XII.

Neue Versuche

über den

Einflufs des Galvanismus auf die Erregbarkeit thierischer Nerven.

Vorgelesen in der mathematisch-physikalischen Classe am 13ten August 1808.

von

J. W. Ritter.

Im Jahre 1797 entdeckte ich, dafs erregbare Nerven thierischer Organe, längere Zeit im Kreise galvanischer Ketten erhalten, allemal eine sehr bedeutende Veränderung ihrer Erregbarkeit erlitten. Zuerst gedachte ich ihrer in meinem „Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreich begleite" (Weimar, 1798. 8.), und fügte seitdem, besonders in meinen „Beyträgen zur nähern Kenntnifs des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung" (Jena, 1800 — 1805. 8.), noch viele Erfahrungen über diesen Gegenstand hinzu, durch die er beynahe abgethan schien. Das Ganze zog die Aufmerksamkeit der Physiologen in hohem Grade auf sich; wer meine Versuche wiederholte, fand sie bestätigt, und Volta selbst entdeckte einen Theil der Hauptsache im Jahre 1801 wieder *), — so dafs es mir

*) S. Journal de Chimie, par van Mons. T. I. p. 103, 104.

mir ein besonderes Vergnügen gewähren mufste, ihm, als er mich im December 1806, wo ich ihn besuchte, unmittelbar damit bekannt zu machen, die Gefälligkeit hatte, erwiedern zu können, dafs ich ebendasselbe gefunden, und bereits in meiner obgenannten, ihm dedicirten, ersten Schrift über Galvanismus (1798) weiter ausgeführt habe; — denn Bestätigungen durch Meister solchen Ranges muntern den Schüler allemal auf.

Man erinnert sich, dafs die Modification der Nerven in diesen Versuchen entweder in einer Deprefsion, oder in einer Exaltation ihrer Erregbarkeit bestand, je nachdem jene Nerven entweder mit ihrem Hirn- oder ihrem Muskelende, dem einen oder andern der electrischen Pole der Kette zugekehrt waren, und je nachdem ihre Erregbarkeit selbst wieder bis zu einem bestimmten Grade höher oder niederer, und damit zugleich in einem Falle die entgegengesetzte von der im andern war. Alle diese Erregbarkeitsmodificationen durch Galvanismus waren örtlich, d. i., sie erstreckten sich nie über das in der galvanischen Kette gewesene Stück des Nerven hinaus. Von den durch gewöhnlich-chemische Mittel hervorgebrachten Erregbarkeitsmodificationen in Nerven hatte schon Fontana, in seinem Werk über das Viperngift, das nämliche beobachtet, und dafs auch die den galvanischen gleichen (entgegengesetzten) Modificationen der Erregbarkeit durch Electricität aus Reibung sich nie bis über die von ihr getroffene Nervenstelle hinaus erstrecken, habe ich in m. Beyträgen, B. I. St. 1, 2. §. 26. S. 159. nachgetragen. (Die nähere Natur dieser Erregbarkeitsmodificationen selbst habe ich in dem letztgenannten Werke, B. II., St. 3, 4., an mehreren Orten, Beobachtungen zu Folge, zu bestimmen gesucht.)

Dennoch war es gleich von Anfang an unwahrscheinlich, dafs die übrigen Theile eines an einer Stelle durch Galvanismus in seiner Erregbarkeit modificirten Nerven völlig ohne Veränderung blieben.

ben. Schon die genaue Wechselbeziehung dieser, wie aller, Theile eines Organischen unter einander, und dafs mit jeder Modification des einen von ihnen, auch welche für alle übrigen gegeben seyn mufs, stritt dagegen. Nur so viel schienen die ältern Erfahrungen zu zeigen, dafs diese Erregbarkeitsmodification der übrigen Theile desselben u. s. w. eine andere seyn müfse, als jene der unmittelbar der electrischen Action der Kette, Säule oder Maschine ausgesetzt gewesenen Nervenstrecke, weil sonst die Phänomene, welche diese Oertlichkeit der letztern entschieden, nicht leicht des hohen Grades von Präcision fähig gewesen wären, der ihnen nichtsdestoweniger so eigen ist. Uebrigens wiesen mich schon 1798 zufällige Bemerkungen darauf hin, dafs solche Erregbarkeitsmodificationen aufserhalb des electrischen Kreises in der That zugegen, und dafs dieselben, nach der Modification der innerhalb des Kreises befindlichen Nervenstrecken, ebenfalls verschieden seyen (vergl. m. Beweis, §. 20. S. 130, 131.).

Es ist mir nicht bekannt geworden, dafs seit jener Zeit Jemand diesen Gegenstand in nähere Untersuchung gezogen hätte. Ich selbst kam lange nicht dazu, ihn von Neuem vorzunehmen, bis ich endlich im Frühjahre 1807 durch das Studium der organischen Electroscopie veranlafst wurde, ihm ernstere Aufmerksamkeit zu widmen. Ich theile hier der Classe die erhaltenen Resultate mit. Sie giengen aus Versuchen an mehr als hundert Fröschen hervor, und mehrere unserer Akademie Verbundene werden sich noch erinnern, sie nachmals so mitbeobachtet zu haben, wie ich sie hier beschreiben werde.

In Fig. 1. der IXten Tafel sey *abcd* ein Froschpräparat, dessen Erregbarkeit bereits so weit gesunken oder durch wiederholte Schläge

*) Ich fahre fort, mich zu diesen Figuren derjenigen Abbreviaturen zu bedienen, welche ich zuerst in m. Beweis gebrauchte, und deren seitdem sich auch andere Galvanisten bedienten.

Schläge von Voltaischen Säulen oder Leidner Flaschen so weit herabgestimmt ist, dafs bey der Armirung des Nerven *c* mit Silber *z* und des Nerven *d* mit Silber *s* bey der Schliefsung blos der Schenkel *a* und bey der Trennung blos der Schenkel *b* in Contraction übergeht. Es befinde sich also im Zustande derjenigen Erregbarkeit, die ich in m. Beyträgen, und sonst, die zweyte, die unbedingte, oder die Extensorenerregbarkeit nannte (weil alle Bewegungen der beyden Schenkel *a* und *b* dann wirklich nur Streckungen derselben sind). Man lege *z* an *c* und *s* an *d*, schliefse zur Kette, und lasse diese eine Viertel-, eine halbe Stunde, oder überhaupt die sich bald ergebende gehörige Zeit hindurch, geschlossen. Nach der Oeffnung der Kette findet man dann den ganzen Nerven *c* bis an seinen Eintritt in die Muskeln bey γ deprimirt, und leicht so sehr, dafs er auf keine Reitzung mit Zink und Silber mehr Contractionen seiner Muskeln gewährt, den ganzen Nerven *d* hingegen bis an seinen Eintritt in die Muskeln bey δ exaltirt, und leicht in solchem Grade, dafs letztere bey der Trennung, statt, wie sonst, eine sehr mittelmäfsige Zuckung, auf welche das Organ sich fast im Augenblicke wieder in seinem vorigen Zustande befindet, zu geben, in die heftigste angestrengteste Streckung übergehen, welche nach Umständen mehrere und viele Minuten lang anhalten kann, uud während welcher, und häufig noch nach ihr, schon das blofse Zurückbringen des Nerven auf die Muskeln, also Kette aus blos thierischen Theilen, starke neue Zuckungen hervorruft. — Präparirt man, nach Oeffnung der Kette *zcabds*, *c* aus *a* weiter heraus, und eben so *d* aus *b*, so findet man die beschriebene Modification von *c* schlechterdings nur bis γ vor, und eben so die von *d* beschriebene nur bis δ. Auch hat, über γ und δ hinaus, die Action der Kette die Nerven *c* und *d* in der That nicht merklich mehr treffen können, indem von γ bis δ die galvanische Action allemal den Nerven verläfst, und das seiner viel gröfseren Mafse und Oberfläche, und vorzüglich wohl noch des

kür-

kürzern Weges durch selbes wegen leitendere Muskelfleisch zu seiner Leitung vorzieht *).

Fig. 2. wiederholt das Vorige, nur deutlicher. Die beyden Froschschenkel *a* und *b* sind hier nicht mehr in unmittelbarer Verbindung, sondern getrennt, und durch die gehörige Unterlage und die zwischen ihnen befindliche Luft gegenseitig isolirt. Zink *z* und Silber *s* liegen an *c* und *d*, wie vorhin; die Mitte aber ist erst durch einen *c* und *d* ohngefähr in ihrer Mitte oder an α und β verbindenden, trocknen oder feuchten Leiter, z. B. ein homogenes Metall oder ein Stück Muskelfleisch *m* geschlossen. Hier erstreckt sich, nach verflossener gehöriger Schliefsungszeit, die Deprefsion des mit *z* armirten Nerven *c* blos bis α und die Exaltation des mit *s* armirten Nerven *d* blos bis β. In den Nervenstücken $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ findet sich nichts von den in $c\alpha$ und $d\beta$ zugegenen Erregbarkeitsmodificationen mehr vor, und natürlich eben so wenig in den hinter γ und δ in den Muskeln geblieben gewesenen Fortsetzungen von *e* und *f*.

Ich bleibe bey diesen Fällen älterer galvanischer Erregbarkeitsmodificationsversuche stehen, und überlasse es, ihren Ausgang bey anderer und entgegengesetzter oder auch gemischter Erregbarkeit

*) Denn sonst verhielten sich Nerven vor Maschineneleetricität allemal leitender, als Muskelfleisch und andere thierische Theile. Vergl. über diese gute Leitungskraft der Nerven, Kinnersley (s. Priestley's Geschichte u. gegenw. Zustand d. Electricität, A. d. Engl. v. Krünitz, Berl. u. Strals., 1772, 8. S. 135.), Franklin (s. Kühn's Geschichte d. med. u. physik. Electricität. Th. II. S. 69.), Herbert (s. dessen Theoria phaenomenorum electricorum, Ed. II. Vindob., 1778. 8. p. 195, 196.), Pickel (s. dessen Experimenta physico-medica de Electricitate et Calore animali, Wirceb., 1778, 8. p. 52, etc.), Steiglechner (s. Neue philos. Abhandl. d. Baier. Akad. d. Wiss. B. II. 1780, 4. S. 302, 303.), Hemmer (s. Comment. Academ. Theod. Palat. Vol. V. p. 156.), und Andere. In den früher sogenannten galvanischen Ableitungsversuchen indefs finden sich Phänomene über Nerven- und Muskelleitung vor, die noch einer besondern Analyse bedürfen.

keit des Froschpräparats da nachzulesen, wo ich sie schon früher abhandelte, oder im fünften Abschnitt meiner Abhandlung über entgegengesetzte Erregbarkeiten überhaupt, in m. Beyträgen, B. II. St. 3, 4. S. 118—131.

Die zur Entscheidung vorzüglich zurückgelassene Frage war, wie erwähnt, was in Fig. 1. den nicht mit im eigentlichen Kreise der Kette befindlich gewesenen Nervenstücken hinter γ und δ innerhalb des Muskelfleisches, oder in Fig. 2. den gleichen nicht mit in der Kette gewesenen Nervenstücken $\alpha e \gamma$ und weiter, und $\beta f \delta$ und weiter, während den angegebenen Modificationen ihrer Hirntheile *c* und *d*, begegnet sey? —

Zur Beantwortung dieser Frage war nichts nöthig, als in Fig. 1. die Nervenfortsetzungen hinter γ und δ im Muskelfleisch, oder, und bequemer, in Fig. 2. die Nervenstücke $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ mit mäfsig wirkenden und auf gleiche Weise angelegten galvanischen Ketten genau vergleichend zu prüfen. Dafs das Froschpräparat hierzu vor Anfang des Hauptmodificationsversuchs beständig auf derselben Stufe der Erregbarkeit, hier also auf (wenigstens vorherrschender) unbedingter stehend angenommen sey, versteht sich von selbst.

Und so wird man in Fig. 2., sofern nur beyde Schenkel *a* und *b* von Anfang an in gleichem oder doch sehr nahe gleichem Grade erregbar waren, ohne Ausnahme finden, dafs, während *c* oder das innerhalb der Kette positiv armirte Stück des Nerven *ce* deprimirt wird, *e* oder das aufserhalb der Kette gewesene Stück desselben Nerven exaltirt werde, und wieder, dafs, während *d* oder das innerhalb der Kette negativ armirte Stück des Nerven *df* exaltirt wird, *f* oder das aufserhalb der Kette gewesene Stück desselben Nerven deprimirt werde. Fig. 3. stellt diese Erfolge zu einem Ueberblicke dar.

Dafs

Dafs in Fig. 4., wo *z* und *s* an der Stelle von *m* und dieses an der von *z s* liegt, die gleichnamigen Nervenstücke überall die umgekehrten Modificationen von denen in Fig. 3. erfahren müssen, ist schon daraus klar, dafs, wie bekannt, Fig. 4. überhaupt umgekehrt von Fig. 3. wirkt, und der Versuch bestätigt den Schlufs. Erst wenn *z* in Fig. 4. an die Stelle von *s*, und *s* an die Stelle von *z* kommt, sind sämmtliche Erregbarkeitsmodificationen wieder vertheilt wie in Fig. 3.

Uebrigens erstrecken sich die den aufserhalb der Kette befindlich gewesenen Nervenstücken zugekommenen (und umgekehrten) Modificationen ihrer Erregbarkeit jederzeit bis in alle noch mit Sicherheit vergleichend untersuchbaren Verzweigungen derselben für die ihnen zugehörigen Muskeln.

Glaubt man ferner, dafs das Daranlassen der vordern in der Kette gewesenen Nervenstücke *c* und *d* an den ganzen Nerven, nach Oeffnung der Kette, Einflufs auf die Phänomene, welche die hintern aufserhalb der Kette gebliebenen geben, in diesen Versuchen haben möchte (und bey *d* in Bezug auf *f* kann diefs insofern wirklich Statt haben, als das Gespanntseyn des Organs *b*, was nach Oeffnung der Kette häufig erfolgt und anhält, so lange *d* noch mit *f* verbunden ist, die genaue Untersuchung von *f*, was auch durch *b* zu reagiren hat, wenigstens schwierig macht), so hat man nichts nöthig, als *c* und *d* ein wenig hinter der Stelle, wo ihre Fortsetzungen aufhörten in der Kette zu seyn, gleich nach der Oeffnung der Kette, oder auch noch während ihrem Geschlossenseyn wegzuschneiden (oder wenigstens gut zu unterbinden), um, nachdem die Modificationen der vordern Stücke *c* und *d* schon bekannt sind, die hintern völlig ungestört untersuchen zu können.

Arbeitet man mit Froschpräparaten, die neben der zweyten oder unbedingten Erregbarkeit (s. oben) noch wirksam afficirbare

erste

erste oder bedingte (s. m. Beyträge, B. II. St. 3, 4. S. 16.) besitzen, d. i., mit solchen, die in Fig. 1 oder 2 die Schliefsungszuckung auf beyden Seiten, und die Trennungszuckung entweder ebenfalls auf beyden, oder was, wenn man, besonders im spätern Frühling, dem Sommer und Herbst, sie gleich nach der Präparatur in den Versuch nimmt, häufiger ist, meist oder vorzüglich nur auf der Zinkseite der Kette (in *a*) geben, so sind jene hintern oder neuen Erregbarkeitsmodificationen, so bald die Kette nicht etwa so lange geschlossen blieb, dafs die Organe unterdessen auf die blofse unbedingte Erregbarkeit zurückkamen, und wenn bedingte und unbedingte noch zu ziemlich gleichem Grade von der gegebenen Kette afficirt werden, eben so schwer von einander zu unterscheiden, als die vorderen oder älteren es dann sind (vergl. m. Beyträge a. a. O. S. 121.). Hat die Affection der unbedingten Erregbarkeit offenbar schon das Uebergewicht, so zeigt sich dann in den hinteren Nervenstücken schon der nämliche Modificationsunterschied, wie bey blofser unbedingter Erregbarkeit, nur schwächer.

Mit Organen aber, die auf solcher Höhe der Erregbarkeit gestanden hätten, dafs blos die bedingte noch erst wirksam afficirt worden wäre, oder solchen, die bey der Schliefsung in Fig. 1 und 2 blos, und zwar auf der Silberseite, bey der Trennung blos, und zwar auf der Zinkseite, zuckten, habe ich bis jetzt noch keine Versuche dieser Art anstellen können, da, als ich voriges Jahr den Gegenstand aufnahm, diese hohe Erregbarkeit der Frösche schon vorüber war, und diesen Winter und Frühling mich andere Geschäfte abhielten, auf ihn zu gehöriger Zeit zurückzukommen. Doch ist alle Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs alsdann in Fig. 2 z. B., wo jetzt $c\alpha$ statt $d\beta$ exaltirt und $d\beta$ statt $c\alpha$ deprimirt wird, auch $\alpha e \gamma$ statt $\beta f \delta$ deprimirt und $\beta f \delta$ statt $\alpha e \gamma$ exaltirt werden wird. Zugleich wird, um zum Resultat zu kommen, die Kette hier vorher weit kürzere Zeit geschlossen bleiben dürfen, als wo man es nur noch mit blofser unbedingter Erregbar-

keit

keit zu thun hat, indem schon die vorderen oder älteren Erregbarkeitsmodificationen hier viel früher zu einem Unterschied gegebener Gröfse zu gelangen pflegen, als dort.

Noch habe ich von der Gröfse der hintern oder neuen Erregbarkeitsmodificationen, verglichen mit derjenigen der vordern ältern, zu sprechen, und nehme dazu am sichersten Resultate, wie sie erhalten werden, wo man mit Organen von blos noch wirksam afficirbarer zweyter oder unbedingter Erregbarkeit experimentirt, oder sie doch wenigstens bis zur Oeffnung der Kette bey diesem Zustand angekommen sind (denn bey einiger Bekanntschaft mit der Geschichte der Erregbarkeit an Fröschen wird es sogar vortheilhaft, nicht erst zu warten, bis das Froschpräparat auf den Zustand blosser unbedingter Erregbarkeit für Zink und Silber, — oder, da diese Namen hier kürzlich jedes Paar heterogener Metalle oder electrischer Leiter, darunter wenigstens ein trockner oder von der ersten Classe ist, bedeuten, für irgend ein gegebenes davon — zurückgekommen ist, sondern das Präparat immerhin zu nehmen, wie man es gleich nach der Präparatur des eben getödteten Frosches erhält, indem sich, während der Schliefsung der Kette, hält sie nur die gehörige Zeit an, schon von selbst die anfangs dann noch mit zugegen gewesene erste oder bedingte Erregbarkeit aus ihm verliert, und nachmals nur noch die zweyte oder unbedingte übrig ist, und zwar in einem höhern Grade, als wenn man mit dem Anfang des Versuchs erst wartete, bis sie allein zurück war, weil dann nach den Viertel- und halbe Stunden und länger angehaltenen Schliefsungen sie selbst nun schon wieder beträchtlich schwächer geworden ist. Ob aber in dem hier besprochenen Falle die Erregbarkeit während des Geschlossenseyns der Kette nun wirklich bis zur blofsen unbedingten oder zweyten zurückgekommen sey, erfährt man ganz kurz dadurch, dafs man die Kette von Zeit zu Zeit öffnet, und wieder schliefst. Zuckt bey der Oeffnung blos noch der Silberschenkel, oder spannt er sich sogar und kommt bey der Schliefsung blos wieder in Ruhe, und

 zuckt

zuckt der Zinkschenkel allein dabey noch so schwach, oder auch schon gar nicht mehr, dann ist man gewiſs, nun blos noch zweyte oder unbedingte Erregbarkeit, die bey dem hier angewandten Grade galvanischen Reitzes wirksam afficirt würde, übrig zu haben.)

Diese neuen Modificationen von Erregbarkeit treten nie in so groſsen Unterschied, wie die vordern oder ältern. — Wer je gut bedingte Versuche über die letzteren sah, wird sich noch mit Vergnügen der Ueberraschung durch ihren Erfolg erinnern. Doch sind auch gut bedingte über die ersteren schon insofern nicht ganz ohne eine solche, als der Erfolg durch gleiche durchgängige Präcision und das fürs erste so wunderbar scheinende Arrangement seiner Theile interesirt. — Die höchsten Unterschiede sah ich darin ausgedrückt, daſs in Fig. 2 das Nervenstück $\beta f \delta$, mit Zink und Silber galvanisch gereitzt, gar keine Zuckung in b mehr bewirkte, während das Stück $\alpha e \gamma$, eben so gereitzt, noch sehr starke in a hervorbrachte. Gewöhnlicher ist $\beta f \delta$ blos schwächer als $\alpha e \gamma$, immer aber zu solchem Grade, daſs nie Jemand über Mangel an Deutlichkeit des Unterschiedes klagen kann. Auch wird man, auf αc und βd bezogen, $\alpha e \gamma$ beständig reitzbarer finden als αc, und $\beta f \delta$ beständig minder reitzbar als βd. Ferner ist αc durchgängig früher todt (insofern nämlich bey seiner Reitzung a auf Zink-Silber nicht mehr zuckt) als $\beta f \delta$; von $\alpha e \gamma$ dagegen kann man blos sagen, daſs es, wie schon das Vorige giebt, nie zu der Erhöhung der Erregbarkeit komme, zu der βd in gleicher Zeit gelangt.

Wer alles zur völligen Ueberzeugung und Bestätigung und zum gleichzeitigen Ueberblick der vorkommenden bloſsen Gradunterschiede im Erfolg sich in der Geschwindigkeit vergegenwärtigen will, thut wohl, acht bis zehn Präparate geforderter Beschaffenheit auf einmal, jedes in seine besondere Kette, zu bringen, diese Ketten dann zu beliebig verschiedenen Zeiten zu öffnen, und die zurückgebliebenen Nerven zu untersuchen.

Daſs

Dafs endlich die Erregbarkeitserhöhung in $\alpha e \gamma$ in Fig. 2 und die Deprefsion derselben in $\beta f \delta$ daselbst eine wahre sey, bestätigt sich, sobald man den Versuch mit blofsen Hälften von Fig. 2, oder mit Fig. 5 und 6 anstellt, am besten, wie es mir schien, schon etwas matte Frösche nimmt, die Kette möglichst kurze, doch hinlängliche, Zeit geschlossen läfst, und von jedem (dessen Nerven beyde möglichst gleich erregbar seyn müffen) den Nerven seines einen Schenkels in Fig. 5 oder Fig. 6 spannt, den andern aber unter übrigens ganz gleichen Umständen neben jenem ohne geschlossene gleiche Kette liegen läfst. Dann wird, bey genauer Nachsicht, das Stück $\alpha e \gamma$ in Fig. 5 des (mit $c\alpha$) in der Kette gewesenen Nerven deutlich erregbarer zurückbleiben als das $\alpha e \gamma$ des ohne Kette gebliebenen Gegennerven, und wieder $\beta f \delta$ in Fig. 6 mit Kette (an $d\beta$) minder erregbar als $\beta f \delta$ des Nerven ohne Kette. Freylich aber sind diese Unterschiede kleiner als die von $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ der in der Kette gewesenen Nerven selbst, schon weil sie ohne Weiteres nur die Hälften davon seyn können. Ob sie diefs aber genau seyen, kann ich aus Untersuchungen noch nicht sagen, obschon es mir, besonders für den Unterschied der beyden $\alpha e \gamma$'s, aus andern Gründen *) nicht einmal wahrscheinlich ist. —

Es sey mir erlaubt, jetzt einige Bemerkungen über die Natur dieser neuen Nervenerregbarkeitsmodificationen zuzufügen, als Antwort auf Fragen, die sich jedem mit den physiologischen Wirkungen der galvanischen Kette Bekannten dabey darbieten müfsen.

Es ist aufs schärfste, sowohl theoretisch als practisch, dargethan, dafs in der galvanischen Kette Fig. 2. — so wie in jeder, deren Glieder sich über ihre Verbindungsstellen unter einander merklich

*) Die ich aber erst bey naher anderer Gelegenheit auseinander setzen kann, — und die zugleich alles enthalten werden, was bey der Deutung obiger Erregbarkeitsmodificationen noch vermifst werden möchte.

lich hinauserstrecken, und wovon Fig. 8 das Extrem abbrevirt wiedergiebt — die Action derselben sich weder über den wahren Kreis der Kette hinaus erstreckt, noch erstrecken kann. Schon in m. Beweis habe ich für unsern Fall das nöthige dargethan. Also befinden sich $\alpha\gamma$ und $\beta\delta$ in Fig. 2 zu keinem Grade in dem wirklichen Kreis der Kette und ihrer Action. Dennoch werden sie, während jene geschlossen ist, modificirt; $\alpha\gamma$ wird erregbarer, $\beta\delta$ minder erregbar; und selbst wenn der Ausdruck ganz verfehlt wäre, müfste es doch immer noch heifsen: $\alpha\gamma$ bleibt erregbarer als $\beta\delta$. Was behalten wir unter solchen Umständen für die Erregbarkeitsmodificationen dieser Theile übrig? —

Die Antwort wird leichter, als sie scheint, sobald man ihre Einfachheit nur wagt. — Dafs in Fig. 5 und 6 und ihrer Vereinigung in Fig. 2 die Contraction der Muskeln *a* und *b* nichts weniger als eine unmittelbare Wirkung der Kette als solcher sey, ist klar. Diese ruft in dem von ihr getroffenen Nervenstück $c\alpha$ und $d\beta$ eine Veränderung hervor, deren Natur wir hier ganz ohne weitere Erörterung lassen können, sobald wir nur bemerken, dafs sie es ist, welche vom galvanisirten Nervenstück sich, und ohne dafs ihr auf ihrem Wege etwas anderes als der in seiner organischen Structur ungestörte Nerve selbst zum Leiter dienen könnte, durch seine übrige Fortsetzung nach den ihr eben so ungestört organisch verbundenen Muskeln fortpflanzt, und dort, auf ebenfalls hier nicht weiter zu erörternde Art, bey ihrer ersten Ankunft die Contraction, oder was sonst für plötzlich eintretende Vorgänge, bewirkt, nach diesen ihnen aber demohngeachtet noch fortfährt zuzufliefsen, wiewohl von hier an die Rechenschaft über ihre Wirkungen schwerer wird. Alles, was Nerven wirksam reitzt, bringt diese Veränderung in ihnen hervor, und so lange, als es reitzt.

Aber Nerven, als Theile organischer Körper schon, sind von selbst bereits in continuirlicher innerer Thätigkeit.

Na-

Namentlich von den beyden galvanischen Reitzungsarten in Fig. 5 und 6 ist es ausgemacht, dafs sie zunächst durch nichts, als, im Falle Fig. 5 und der dort vorausgesetzten Erregbarkeit des Organs, durch Acceleration, im Falle Fig. 6 und der gleichen Erregbarkeit des Organs, durch Retardation dieser Thätigkeit wirken (vergl. m. Beyträge, B. II. St. 4., den 6ten Abschnitt, besonders §. 66—69 oder S. 133—137.). Darin also bestehen diejenigen Veränderungen, welche, zuvörderst vom galvanisch gereitzten Nervenstück, durch des Nerven übrige Strecke nach den Muskeln fortgeleitet werden.

Hieraus sehen wir sogleich, dafs, was in Fig. 5 oder dem Aequivalent der linken Hälfte von Fig. 1—3 (und der rechten von Fig. 4.) dem mit seinem einen Theile in der Kette begriffenen Nerven mit und während ihrer Schliefsung widerfährt, eine vermehrte Nervenaction oder Uebung der Nervenvirtualität, was in Fig. 6 oder dem Aequivalent der rechten Hälfte von Fig. 1—3 (und der linken von Fig. 4.) dem gleichen Nerven mit und während der Schliessung der Kette widerfährt, eine verminderte, (mehr oder weniger) arrêtirte Nervenaction oder Uebung der Virtualität des Nerven ist. Im ersten Falle ist der Nerve mehr, im andern minder beschäftigt, in Uebung, in Gebrauch, als ohne Kette blos sich selbst überlassen. Nun sehen wir mit jenem, wo nichts weiter zugegen seyn kann als es, nämlich in $\alpha e \gamma$ in Fig. 2 und 5, Exaltation oder Entstehung leichterer Erregbarkeit, mit diesem aber, wo wieder nichts weiter zugegen seyn kann als es, nämlich in $\beta f \delta$ in Fig. 2 und 6, Deprefsion oder Entstehung schwererer Erregbarkeit verbunden. Sollen wir demnach zögern, hier wiedergefunden zu glauben, was uns überall im Organischen, und bey so vielen Gelegenheiten, begegnet, dieses: dafs Uebung eines Organs es stärkt, es beweglicher, agiler macht, während Vernachläfsigung desselben oder Nichtgebrauch es schwächt, es unbeweglicher, inagiler zurückläfst? — Und

dafs

dafs wir hier zunächst nichts als dieses Phänomen, auf neuem, reinerem Wege verfolgbar, wiederhaben? —

Wirklich hat man, um $\alpha e \gamma$ in Fig. 2 und 5, und $\beta f \delta$ in Fig. 2 und 6, nicht allein wieder zur vorigen vollkommen unter sich gleichen Erregbarkeit zurückzubringen, sondern sie sogar in die den früheren entgegengesetzten Modificationen überzuführen, nichts nöthig, als z (Zink) dahin, wo zuvor s (Silber), und s dahin, wo zuvor z war, zu bringen, und die Kette für den ersten Zweck eine gegebene kürzere, für den letzten eine gegebene längere Zeit geschlossen zu lassen. Dann wird der vorher aus Unthätigkeit eingeschlafene Nerv $\beta f \delta$, durch die jetzige Uebung seines Vermögens, wieder geweckt, dagegen der vorher an so grofse Thätigkeit gewöhnte Nerv $\alpha e \gamma$ durch Entziehung oder Hemmung derselbwieder minder wach, und, nachdem sie einander erst auf einen Augenblick gleich gewesen, schläft dieser endlich ganz ein, während jener nun wacht, und so sehr als zuvor der andere. Dafs hierbey auch die Erregbarkeitsmodificationen von αc und βd erst aufgehoben, dann umgekehrt werden, ist bekannt.

Ich habe noch keine absichtlichen Versuche darüber angestellt, welche Folgen in Fig. 2, oder Fig. 5 und 6 sehr starke Reitzungen von αc und βd auf $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ haben mögen, wie z. B., wenn man, statt z und s, den positiven und negativen Pol einer Voltaischen Säule, und einer immer stärkern, nimmt. Doch wird es auch hier wohl gehen, wie sonst, nämlich, allzugrofse Anstrengungen der Nerventhätigkeit werden sie, statt zu stärken, lähmen, so wie bis über einen gewifsen Punkt hinaus gehende Hemmung dieser ihrer Thätigkeit sie gleichfalls dahin bringen kann, dafs sie letztere nach aufgehobener Hemmung doch nicht mehr von Neuem beginnen können, sie also gänzlich suspendirt ist. Welches auf zwey Todesarten von Nerven führte, die ohne Frage einer genauern Untersuchung werth sind, zumal sich jetzt ein vortreflicher Weg dazu öffnet.

Ein

Ein Umstand vorzüglich aber bleibt ebenfalls noch zur weiteren Untersuchung übrig. Früher bewunderten wir, dafs die hintern oder neuen Erregbarkeitsmodificationen, die von $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$, die umgekehrten von den vorderen oder älteren, denen von αc und βd, wären; jetzt hingegen mufs uns vielmehr das Umgekehrte auffallen, nämlich, dafs die vordern oder ältern Modificationen, die von αc und βd, die umgekehrten von den hintern oder neuen sind. Denn kommt nicht auch in αc z. B. schon Punkt für Punkt die nämliche Nervenveränderung durch die Action der Kette vor, als in $\alpha e \gamma$, und eben so auch in βd schon Punkt für Punkt die nämliche dadurch, als in $\beta f \delta$? — (Die genauere Art dieses Vorkommens ist für beyde die, dafs, während die Nervenstücke αc und βd durch ihre ganze Ausdehnung hindurch von der Action der Kette getroffen werden, der erste, oberste oder vorderste Punkt dieser Nerven blofse Veränderungssetzung, der zweyte Veränderung und zugleich Fortleitung der vom ersten Punkte nach den Muskeln, der dritte Veränderung und zugleich Fortleitung der vom ersten und zweyten, u. s. w., zu erleiden hat. Dafs indefs diese Veränderungen schwerlich durch die ganze Strecke αc und βd gleichmäfsig fortgehen, scheint schon daraus zu folgen, dafs zwar im Allgemeinen, je gröfser, länger, das in der Kette begriffene Stück αc und βd ist, auch die Muskelcontraction . . . . in a oder b um so gröfser wird, dafs aber doch das Verhältnifs, in welchem die Wirkung wächst, bey weitem nicht jenem gleichkommt, in welchem αc oder βd länger genommen werden.) — Warum also zeigen nicht schon αc und βd genau dieselben Erregbarkeitsmodificationen, als weiter hinten $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$? —

Ich unternehme es nicht, schon die völlige Antwort zu geben, sondern erlaube mir blofs, auf einen Hauptumstand hinzuweisen, der einst für sie zuerst in Rücksicht zu nehmen seyn wird. — Vom ganzen erregbaren Froschpräparat in Fig. 3. befinden sich blos die Nervenstücke αc und βd im Kreise der Kette, und dieser ihre

Action

Action erstreckt sich nicht über α und β hinaus. Der beste für unsern Fall passende Beweis ist der, dafs die genannten $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ sogleich nicht im Geringsten mehr in ihrer Erregbarkeit modificirt werden, als die Nerven bey α und β, oder besser, ein wenig dahinter, gut unterbunden sind, obschon solche Unterbände die Action der Kette nicht im Mindesten zu isoliren pflegen. Aber die Kette als solche bringt nicht blos die oben beschriebenen Veränderungen in der Nerventhätigkeit und die Veranlassung zu ihrer Fortpflanzung längst dem übrigen Nerven hervor, sondern sie verändert zugleich die Masse der ihr ausgesetzten Nervenportionen chemisch, bringt chemische Wirkungen, wie schon in jedem feuchten Leiter, also auch hier, hervor. Hierdurch müssen mehr oder weniger bleibende chemische Modificationen (Oxygenationen und Hydrogenationen) zu Stand kommen, so gewifs die Nervenmafse nicht blosses Wasser ist, sondern neben und mit diesem noch vielerley Oxy- und Hydro- (oder Desoxy-) genirbares enthält und daraus besteht. Von allem diesem begegnet den aufserhalb der Kette befindlichen Nerven nichts, oder doch nichts durch die Action der Kette unmittelbar Veranlafstes, weil diese sie nicht trift. Wirklich auch äufsern sich jene nothwendigen und bleibenden chemischen Modificationen von αc und βd, und zwar zunächst durch das jetzt so veränderte Verhalten dieser Nervenstücke als galvanischer (electrischer) Erreger, — wohin vorzüglich die schon in m. Beweis, S. 130. Z. 11 — 18, angeführte Beobachtung gehört.

Wie nun diese chemischen Nervenmodificationen in αc und βd jene grofsen Erregbarkeitsveränderungen in ihnen hervorbringen, und noch mehr, wie sie dann gerade diese hervorbringen, würde wohl fast noch unmöglich seyn, zu entwickeln. Dafs sie aber ihren sehr bedeutenden Beytrag dazu ausüben müssen, und vielleicht nichts als ein blos anderer Ausdruck (der chemische) dieser Erregbarkeitsveränderungen seyen, ist schon darum

höchst

höchst wahrscheinlich, daſs auch in organischen Maſsen keine Veränderung vorgehen kann, die nicht zuletzt sich auch als chemische ausdrückte, und keine chemische, die sich nicht auch als organische, physiologische, oder wie man etwa besser zu sagen hat, auswiese.

Factum ferner bleibt es einstweilen, daſs die mit diesen chemischen zugleich mit entstandenen Veränderungen der Erregbarkeit in den Nervenstücken αc und βd beträchtlich gröſser sind, als die ähnlichen aber entgegengesetzten in $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$, wie schon der erste Anblick des Gesammtphänomens zeigt. Ja sie müssen sogar gröſser seyn, als jene, schon um jene, soweit sie auch an ihrem Orte vorkommen (s. oben), und da sie die entgegengesetzten sind, aufheben, und darauf demohngeachtet noch mit einem Reste stehen bleiben zu können, der selbst wieder weit gröſser in seiner Art ist, als die Erregbarkeitsmodificationen von $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ es in der ihrigen sind.

Uebrigens sind eben so gewiſs auch die Erregbarkeitsmodificationen in $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$ nicht ohne einige chemische; aber erstens werden sie verhältniſsmäſsig eben so gering seyn, als jene, gegen die umgekehrten in αc und βd gehalten, und dann, was schon daraus mit begreiflich seyn kann, ist mir bis jetzt noch kein Versuch vorgekommen, in welchem sie sich, z. B. durch verändertes Electricitätserregungsvermögen, zu bedeutendem Grade äuſserlich verrathen hätten. —

Es kann von besonderm Interesse werden, die im Vorigen aufgestellten neuen Erregbarkeitsmodificationen einer fernern sorgfältigen Untersuchung zu würdigen. Eines Theils schon ist es das erste Mal, daſs man, was Nervenaction in Nerven selbst von Veränderung hervorbringt, zur leicht verfolgbaren Beobachtung bekommt; andern Theils öffnet schon, was bis jetzt davon bekannt, verschiedene vielversprechende Aussichten für Physiologie, Pathologie und Therapie.

Jene Nerventhätigkeit, die zu erklären man zu allerhand Dingen griff, von denen doch keins etwas an ihr erklärte, spielt im lebenden Thier- und Menschenkörper die höchsten Rollen, und ihr Sollicitirendes, das sie Anregende, wirkt hier bey weitem nicht mit der Gewalt und Verschwendung seines gröfsten Theiles, als z. B. in unsern Frosch- und andern galvanischen Versuchen. Man hat das gröfste Recht zu erwarten, dafs auch jene Thätigkeit sich in electrische auflösen werde, und dürfte ich, da diefs so lange und so häufig schon vermuthet wurde, noch von meinen eigenen Bemühungen sprechen, so würde ich hinzufügen, dafs sie bereits darein aufgelöst dargethan sey. Ihr Sollicitirendes aber ist hier im organischen Körper selbst zugegen. Dasselbe, was sie leitet, erregt sie auch, nur das Unterordnende (der „edlere" Theil) mehr, als das Untergeordnete. Hirn und Nerven sind Electromotoren, und die Natur hat schwerlich dazu Apparate, auf Volta's Art construirt, nöthig gehabt, da schon das Hydrogen und Oxygen der Feuchtigkeit, ohne die sie nie dem Leben vorstehen könnten, hinreichen, — als die zwey entgegengesetztesten, äufsersten Glieder der grofsen allgemeinen electrischen Spannungsreihe alles Mannichfaltigen auf Erden nämlich, — alle die ungeheure Electricität zu liefern, welche die Summe der organischen Verrichtungen, der billigsten Rechnung nach, erheischt, deren Spannungen aber, die im geschlossenern organischen Ganzen, eben ihrer inneren Verwendung wegen, nie zu grofser Freyheit oder electroscopischer äusserer Wahrnehmlichkeit kommen, erst, wo sie dem Thiere noch als Zahn und Gebifs (überall wie hier zu Nähr und Wehr zugleich bestimmt) dienen sollen, wie bey den electrischen Fischen, in jenen Gröfsen, die Neger lähmen und „Pferde tödten", den Begriff von dem, was sie schon innerhalb vermögen und ihrem Ursprung nach sind, ganz vollenden. Und so sieht die kühne längst gehegte Vermuthung des einen von uns ihrer Bestätigung noch eine Stufe höher entgegen. Immer aber fiel es mir auf, wie hier Mittel und Zweck einander so entsprechen, dafs keines das andere überwiegt, während

rend schon das in diesem Vortrag abgehandelte Phänomen, und tausend andere in Verbindung damit, zeigen, was wir Nerven ausstehen lassen müssen, um ihnen, auf galvanischem und ähnlichem äufsern Wege, eine sehr mäfsige Veränderung abzugewinnen. Man vergleiche die Erregbarkeitsmodificationen der Nerven in Fig. 2 an αc und βd, mit denen an $\alpha e \gamma$ und $\beta f \delta$. So bringt eine voltaische Säule, unter leicht schon unerträglich werdendem Schmerz, mit ihrem positiven Pole im Auge blaues Licht, mit ihrem negativen rothes hervor; im Ohre, jener tieferen, dieser höheren Ton; in der Nase, mit diesem fast ohne Spur von bestimmtem Geruch blofse Neigung zum Niesen, mit jenem blofse Abstumpfung dafür; auf der Zunge mit dem positiven nichts als säuerlichen, mit dem negativen nichts als alkalischen Geschmack, u. s. w. — Aber während man sich bey Allem diesem, wenn es von Bedeutung werden soll, schon den widerlichsten Empfindungen und Schmerzen aussetzen mufs, hat man doch bey weitem noch nicht jenes hohe Blau und Gelb oder Roth, was wir, im Prismabilde z. B., so ohne allen Schmerz, unter blofsem Vergnügen, dem Auge darbieten; im Ohr noch nichts von dem ausgesprochnern reinern Ton, den eine menschliche Kehle, und selbst die schlechteste Violine schon, giebt; in der Nase keine Spur von der unendlichen Mannichfaltigkeit der uns überall zuströmenden wirklichen Gerüche; im Munde (auf der Zunge), aufser sauer und alkalisch (und auch dieses noch nicht, wie etwa Efsig und Potasche es schon geben), nichts von dem, was beym frugalsten Mahl schon unsern Gaumen unterhält: — mit einem Worte, nirgends so viel, so bequem, und so „natürlich", als die Natur, unter weit weniger Anstrengung unserer Sinnorgane, wie schon uns zugemessen und vorgerichtet, als wäre sie das blofse zweyte Innere von uns, uns darbeut. Eben defshalb vermochte ich es auch nie über mich, den einst so lockenden Einladungen zu einer ärztlichen Anwendung des Galvanismus zu folgen, da ich immer mit der Ueberzeugung zu kämpfen hatte, dafs, so wahr auch die electrische Action lebender Körper nur in wiederum electrischer das ihr direct Ent-

 spre-

sprechende finden könne, denn doch, von der Electrisirmaschine und Leidner Flasche an gerechnet, Galvani's Kette und Volta's Säule den letzten Schritt zu dessen adäquatester Anwendung auf jene noch nicht gethan haben. Und in der That, wo je, erwiesen, findet sich ein Beyspiel, dafs der organische Körper seine Electromotoren an die in Erregung zu setzenden und darin zu erhaltenden Gliedmassen anlegt, wie wir Zink und Silber, positiven und negativen Pol der Säule, an Nerven? — Was würde schon der Nerve meines Arms und der Finger, mit denen ich diefs schreibe, oder der Mund, die Zunge, mit denen ich es lese, zu erleiden haben, müfste das Electromotorische im Körper dazu auf solche Weise operiren, oder müfste ich diese Bewegungen alle durch auf unsere Art angelegte galvanische Ketten und Säulen bewirken? —

Darum scheinen mir die in dieser Abhandlung auseinander gesetzten neuen galvanischen Nervenversuche so wichtig, weil ihre Wirkungen an Orten beobachtet sind, die im Kreise der Kette nicht mehr waren, und, während die fast immer unter gleichen Umständen erscheinenden Muskelbewegungen nur Sache des Augenblicks, Resultate der gesammten Versuchszeit sind. In ihnen scheint die wahre Gröfse des der organischen Natur des Nerven völlig adäquat gewordenen Theils der Wirkung der electrischen Action auf ihn hervorzutreten; und fast möchte man vermuthen, dafs alles, was, aufser diesem, dem in der Kette befindlichen Nerven begegnet, im organischen und lebenden Körper selbst, zum wenigsten in seinem gesunden Zustande, ihm nie begegnet, und blofse Folge einer bey weitem noch nicht ganz getroffenen, also immer noch zu grofsem Theile verfehlten Anwendungsart der Electricität auf Nerven, und zugleich beständig dieser Abweichung vom im Körper selbst realisirten Ideal proportionirt, sey.

Auch für Pathologie und Therapie, sagte ich, müfsten die mitgetheilten Beobachtungen von Interefse seyn. Ich habe, diefs zu be-

bewähren, nichts nöthig, als auf alle die Fälle zu weisen, wo Nerven oder nervigte Organe nicht als Ganze, sondern örtlich, von starken Reitzen entweder deprimirt oder exaltirt, — beydes in dem durch die galvanischen Phänomene an αc und βd in Fig. 2 und sonst gegebenen Sinne, — werden. Dann wird, sofern der Reitz nicht bis zur Ueberanstrengung oder der gänzlichen Retardation der Nerventhätigkeit gieng, überall der folgende peripherische Theil dieser Nerven, im ersten Falle exaltirt, agiler, reitzbarer, im zweyten Falle deprimirt, inagiler, minder reitzbar werden, — was viele wohl wirklich schon in der Praxis vorgekommene Phänomene erläutern und dienen kann, da wo der kranke Zustand eines Organs . . . Erhöhung oder Schwächung seiner peripherischen Nerventheile fordert, jene durch Depression, diese durch Exaltation der mehr dem Hirn zu liegenden Theile seiner Nerven hervorzurufen, obschon dabey die beständige Rücksicht auf die in jedem Organischen zugleich vorkommenden zwey und sich entgegengesetzten Erregbarkeiten, in die, zu keiner grofsen Förderung der guten Sache, freylich nur erst Wenige glaubten eingehen zu dürfen, nie aus den Augen zu lassen seyn kann. Verwickelung indefs, die aus blofser weit gehender Gültigkeit an sich sehr einfacher Gesetze entsprang, wurde in ihrer Lösung noch allemal lohnend, und so wird man auch gegenwärtigen Beobachtungen und Bemerkungen, ohngeachtet sie dem Zunamen „feiner" ausgesetzt seyn könnten, eine weitere Verfolgung fordern dürfen, zumal sie allenfalls blos in ihrer Analyse diesen Namen verdienen.

Auch wird man diese Versuche gewifs nicht ohne Resultat auf die bey weitem zu früh in Vergessenheit gekommenen Erregbarkeitsmodificationen Fontana's, von Humboldt's, und Anderer, wo blofse gewöhnlich-chemische Reitze, wie Weingeist, Säuren, Opium, Alkalien, und dergleichen, auf Nerven und Muskeln angewandt werden, und denen so viel Aehnliches bey der Wirkung

dieser

dieser Agentien auf Pflanzenkörper zur Gegenbeobachtung dient, — ferner auf blos mechanisch gereitzte Organe, da auch über diese Reitzungsart und ihre Folgen noch so grofse Dunkelheit herrscht, — ausdehnen. Den Beobachtungen der ersten Art scheint in der That der Abzug, den sie dadurch erlitten, dafs allemal die angebrachten Substanzen zu electrischen Erregern, die den Wirkungsgrad der Kette dann schon als solche modificiren mufsten, wurden, und dafs, wie noch hinzugesetzt werden könnte, die Nerven hierbey auch mit zugleich bald besser bald schlechter, als der natürliche Nerve selbst, leitenden Flüfsigkeiten umgeben und getränkt wurden, wodurch oft noch aus einem zweyten Nebengrunde die Action der Kette, und damit die Reaction des Organs vergröfsert oder verringert wurde, allzusehr geschadet zu haben, ob ich gleich selbst, — der erste, der ihnen jenen Abzug zuerkannte, — schon damals defshalb nicht das Ganze jener Beobachtungen verwarf, sondern blos an nothwendige Rücksichten dabey erinnern wollte (s. m. Beweis, 1798, §. 8. S. 19, 20.). Jetzt aber, wo man weifs, dafs man so angegriffene Nerven noch da mit Erfolg untersuchen kann, wo schlechterdings nichts von der angewandten Substanz hinkommen konnte, oder wenigstens, ehe es möglich war, können alle jene Rücksichten wegfallen, wodurch die Untersuchung nothwendig reiner, und selbst leichter wird. Dafs ihre Resultate interefsant seyn werden, kann schon, weil jedes gute es ist, nicht in Zweifel stehen. —

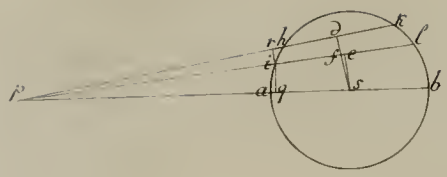
Von den Veränderungen, welche galvanisch gereitzte Nerven oberhalb angelegter Ketten erleiden, oder in x und y in Fig. 7, werde ich zu anderer Zeit sprechen. —

XIII.

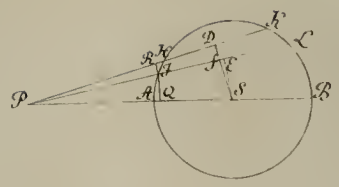
HISTO

Tab. X.

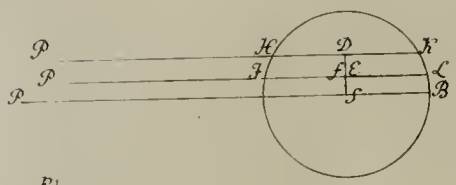
1.



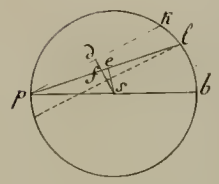
2.



3.

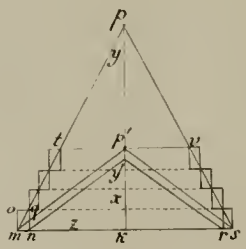


4.

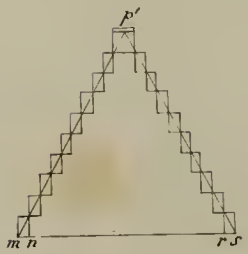


5.

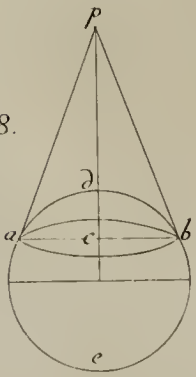
6.



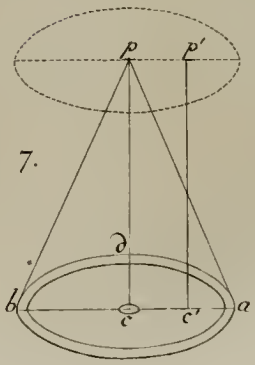
6*



8.



7.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften München

Jahr/Year: 1808

Band/Volume: 01

Autor(en)/Author(s): Ritter J. W.

Artikel/Article: XII. Neue Versuche über den Einfluss des Galvanismus auf die Erregbarkeit thierischer Nerven. 257-278