatte sich also auch die stärkere, hier tödtende Wirkung bey weiten mehr nach *innen* als nach aufsen verbreitet. Ich lasse dieses Blatt noch immer am Stengel, indem es beynahe ein Wunder scheint, wie sein äufserer, so vom Ganzen der Pflanze verlassener Theil sich doch noch so lange erhält. Dafs er sich aber wirklich in bedeutender Geschiedenheit von der übrigen Pflanze befinde, beweiset am besten, dafs der stärkste Brand, den ich an selbem anbringe, nicht vermag, durch die fast völlig erschlagene Stelle des Stiels, die beynahe nur noch haarröhrchenartig fortwirken kann, auf die Blätter unter oder über diesem Blatte, die doch in fast aller ihrer Reizbarkeit zurückgeblieben waren, von Einflufs zu seyn.

§. 46.

Mimosenversuche zur Beantwortung der Frage, ob nicht noch an Aesten oder Zweigen Aequivalente von Gelenken vorkommen.

Bis daher waren blofs dreyerley bewegliche Gelenke, Gelenke über-

überhaupt, an der Mimosa pudica vorgefunden worden 27); auch war keine Aussicht da, buchstäblich solcher mehrere zu entdecken (so z. B. untersuchte ich auch die *Wurzeln* dieser Mimose bis in ihre feinsten Verzweigungen auf welche, aber völlig vergebens; und wozu sollten auch wohl überhaupt der Pflanze hier welche?). Indessen glaubte ich mich durch die Resultate der Versuche §§. 39—41, das Resultat von §. 45 dazu genommen, im Besitze eines Mittels, zu erfahren, ob nicht wohl dennoch irgendwo noch wenigstens *Aequivalente* solcher Gelenke vorhanden wären, d. i., Stellen an der Pflanze, die mit ihrem *Erregbarkeitszustande* gegen den der übrigen und nächsten Umgebung eben so contrastirten, als in der Regel *wirkliche* Gelenke gegen das sie begränzende Gelenklose. Vornehmlich hatte ich hierauf diejenigen Stellen der Pflanze in Verdacht, wo aus Aesten wiederum Zweige hervortraten, an denen *nun* erst Blätter u. s. w. mit wirklichen Gelenken waren.

Ich stellte in dieser Hinsicht am 21ten Jul. folgenden Versuch an. An einem schönen frischen Aste nahm ich einen frischen jungen, von ihm zur Seite unter einem fast völlig rechten Winkel ausgewachsenen Zweig mit Blättern zwischen die zwey in §. 45 erwähnten armirenden Zwingen, und so, dafs jede nicht über 1/4 Zoll vom Austritt dieses Zweiges abstand. Zuerst versuchte ich 12 Umdrehungen Ladung meiner Maschine, und bey + E aufsen. Aber diese Ladung war gleich von Anfang an zu stark gewesen, und drey Blätter von den vieren am Zweige knickten von ihm. Ich wartete 1/2 Stunde, bis alle Blätter sich wieder völlig gehoben hatten, und fing von neuem mit blofs 8 Umdrehungen an. Bey keiner der beyden Entladungsarten geschah etwas. Eben so wenig geschah, nach gehörig abgewarteter Zeit, auf 12 Umdrehungen nach irgend etwas. Endlich gaben 16 Umdrehungen bey + E aufsen und — E innen *nichts*; wohl aber *knickten* bey — E aufsen und + E innen *zwey Blätter*.

Nach

27) s. Gehlen's Journ. f. d. Chem. Phys. u. Min., B. VII, S. 464.

Nach einer Stunde, während ich die Armaturen gelassen, und sämmtliche Blätter des Zweiges sich wieder völlig erholt, fing ich den Versuch von neuem an. Es reichten 12, wie 18 Umdrehungen auf keine Weise mehr hin. Erst bey 24 Umdrehungen Ladung sank, und zwar schon bey + E aufsen, das unterste Blatt des Zweiges; aber auf neue 24 Umdrehungen bey — E sank doch noch *ein Blatt mehr*.

Resultat.

Auch die frische lebendige Strecke eines Astes, innerhalb der ein nun unmittelbar beblätterter Zweig zur Seite herauswuchs, zeigte sich also ihrem Erregbarkeitszustande nach noch völlig und durchgängig, wie ähnliche Strecken solcher Aeste, aber ohne Seitenzweig in der Mitte, in §. 45. Hätte irgend ein Aequivalent von Gelenk am Austrittspuncte dieses Seitenzweiges Statt gefunden, so würde es höchst wahrscheinlich sich gleichfalls auf demselben niedern Erregbarkeitszustande E befunden haben, als alle wirklichen Gelenke in §. 39—41. Auch würde es, analogisch zu schliefsen, zugleich *reizbarer* als seine Umgebung gewesen, und *seine* Reizung daher der des Uebrigen *vorgegangen* seyn. Von allem diesem war aber in unserem Versuche nicht die mindeste Spur zu bemerken. Es ist also kaum einem Zweifel mehr unterworfen, dafs es, aufser den *bisher* bekannt gewordenen dreyerley Gelenken an Mimosen, *keine weiteren* an diesen Pflanzen mehr gebe, ja nicht einmahl *Aequivalente* derselben. Wo aber *ferner* dergleichen mit Wahrscheinlichkeit zu suchen wären, wenn nicht, wo *wir* sie suchten, wüfste ich jetzt in der That nicht mehr. Werden wir freylich einst an die *Saftgefäfse* dieser, wie der Pflanzen überhaupt, näher, als etwa in dieser Abhandlung noch, kommen können, so möchten sie uns wohl durch und durch in gewissem Sinne als Gelenke erscheinen. Dafs aber dieses nicht *hierher* gehöre, ist von selbst klar.

An-

Anmerkungen.

a) Der vorige Versuch beweiset zugleich von neuem, wie schädlich starke elektrische Reizungen auf die Mimosenerregbarkeit wirken können. Derselbe Ast, der die halbe Stunde vorher an 12 Umdrehungen Ladung zu viel hatte, hatte die halbe Stunde darauf erst an 16 genug, und wieder eine Stunde später waren 24 kaum zu viel. Die vor letzteren horhergegangenen zwölf Entladungen zu 12, 8, 12, 16, 12 und 18 Umdrehungen hatten ihn also nahe um die *Hälfte* seiner Erregbarkeit gebracht, und viel war es, dafs nach diesem allen ihr *Zustand* sich einigermafsen behauptete; denn wirklich noch fiel es mir auf, als ich bey den zweyten 24 Umdrehungen bey — E aufsen, doch noch ein Blatt mehr, als bey + E aufsen, sich niederlegen sah.

b). Ich hole nach, dafs im Versuche dieses §'s der Zweig sich *wirklich so* im Entladungskreise befand, dafs, hätte er, und dann sicher auf der Rückseite seines Austrittes aus dem Aste, ein Gelenk oder ein Aequivalent desselben gehabt, dieses bey + E aufsen wirksamer hätte gereizt werden müfsen, als bey — E aufsen, wie der nähere Ueberschlag der Statt gefundenen Umstände leicht zeigen kann.

c) Uebrigens stellte ich die Versuche dieses §'s in der *Nacht* an, als wo sämmtliche Blättchen und Abtheilungen der Blätter im tiefsten Schlafe lagen, also völlig geschlossen, und blofs die Blattstielgelenke noch für Bewegungen übrig waren; weswegen ich auch blofs von Bewegungen an *diesen* sprechen konnte, auf die es indessen auch allein nur ankam.

§. 47.

Rückblick.

Es hat von §. 39 an sich völlig dargethan, was wir in §. 38 als Resultat anticipirten. Deutlich hat sich gefunden, dafs wir es, von §. 24 an bis §. 36, der Hauptsache nach beständig nur mit den

Erreg-

Erregbarkeiten der gelenk*losen* Theile unserer Mimosen zu thun hatten, von denen dann die Erregbarkeit der wirklichen Gelenke *sehr* verschieden ist. Während das *Gelenklose* noch so sehr in seiner Erregbarkeit, ihrer Art nach, *wechselt*, bleibt das *Gelenk* selbst beständig auf *einem und dem nämlichen* Zustande derselben; blofs im *Grade* dieses Zustandes variirt es. Ich sprach in §. 38 von einem „äufserst interessanten Verhältnifse", was sich uns aus den Untersuchungen von §. 39 an darbieten werde. Es ist folgendes:

Je *höher* die *Reizbarkeit* eines Blatt -, eines Blattabtheilungs-, eines Blättchenssytems, dieses im Ganzen genommen, ist, d. i., je leichter und auf je geringere Reize Bewegungen in ihm vorfallen, desto *gröfser* ist auch der *Unterschied der Erregbarkeitszustände von Gelenk und Gelenklosem in ihm.* Je mehr die *Reizbarkeit* dieser Systeme, der Grad von Beweglichkeit in ihnen, *fällt*, desto *geringer wird* auch *dieser Unterschied.* Und es allen Anschein hat, dafs, wenn bey endlich *gleichem* Erregbarkeits*zustande* auch der *Grad* desselben bey Gelenk und Gelenklosem *gleich* geworden, *alle Beweglichkeit aufhöre*, der respective Theil der Pflanze „*todt*" sey, und, als nun überhaupt keines reellen Verkehrs mehr mit ihr fähig, sich alsogleich zur völligen Trennung von ihr anschicke und sie ausführe.

In diese Differenz der Erregbarkeits*zustände*, und zuletzt blofs *Grade*, bey Gelenk und Gelenklosem, Beweglichem und Unbeweglichem, scheint die Natur das ganze Geheimnifs der Möglichkeit einer durch was immer für Mittel hervorzurufenden Bewegung bey Pflanzen niedergelegt zu haben, wenn wir auch noch nicht im Stande sind, den Mechanismus der Hervorbringung dieser vermittelst jener Anstalt deutlich einzusehen. Wie viel ihr aber auf die sich immer gleiche Erregbarkeit der Gelenke und deren Unterschied von derjenigen des Gelenklosen ankommen müfse, zeigt sich unter andern auch noch daraus, dafs sie sogar das innerste, letzte, das

Blattstielgelenk, noch ringsum mit verschiedener Erregbarkeit umgiebt und gleichsam einschliefst, indem, wie wir in §§. 45 und 46 sahen, noch die *Schale der Aeste und Zweige* sich auf der Erregbarkeit des Gelenklosen, und zwar nahe an der höchsten derselben, am Zustande *A*, hält. Gleichsam wie ein *edler* Theil sind hier die Gelenke von der Natur behandelt, verwahrt, etwa wie das *Herz* im Thierischen; und selbst, dafs bey der wirklichen Bewegung dieser Gelenke sie sich dem Aeufsern so viel wie möglich verbergen, indem die Bewegung allemahl nach *der* Seite hin geschieht, auf welcher sie *contractil* sind, scheint noch in diese eigene Verwahrungsanstalt derselben mit zugehören. So werden die Blättchengelenke nach, und zu Folge, verrichteter Bewegung von den Blättchen bedeckt, dafs ihnen nichts mehr beykommen kann, bis diese sich wieder geöffnet haben. So decken und schützen die Blattabtheilungsgelenke nach vollendeter Bewegung sich mehr oder weniger selbst; und so vermindert auch das Blattstielgelenk die Oberfläche, die es vorher der Umgebung bot, dabey, und seine vielen und langen Härchen, die vorher fast parallel standen, bilden jetzt gleichsam einen dichten convergirenden Busch, der nichts mehr zum Gelenke hinzuzulassen bestimmt zu seyn scheint.

So vieles indessen auch das Bisherige über diese Gelenke schon lehrte, so ist ihre Untersuchung, so weit sie sich auf elektrischem Wege, und auf diesem auch gewifs am fruchtbarsten von allen, überhaupt fortsetzen läfst, doch noch lange nicht vollendet, und noch schöne Gegenstände bleiben hier für die künftige Untersuchung zurück. Ich werde dieselbe gleichfalls noch vornehmen, will indessen noch hier angeben, was etwa zuerst zu untersuchen seyn würde.

Jeder Theil der Pflanze, welcher, ganz oder zum Theil, ein Gelenk ist, besteht deutlich aus *zwey* sehr von einander *verschiedenen Theilen*, *Hälften*, *Seiten*, oder wie man sie lieber nennen mag:

mag: aus derjenigen, die die vorzüglich reizbare scheint, und z. B. durch schwächere mechanische Reize auch nur allein wirksam gereizt wird, d. i., der, nach deren Seite hin eben allemahl die Bewegung selbst geschieht, und die bey dieser contrahirt, concaver u. s. w., wird; und dann aus derjenigen, die bey weiten minder reizbar scheint, und durch Reize, die, an der vorigen angebracht, die stärksten Bewegungen veranlassen, noch nicht im mindesten sichtbar afficirt wird, oder der, die bey der Bewegung selbst eher expandirt, dabey convexer u. s. w., wird. Bey den Blättchengelenken ist die erste Seite die obere, bey den Blattabtheilungsgelenken die innere, bey den Blattstielgelenken endlich die untere (ein räumliches Verhältnifs, welches in seinen Uebergängen noch eine ganz eigene Merkwürdigkeit anzukündigen scheint, für die noch keiner unserer bisherigen Versuche etwas enthält; denn schwerlich wird, was vorn am Blatte das Obere ist, ohne einen besonderen und gleichzeitigen inneren Grund in der Mitte desselben sich auf die Seite legen, und hinten zum Unteren werden). Es fragt sich, streng genommen, jetzt: ob wir *wirklich* überall diese *beyde* Theile der Gelenke in der eigentlichen Sphäre unseres Versuchs, und zu gleichem Grade, gehabt haben, oder ob vielleicht vorzugsweise nur den *einen* von ihnen, und dann *welchen*? Es könnte sehr leicht seyn, dafs z. B. es allemahl nur der vorhin *zuerst* beschriebene Theil gewesen sey, welchen die elektrische Reizung vorzüglich oder allein traf. Sehr wahrscheinlich sind beyde *sonst* so verschiedenen Theile oder Hälften der Gelenke auch in ihrer *elektrischen Leitungsfähigkeit* verschieden; und dann würde sich der elektrische Strom allemahl vorzugsweise auf denjenigen Theil, diejenige Hälfte, geworfen haben, welche die *Leitendere* gewessn wäre. Dieses könnte von grofsem Einflufse auf unsere Resultate gewesen seyn. Denn es wäre sogar nicht unmöglich, dafs die eine Hälfte des Gelenks, und dann sehr wahrscheinlich die *minder* reizbar scheinende, oder die oben zuletzt beschriebene, noch immer von dem Erregbarkeitszustande des zu ihm gehörigen *Gelenklosen* wäre, und erst die andere, *reizbarere*, oben

 zuerst

zuerst beschriebene, diejenige verschiedene und entgegengesetzte Erregbarkeit besäfse, welche wir in §§. 39—41 am *Gelenk überhaupt, ohne* seine Seiten oder Hälften unterscheiden zu können, vorfanden. Diese Composition aus in so *enger* Sphäre *neben* einander gestellten Theilen oder Hälften von so *verschiedenen* und *selbst entgegengesetzten Erregbarkeitszuständen* würde dann ohne Zweifel für die Function dieser Gelenke von der gröfsten Wesentlichkeit seyn.

Diese ganze Untersuchung, sieht man, ist noch zurück. Auch wird dieselbe keinesweges leicht zu führen seyn. Ich habe indessen die nöthigen Vorrichtungen zu den hierüber nothwendig entscheidenden Versuchen bereits entworfen, und die Hülfsapparate besorgt. Die gröfsten Schwierigkeiten dabey, wovon mehrere schon in §. 15 angeführt wurden, habe ich seitdem vermöge elektricher Einströmungen durch sehr feine Spitzen aus der Ferne zu umgehen gelernt, und so hoffe ich, wenn auch in diesem Jahre nicht mehr, doch gleich zu Anfang künftigen Sommers schon, die Resultate dieser gewifs sehr interessant werdenden Untersuchung der gegenwärtigen Abhandlung nachtragen zu können.

§. 48.

Froschversuche zur Beantwortung der Frage, ob dem in §§. 39—46 aufgefundenen Erregbarkeitsverhältnifse zwischen Gelenk und Gelenkslosem bey Pflanzen nicht auch bey Thieren etwas Aehnliches entspreche.

Die Ueberschrift dieses §'s zeigt seinen Gegenstand bereits deutlich genug an. Aber wir kommen damit an eine Untersuchung, die schon darum noch schwer ist, weil hier wohl überhaupt zum ersten Mahl nach ihr gefragt werden mag. Wenigstens ist mir nicht bekannt, schon irgendwo an sie gedacht gesehen zu haben, und schwerlich auch konnte sie früher Gegenstand werden, bis ihr eigner Ge-

genstand

genstand, und, wie ich selbst zu gestehen habe, fast durch Zufall, und daher zur wahren Ueberraschung, erst irgendwo anders zur Entdeckung gekommen war.

Wir aber, die uns nichts von dem der Einfachheit und Sparsamkeit der Natur so angemessenen Glauben trennen wird, in den Pflanzen nur gleichsam unvollkommene Thiere, unvollendete Versuche oder Uebergänge zu diesen zu sehen, gehen nicht davon ab, *jedes* merkwürdige Verhältnifs, was bey *jenen* sich darboth, auch bey *diesen* wieder zu suchen, und meistens selbst mit der Hoffnung, diese Verhältnifse hier, bey den Thieren, nur *noch vollkommener*, *noch ausgebildeter*, als dort, wieder zu finden. Indem aber mein *gegenwärtiger* Versuch dieser Art, nicht blofs *mein* erster, sondern *überhaupt* der *erste* dieses Zweckes ist, so habe ich mit einigem Grunde auf besondere Nachsicht zu rechnen, wenn ich für jetzt beynahe erst die *Aufgabe* mehr, als auch schon ihre *Lösung*, aufzustellen vermag.

Das Allgemeinste, wonach *Gelenk* und *Gelenkloses* bey Mimosen, als Pflanzen, sich unterscheiden, ist, dafs jenes das *Bewegliche*, das *in wirkliche eigene Bewegung zu Setzende* ist, während *dieses*, so weit wir zu beobachten im Stande sind, mehr blofs *Leiter der Ursache zu jener Bewegung, des Reizes überhaupt*, ist. Schon §. 38 habe ich, wenn von Thieren die Rede seyn solle, zu jenem den *Muskel*, zu diesem den *Nerven*, genannt. Wirklich auch stehen letztere genau in demselben Verhältnifse zu einander, als jene Theile bey Pflanzen, und an den Nerven ist bis jetzt noch eben so schwer eine Bewegung, eine Contraction, auf elektrische und galvanische Reize zu bemerken gewesen, als an den gelenklosen Mimosentheilen. Denn haben auch Einige (wie z. B. neuerlich noch Arnemann, Kelch, und Andere), bey ihnen dergleichen beobachtet, so ist es doch allemahl zu einem Grade von einer solchen Geringfähigkeit gewesen, dafs er gegen jene *grofsen* Bewegungen, welche *Muskeln* gewähren, wohl kaum in Anschlag kommt. Ich

Ich sah jetzt nach, ob thierischer *Muskel* und Nerv dem vegetabilischen *Gelenke* und *Gelenklosen* nicht auch noch in näheren, specielleren Hinsichten entsprächen, und die erste, die sich zur Berücksichtigung darbot, war dann wohl von selbst der *verschiedene Erregbarkeitszustand* derselben. Auch hier gelang die Vergleichung bis zu einem gewissen Puncte. Dafs im lebenden und gesunden thierischen Ganzen die Nerven desselben sich beständig auf vorherrschender „erster" oder „bedingter" Erregbarkeit, auf dem Erregbarkeitszustande *A* demnach, befinden, ist dargethan 28). Sie stehen also auf derselben Erregbarkeit, auf welcher das reizbare und Reizleitende und fortpflanzende Gelenklose bey Pflanzen an ihren lebendigsten und gesundesten Theilen. Noch bey sehr vielen schon getödteten und präparirten Thieren findet man sie auf diesem Erregbarkeitszustande (vergl. z. B. oben §. 22); und, was merkwürdig ist, stirbt ein nervigtes Organ nach und nach ab, so geschieht dieses allemahl vom *Hirn*ende seiner Nerven aus. Man kann Nerven antreffen, bey Froschpräparaten z. B., und ich selbst habe dergleichen oft unter Händen gehabt, welche am Hirnende schon völlig auf den Zustand *E* herab sind, während sie nahe an der Insertion in den Muskel sich noch vollkommen auf dem Zustande *A* befinden; und überhaupt wird jeder Nerv die auch dem Zustande nach höchste Erregbarkeit von aller in seinem ganzen Verlaufe vorkommender beständig *dem Muskel am nächsten* haben und behaupten, als wenn sie *gerade hier* von der *höchsten* Wichtigkeit wäre. Selbst wenn er endlich fast durchgängig auf den Zustand *E* herabgekommen, und am Hirnende schon gar fast gänzlich todt ist, trifft man doch ganz nahe an der Insertion desselben in den Muskel zum wenigsten noch den Zustand *D*; und bleibt endlich auch hier nur *E* zurück, so ist er nun schon fast durch und durch todt oder nahe todt.

Dieses zusammen könnte, nachdem man §. 39—47 gelesen, allerdings auf die Vermuthung leiten, dafs der *Muskel selbst* vielleicht

28) Vergl. m. Beyträge, B. II. St. 3, 4, die 2te Abhandl. Abschn. VII.

leicht beständig sich auf dem *niedersten* Erregbarkeitszustande, *E*, befinde, weil sein Nerv so sehr bemüht ist, sich in so viel wie möglich *hoher* Erregbarkeit gegen ihn zu erhalten. Nur fällt die Untersuchung hier schwer. Wie fein und weit sich Nerven und Muskeln verzweigen, ist bekannt; wie schwer es sey, aus einem Muskel auch nur einigermassen alle Nervenzweige zu entfernen, ebenfalls; und dennoch müfste man hier mit Muskeln ohne alle Nerven experimentiren können, um sichere Resultate zu erhalten. Noch dazu wollte man (z. B. von Humboldt) behaupten, dafs Muskeln, aus denen man die Nerven auch nur so viel wie *möglich* getrennt, sich *gar nicht mehr* in Contractionen versetzen liefsen, womit dann selbst die letzte Möglichkeit weggefallen wäre, Versuche der geforderten Art nur überhaupt von Erfolg zu erhalten. Doch ist es höchst wahrscheinlich, dafs theils die anatomische Vorarbeit hier zu lange dauerte, während welcher der Muskel selbst schon allzu weit in seiner Erregbarkeit sank, und theils, dafs also auch der hintenher angewandte Reiz nicht stark genug mehr gewesen sey.

Ich bediente mich eines andern Mittels, starke Muskeln möglichst ihrer Nerven zu berauben. Frosch-Galvanisten ist es bekannt, wie leicht es häufig sey, aus ganzen Froschschenkeln die Nerven auf einmahl, und auch bis schon ziemlich in ihre Verzweigungen hinein, durch blofses langsames und vorsichtiges Ziehen am Hauptstamme herauszubringen. Auf diese Weise richtete ich mir mehrere Wadenmuskeln von frischen Froschschenkeln zu, nahm sie darauf sowohl zwischen die beyden Metalle galvanischer Ketten, als zwischen die beyden Belegungen geladener leidner Flaschen, und gab Achtung, ob ich nach der einen Richtung wirksamer reizen würde, als nach der andern. Ich hatte Contraction; aber ich war nicht im Stande, einen Unterschied nach der Richtung oder Vertheilung, in welcher der elektrische Reiz angebracht war, zu bemerken. Vielleicht, ja wahrscheinlich, dafs doch noch Nervenenden genug zurück waren, denen aber, bey dem Umhülltseyn von so vielem Muskel-

kelfleisch nach allen Seiten, die Vertheilung der beyden Elektricitäten schon gleichgültig geworden war. Uebrigens legte ich hierbey die nämliche Wirkung des Muskels, seiner Länge nach, zum Grunde, in welcher die Nerven in ihn hinein gehen, und sich in ihm verbreiten.

Verdrieſslich, nicht auf der Stelle irgend ein befriedigendes Resultat zu erhalten, widmete ich diesen Versuchen im Augenblicke nicht die fernere Geduld und Ausharrung, die sie bey einer neuen Vornahme indessen allerdings noch nachzuerhalten haben. Sicher hätte ich mit *solchen* Muskeln, wie ich schon 1797 zu präpariren lernte, und von deren höchst sonderbarem Verhalten von Humboldt 29), einiges mittheilte, besser geglückt. Diese Muskeln, obgleich zu nervenreichen willkührlichen Organen gehörig, verlieren endlich alle Reizbarkeit ihrer Nerven, wie schon Fontana 30) zeigte, werden aber, was erst ich hinzu fand, mittlerweile *unwillkührlichen* Muskeln, z. B. dem *Herzen*, so ähnlich, daſs sie, auf bloſs *ein*mahligen mechanischen Reiz, sich 6 und 8 und mehr Mahl nach einander wahrhaft pulsationsweise contrahiren, und auch im Uebrigen so herzähnlich, daſs man sagen könnte, man habe hier *künstliche Herzen* zu Stande gebracht. Muskeln dieser Art hätten sicher Polarität gegen Elektricität gehabt, wie auch das Herz welche hat, und noch über dieſs wären sie den Pflanzengelenken um so treffender zu vergleichen gewesen, als es wohl auſser aller Wahrscheinlichkeit bleiben wird, daſs bey Pflanzen wahrhaft willkührliche Organe vorkommen. Aber auch Versuche an *solchen* versparte ich bis zu anderer Zeit, und griff, statt zu ihnen, lieber nach *Herzen selbst*. Hier wuſste ich auch noch *bestimmt* (wenigstens lehren die Anatomen es uns so), daſs hier *gar keine Nerven* ins Spiel kom-

29) In s. Versuchen üb. d. ger. Musk. u. Nervenfaser. B. II (1797) S. 445, 446.

30) Ricerche filosofiche sopra la filica animale, Florenz, 1775, 4.; dessen Beob. u. Vers. üb. d. Natur d. thierischen Körper, a. d. Ital. v. Hebenstreit, Leipz. 1785, 8. S. 74, 75.

kommen könnten, weil das Herz, als contractiles Organ, dergleichen gar nicht *hat*. Auch hatte ich schon im vorigen Jahre 31) die *Gelenke der Mimosen mit Herzen verglichen*, und mir als eine Hauptsache vorgenommen, an ihnen auch die *nämliche Polarität* wieder zu suchen, die das *Herz* in Reinhold's herrlichen Versuchen 32) gezeigt hatte.

Dafs ich an den *Gelenken der Mimosen wirklich eben so gut Polarität* gefunden, als Reinhold an den *Herzen der Frösche* welche dargethan hatte, haben §§. 39—41 gelehrt. Jetzt kam es also blofs noch darauf an, zu sehen, ob die Polarität, welche *thierische Herzen* zeigen, auch *buchstäblich dieselbe* sey, als die, welche unsere *Mimosengelenke* so ohne Ausnahme zeigten. Ich stellte diese Versuche vom 22sten Jul. an zusammen zehn Froschherzen an.

Ich legte sie dazu auf trockenem Glase mit Basis und Spitze zwischen zwey Silberstreifen, wovon jeder 3 Linien breit und 3 Zoll lang war. Diese Streifen selbst befestigte ich so, dafs keine Bewegung derselben, und dadurch gelegentlich eine mechanische Reizung des Herzens, mehr möglich war. Auch waren die armireuden Enden dieser Streifen genug aufgebogen und überhaupt so gestellt, dafs nach jeder Pulsation das Herz genau wieder mit Spitze und Basis, ganz wie zuvor, mit ihnen zusammenkam.

Zuerst liefs ich das Herz so weit auspulsiren, dafs es, wenn auch noch von selbst fort, doch erst nach sehr langen Pausen sich einmahl wieder contrahirte. Darauf lud ich eine meiner kleinern leidner Flaschen (§. 26 *B Anmerkung f*). War das Herz noch sehr reizbar, so reichte ich mit 1/4 und 1/8 Umdrehungen der Maschine hin; war es dagegen schon älter und sehr alt, so bedurfte ich 1/2, 3/4, 1 und noch mehr Umdrehungen. Jede Ladung entlud ich natürlich zwey Mahl durch das Herz, einmahl so, dafs zum Metallblech, wel-

31) s. Gehlen's Journ. f. d. Chem. u. s. w., B. VI. S. 480.

32) s. dessen Geschichte des Galvanismus, nach Süe d. ä. frey bearbeitet, Abtheil. II, Leipzig, 1803, 8. 63. 64.

welches die Basis armirte, + E, das andere Mahl so, dafs — E in dasselbe eintrat. Ich konnte in der Regel dieselbe Ladung lange, d. i., für viele sich folgende Versuche, beybehalten, da diese selbst sich sehr rasch folgen konnten.

In diesen Versuchen nun habe ich durchgängig gesehen, dafs sich das Herz, bey getroffener Ladung, gleich nach dem Augenblicke der Entladung, beynahe noch in ihm, allemahl *zusammenzog*, *wenn* + E *zur Basis und* — E *zur Spitze eintrat*, dagegen aber jederzeit *ruhig blieb*, *wenn zur Basis* — E *und zur Spitze* + E *eintrat*. Es ist gar nicht selten gewesen, dieses *dreyfsig* bis *vierzig* Mahl nach einander *ohne eine Ausnahme* zu sehen.

Ferner blieb das Verhältnifs dasselbe, das Herz mochte noch *sehr frisch*, oder schon *sehr matt und alt* seyn. Es behielt durchaus die *nämliche Polarität*, und damit auch den *nämlichen Erregbarkeitszustand*. Letzterer aber war, und ohne alles Weitere, der *Erregbarkeitszustand E*. Denn, man versuche die beyden Ende des Herzens, analogisch mit einem nervigten Organ oder einem Nerven selbst, zu benennen, wie man will, so wird man für sein „*Hirn*"-Ende nie etwas anderes als seine *Basis*, für sein „Muskel"-Ende aber seine *Spitze* erhalten. Auch schon, dafs bis zum völligen *Tode* das Herz *denselben* Erregbarkeitszustand, und damit *dieselbe Polarität* behält, zeigt, dafs es der Zustand E seyn müfse, weil alles *thierisch* (und wie wir nun in gegenwärtiger Abhandlung gesehen haben, auch *alles vegetabilisch*-) Organische, in *diesem* Zustande der Erregbarkeit, in E, endet. In nichts wechselte dieser Zustand, als allein in seinem Grade, und mit diesem dann von selbst auch die zur wirksamen Reizung nöthige Ladung. Doch habe ich für, dem Anscheine nach, gleich lebhafte oder gleich matte Herzen bisweilen *sehr* verschiedene Ladungen nöthig gehabt. Freylich aber hatte ich hier für gröfsere Lebhaftigkeit derselben gewöhnlich kein anderes Zeichen, als wie lebhaft und schnell sie etwa kurz vorher noch pulsirt hatten, oder seit wie lange sie es nicht mehr thaten. Wie eigensinnig aber Herzen in ihrer Empfänglichkeit für äufsere

Reize

Reize seyen, weifs jeder, der mit ihnen arbeitete. Sie sind in dieser Rücksicht genau so launenhaft, als ich dieses so oft auch von den Mimosengelenken zu erzählen hatte.

Jetzt also *hatte* ich ein *thierisches bewegliches*, d. i., *contractiles Organ, welches sich in Hinsicht seiner Erregbarkeit genau verhielt wie ein Mimosengelenk.* Es behauptete sich von der höchsten Reizbarkeit an, von welcher an ich es in den Versuch nehmen konnte, bis herab zur niedersten, durchaus auf der nämlichen vorherrschenden Erregbarkeit E. Zeigten mir auch die Versuche einstimmig, dafs dieser Zustand E bey *höherer* Reizbarkeit *minder entschieden* war als bey *niederer*, so ist das abermahls ganz dem Verlaufe *aller* Erregbarkeit gemäfs, und findet sich auch bey unsern *Mimosengelenken* wieder.

Für das, was *Gelenk* bey Mimosen ist, war also jetzt in fast jeder Hinsicht ein Entsprechendes bey Thieren vorgefunden. Nur an etwas, das dem *Gelenklosen* bey jenen entspräche, fehlte es jetzt von neuem. Freylich würde es den Augenblick zugegen seyn, als dem Herzen noch *Nerven* für seine Bewegungen zugestanden würden. Wir hätten dann *vorhin* schon alles Nöthige vorgefunden. Man spricht sie ihm indessen ab, und, obschon ich überzeugt bin, dafs die *letzten* Begründungen des Beweises ihres *gänzlichen* Mangels an diesem noch *keinesweges* erschöpft seyen, — zumahl dem Herzen, hätte überhaupt es welche, nach Verhältnifs seiner Mafse nothwendig die kleinsten und die geringst scheinenden Nerven zukommen würden, — so mufs ich doch mich hier einer Autorität bequemen, wo, selbst zu untersuchen, ich nicht im Stande bin.

Ich bin deshalb genöthigt, etwas Anderes zu suchen, was bey Thieren dem Gelenklosen in Pflanzen entspräche, und zugleich mit dem Herzen in nächster Verbindung stände; weifs aber sofort dafür nichts Besseres zu finden als die *Gefäfse*, und zwar die des *Bluts*. Ich werde hierbey den Vortheil haben, mich nicht bekümmern zu dürfen, in wie weit Nerven zu ihren Bewegungen bedingt seyn oder

 nicht,

nicht, und also auch nicht zu früh zu entscheiden haben, ob *Pflanzen* welche haben oder nicht. Ich nehme sie in ihrer *Integrität*. Das Uebrige mögen abermahls die *Anatomen* entscheiden, die ich indefs bey dieser Gelegenheit allerdings von neuem daran erinnern möchte, dafs nicht *alles* „*weifs*" zu seyn brauche, was Nerve seyn soll, und dafs auch *hier* die *äufsern* Kennzeichen, *allein*, *nie* völlige Entscheidung werden geben können, so wenig als in der Mineralogie, oder wo sonst immer, besonders, wenn man zu äufsern Kennzeichen mehr nicht rechnet, als was von der Schule *bisher* dahin gerechnet wurde.

Ich habe *wichtige* Gründe gehabt, gerade thierische *Gefäfse* als Analoga des *Gelenklosen* bey Pflanzen zu wählen. Denn auch bey *diesen* scheinen gerade *sie* es zu seyn, die durch jeden Reiz *zunächst* afficirt werden, und an denen sich das Product dieser Reizung *fortpflanzt*. Auch das *gröfsere* Publicum wird mich entschuldigen. Was war es, was bis jetzt *vorzüglich* Reizbarkeit bey Pflanzen zeigte als *eben diese*? An was konnten geltende Versuche sich bisher anders halten, als *an sie*? und woran hielten sie sich *wirklich*? Dafs das „Bluten" saftführender Gefäfse bey Pflanzen, auf Durchschnitt oder Zerreifsung derselben, von der *Reizbarkeit* dieser Gefäfse abhänge, kann wenigstens schon seit van Marum 33) oder doch seit Brugmann und Coulon 34) bekannt seyn. Auch unsere *Mimosen* bluten, wenn man sie verwundet, und, merkwürdig, gerade je mehr Saft sie dabey von sich geben, desto reizbarer in der Regel ist auch so eben die Pflanze. Ueberhaupt mag Saftausfluſs auf Anschnitt, Zerreifsung u. s. w., durch das ganze Pflanzenreich aufs innigste mit Reizbarkeit der Gefäfse zusammenhängen. Denn worauf gründet es sich, wenn nicht, wie schon lange gesagt, auf Contraction und Verengerung des *gereizten Gefäfses*,

das

33) Diss. de motu fluidorum in plantis, experimentis et observationibus indagato, Groning, 1773.

34) Diss. de mutata humorum in regno organico indole, a vi vitali vasorum derivanda, quam Praes. S. J. Brugm. publ. exam. subm. Coulon. Lugd. Bat., 1789.

das nun die vorige Quantität Saft nicht mehr in seinen Höhlungen fassen kann?

Aber ich habe *noch mehr* gesehen. Ist irgend eine Mimose einigermassen lebhaft, die Witterung schön, und die Reizbarkeit jener beträchtlich, so kann es schon dem unbewaffneten Auge, vollends bey dem gehörigen Lichte, nicht entgehen, wie um den Augenblick, dafs, zunächst ein *Blättchen*, sich biegen oder schliessen will, plötzlich ein wahrhaft *explosiver Einsturz von Saft in das Gelenk desselben Statt hat*, der meistens mit dem Augenblicke der ersten Biegung selbst zusammen fällt, aber auch gleich gern zuweilen entweder ganz kurz vorher oder ganz kurz darnach eintritt. Man bemerkt dieses nicht besser, als wenn man eine Blattabtheilung am einen der äufsersten Blättchen *anschneidet*, worauf dann, wie aus dieser Abhandlung bekannt, sich nach der Reihe sämmtliche Blättchen dieser (und der übrigen) Abtheilungen rhythmisch schliefsen. Das vorher transparenter weifsliche Gelenk wird in diesem Augenblicke plötzlich undurchsichtiger, gefärbter (röther), voller, selbst fast dicker, nicht durch seine *ganze* weifsliche Ausdehnung, aber zum *gröfsten* (innern) *Theile* derselben. Gleich darauf strömt ein Theil des eingestürzten Saftes wieder zurück, doch nicht der ganze. Diefs scheint sich zu verziehen, bis das Blättchen wieder völlig aus einander geht. Unter dem Vergröfserungsglase nimmt sich dieses noch *besser* aus, und ich meine, mit diesem zuweilen sogar gesehen zu haben, wie längst der Blattabtheilungsrippe selbst der Saft in dem oberen Hauptgefäfse, gleichen Schrittes mit dem Reize, sich vordrängte, bis er von Gelenk zu Gelenk Gelegenheit fand, sich rechts und links in dasselbe wahrhaft explosiv zu ergiefsen. Von was sollte dieses anders kommen, als von einer fortschreitenden Verengerung des reizbaren Gefäfses von der Stelle der ersten Reizung an? — Den nämlichen Safteinsturz, doch nicht mehr so deutlich, habe ich bey Blattstielgelenken an ihrem untern Theile bemerkt. Am schwersten und seltensten, und nur unter günstigster Beleuchtung war auch bey den Blattabtheilungsgelenken etwas dieser

ser Art, nur zögernder, zu bemerken. Da diese Gelenke aber gewöhnlich von Natur schon so dunkel sind, so gelang die Beobachtung nur an möglichst hellesten und zugleich reizbarsten.

Sonach hätte mich jetzt vieles aufgefordert, nun auch im *Thierischen* unmittelbare vergleichende elektrische Versuche mit Gefäfsen, Blutgefäfsen, die zum Herzen gehen, anzustellen. Indessen mufs ich frey gestehen, dafs ich bisher zu Versuchen dieser Art weder die nöthige Zeit mehr, noch auch die erforderliche Beyhülfe hatte. Aber sie sind für die allernächste Zeit bestimmt, und noch in diesem Jahre vielleicht denke ich der Classe den Ausgang meiner Versuche anzeigen zu können. Ich erwarte von den Blutgefäfsen, die mit dem Herzen verbunden sind, und die mir wahrhaft Nervenstelle für dasselbe zu vertreten scheinen, in der That nichts anderes, als dafs sie einen Zustand der Erregbarkeit behaupten werden, welcher bey höchster Vitalität der *direct entgegengesetzte* von dem des Herzens, bey niederer aber allemahl von ihm doch noch beträchtlich genug verschieden ist, um durchgängig gegen den des Herzens dieselbe Rolle zu spielen, welche bey Pflanzen der Erregbarkeitszustand des *Gelenklosen* zu dem des *Gelenkes* spielt. Vielleicht ist in mancher Augen nicht viel damit gewonnen, doch immer so viel, dafs man, wie es schlechterdings nicht anders möglich ist, von neuem sieht, wie Thier und Pflanze sich der Hauptursache nach gleichen.

Anmerkungen.

a) in den in diesem §. erwähnten Versuchen mit Froschherzen trug es sich allerdings zuweilen zu, dafs auch, wenn — E zur Basis und + E zur Spitze des Herzens eintrat, Contraction da war, so wie im Gegentheile sie zuweilen fehlte, obschon zur Basis + E und zur Spitze — E eintrat. Früher, als ich, bemerkten meine Gesellschafter bey dem ersten dieser Versuche, Dr. Köstlin und Dr. Sigwart, welches der Grund hiervon war. Die Herzen nämlich

pul-

pulsirten doch von Zeit zu Zeit noch von selbst, obschon selten. Waren sie also nach gehörig verlaufner Zeit so eben im Begriffe, von neuem sich zu contrahiren, so reichte schon der geringe Reiz der sonst *widrigen* Elektricitätsvertheilung hin, sie sogleich zu dieser Contraction zu bringen. Hatten sie im Gegentheile so eben kurz vorher von selbst pulsirt (eigentlicher, sich einmahl contrahirt), so schienen sie nun für den Augenblick zu erschöpft, um selbst auf den *günstig* vertheilten elektrischen Reiz sogleich sich wieder zu contrahiren. Bis daher hatte ich die Ladung der Flasche immer selbst besorgt, und diefs war die Ursache, dafs ich selbst nicht bemerken konnte, was allemahl in den Zwischenzeiten vorging. Als ich aber später die Ladung derselben durch Andere besorgen liefs, bestätigte sich mir die Bemerkung jener Freunde völlig. Zu ganz vollkommener Ueberzeugung lud ich dann oft die Flasche aufs doppelte, wenn ich — E zur Basis eintreten liefs, und es erfolgte keine Bewegung, während sie auf die einfache Ladung sogleich erfolgte, als ich + E durch sie eintreten liefs.

b) Wer bey Lesung dieses §'s zugleich Reinhold's Geschichte des Galvanismus u. s. w. vor sich hat, darf keinen Widerspruch zwischen seinen und meinen Beobachtungen über das Herz im Kreise elektrischer Action befürchten. Er sah bey — E an der Basis und + E an der Spitze das Herz sich zu schnellern lang andauernden Schlägen erheben, bey + E an der Basis und — E an der Spitze es aber sogleich still werden. Jenes war das Phänomen der *Exaltation*, dieses das der *Depreſsion*, der Erregbarkeit dieses Herzens. Allemahl aber *deprimirt* diejenige Action, welche bey ihrem *Eintritte Contraction* hervorruft, wogegen diejenige, die es *nicht thut*, *exaltirt*. Deswegen ist es höchst natürlich, dafs *ich* die von dem *Eintritte* der elektrischen Reizung herrührende *Contraction* bey der umgekehrten Elektricitätsvertheilung von der reinhold'schen sah, d. i., bey + E an der Basis und — E an der Spitze des Herzens.

§. 47.

§. 49.

Ich habe in dieser Abhandlung überall erst blofse Anfänge geliefert. Ich hoffe indefs, dafs man sie mit der nämlichen Nachsicht aufnehmen werde, als vor achtzehn Jahren Galvani's Werk *de viribus Electricitatis in motu musculari*. Denn dieses hat zuletzt sie alle begründet, und fast möchte ich sie eine *Beylage* zu ihm nennen.

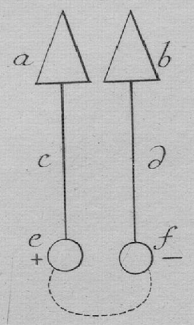
Es ist wahr, dafs ziemlich Alles, was ich dieses Mahl vorzutragen hatte, das Resultat von nicht mehr als einem einzigen Monat unmittelbarer Arbeit, ist. Aber andererseits ist es eben so wahr, dafs ohne volle achtzehn Jahre allgemeiner Vorarbeit zu ihr, und volle zwölf Jahre eigner Mitarbeit an ihr, dieselbe nicht wohl möglich gewesen wäre. Wäre dieses nicht, so würde ich nicht der Erste seyn, der, was in dieser Abhandlung vorgekommen ist, als neu erzählen könnte.

Mit Galvani's Werk datirt sich eine Epoche der *animalischen* Physiologie, an der zwar viele sich noch abgehalten finden, den gehörigen Theil zu nehmen, die aber die Geschichte nicht verfehlen wird, zu immer höherer Fruchtbarkeit zu erheben. Möge sich von *meiner* gegenwärtigen Arbeit eine neue Epoche der *vegetabilischen* Physiologie datiren.

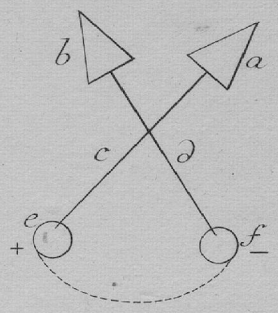
Eine Menge der reichsten Aussichten für die Pflanzenphysiologie hätte ich erscheinen lassen können. Aber ich sprach vor einer Behörde, die, nach gegebenen *Facten*, sie *Selbst* zu finden weifs. Ueberhaupt hatte ich mir vorgenommen, für dieses Mahl *blofs* Facten zu geben. Schon diese haben meine Arbeit grofs genug gemacht. Ich hatte keinen Grund, durch Folgerungen zu ermüden, die *selbst* gezogen erst wahre Erholung gewähren. Zudem sprach ich durchgängig blofs von *Mimosen*, und es könnten noch viele Beweise erforderlich seyn, bis das bey *ihnen* Gültige als für *alle Pflanzen* geltend angesehen werden möchte.

Tab. II.

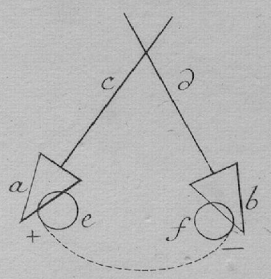
1.



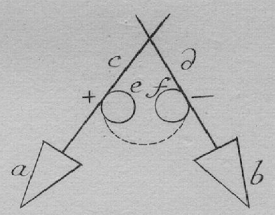
2.



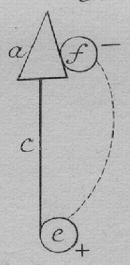
3.



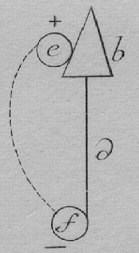
4.



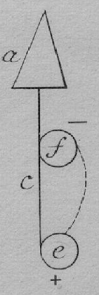
5.



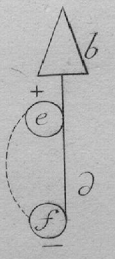
6.



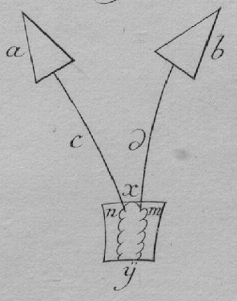
7.



8.

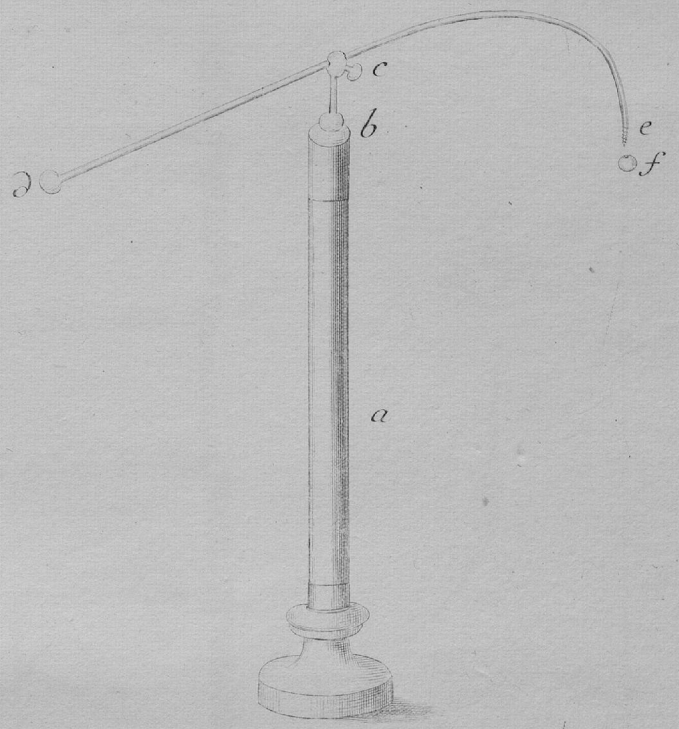


9.

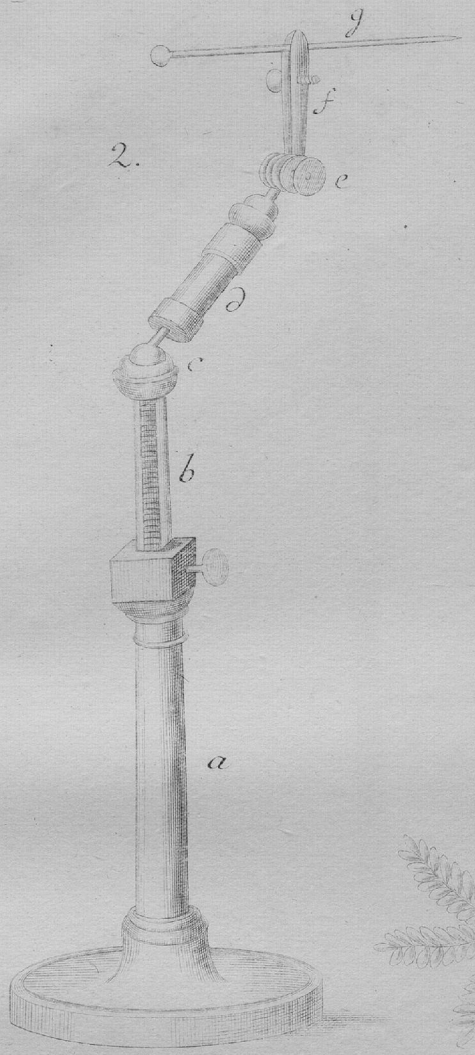


Tab. III.

1.



2.



3.

