Erklärung der Abbildung.

Die Pfeile zeigen den Weg an, den der Reiz von der Conjunctiva aus nimmt, um zu den drei Speicheldrüsen zu gelangen; die Kreuze aber den Weg, den der electriche Reiz einschlägt, um vom Ganglion petrosum N. glosso-pharyngei die Secretion der Parotis auszulösen.

(Aus dem physiol. Institute in Innsbruck.)

Ein Cylinder-Feder-Myographion.

Von

M. v. Vintschgau und **M. Dietl.**

Hierzu Tafel IV und V.

Du-Bois-Reymond¹⁾ hat zuerst ein Myographion construiert, bei welchem eine Glasplatte durch Federkraft in Bewegung gesetzt wird. Später²⁾ hat man auf dieselbe Platte auch die Schwingungen einer Stimmgabel notiren lassen, um die Zeit der verschiedenen Phasen eines Myogramms genau bestimmen zu können.

Wir haben nun getrachtet, ein Myographion zu construiren, bei welchem statt der Glasplatte ein Cylinder, der mit berusstem Papier überzogen ist, ebenfalls durch Federkraft gedreht wird, und somit einen von jenen Gedanken zu verwirklichen, den Du-Bois-Reymond l. c. p. 281 aussprach.

1) Du-Bois-Reymond. Das Federmyographion. Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. I. Bd. 1875, pag. 271.

2) J. Gad. Ueber das Latenzstadium des Muskelementes und des Gesamtmuskels. Archiv f. Anat. und Phys. Physiol. Abth. 1879, pag. 254.

In Nachfolgendem soll nun die Beschreibung des Apparates gegeben werden.

Dieses Myographion besteht aus vier Haupttheilen.

1. dem Cylinder, der mittelst einer Feder in Bewegung gesetzt, sich nicht vollständig um seine Achse dreht; er wird durch einen Hemmungsapparat behindert, eine ganze Umdrehung zu vollenden. Auf der gleichen Achse des Cylinders ist eine Scheibe mit dem Unterbrechungsstift befestigt. Der Hemmungsapparat trägt ausserdem die Vorrichtung, um den Cylinder loszulassen;

2. aus der Contactvorrichtung;

3. aus dem Froschtisch, der das Froschpräparat mitsammt der feuchten Kammer trägt;

4. aus der Stimmgabel, welche die Zeit auf den Cylinder notirt.

Fig. 1 zeigt das Myographion von oben, jedoch ist die Stimmgabel weggelassen und nur das Brettchen gezeichnet, welches dieselbe zu tragen bestimmt ist.

Fig. 2 zeigt das Myographion im Profil, und zwar von vorne, nämlich von jener Seite, von welcher die wichtigsten Theile desselben gleichzeitig sichtbar sind.

Die Bezeichnungen der einzelnen Theile gelten für beide Figuren in derselben Weise. Die beiden Figuren I und II entsprechen $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse.

Figur 3 stellt den Apparat perspectivisch dar. Die einzelnen Theile sind jedoch nach dem Augenmass gezeichnet¹⁾.

Auf einem viereckigen hölzernen Brette A A' sind die zwei eisernen Ständer BB' befestigt, welche die Achse des Cylinders C tragen. Der letztere hat eine Höhe von 150 mm und einen Durchmesser von 160 mm. Die Cylinderhöhe gestattet somit eine Reihe von gut getrennten Myogrammen mit den dazu gehörigen Stimmgabelcurven zu verzeichnen. Andererseits ist der Umfang desselben so gross, dass der Cylinder, wenn er von einer wirksamen Feder getrieben wird, nicht bloss die hinreichende Geschwindigkeit erlangt, bevor der reizende Strom den Nerven oder den Muskel trifft, sondern, dass der Muskel auch nach vollendeter Zuckung noch eine hinreichend lange Linie verzeichnen kann.

1) Das Myographion wurde vom hiesigen Universitätsmechaniker F. Miller angefertigt, die Stimmgabel haben wir von König in Paris bezogen.

Die conisch zugespitzten Enden der Trommelachse $\alpha \alpha'$ bewegen sich in kleinen Vertiefungen, die an den Enden der beiden Schrauben $a a'$ angebracht sind.

Die Schraube a hat eine fixe Lage, während dagegen die Schraube a' , welche mit einem breiten Kopf und mit der Gegenmutter b versehen ist, so gestellt werden kann, dass es möglich ist, den Cylinder in den Apparat hineinzugeben und aus demselben herauszunehmen, und ausserdem zu bewirken ist, dass die Trommelachse $\alpha \alpha'$ mehr oder weniger fixirt werde. Der Cylinder soll sich nämlich wohl leicht drehen, durchaus aber nicht in dem Axenlager schlottern. Die Gegenmutter b sichert die Stellung der Schraube a' .

Ferner lässt sich der Cylinder längs der Achse verschieben, und zwar durch einen Trieb von dem in Figur I nur der Kopf der Schraube c sichtbar ist. Damit aber der Trommel eine fixe, unveränderliche Stellung in jeder Lage längs der Achse $\alpha \alpha'$ gegeben werden könne, ist eine zweite Schraube c' angebracht, welche so fest angezogen werden soll, dass der Cylinder bei der Drehung ganz unverrückt bleibt.

Die Cylinderachse $\alpha \alpha'$ trägt ausserdem noch folgende Theile:

D ist eine kleine dicke Scheibe, deren Rand mehrere Löcher besitzt, in welche ein Metallstab eingesetzt werden kann, um die Trommel, sobald dieselbe in die Hemmung eingekeilt ist, zurückdrehen zu können.

E ist eine dünne, aber grössere Scheibe als D ; dieselbe besitzt ebenfalls am Rande eine Reihe Löcher, welche bestimmt sind, den Unterbrechungsstift in Form einer kleinen Schraube e mit Gegenmutter aufzunehmen. Der Kopf dieser Schraube ist meisselartig oder schneidezahnartig zugefeilt. Wir haben diesen Zahn an einer besonderen Scheibe und nicht am Cylinder angebracht, weil letzterer mit Papier überzogen wird, und dies nur dann gut möglich ist, wenn am Rande der Cylinderbasis kein Vorsprung vorhanden ist, ausserdem, weil der Cylinder längs der Achse verschiebbar ist, während die Contactvorrichtung H unverrückbar in dieser Richtung bleibt¹⁾.

Die Löcher am Rande der Scheibe E dienen dazu, um nach Bedarf den Zahn e zu versetzen. Es kann nämlich, nach den Ver-

1) Die Scheibe E ist aus Holz, ihr Rand jedoch ist mit einem metallenen Reif versehen, um den Unterbrechungsstift einschrauben zu können.

suchen, die man vornimmt, erwünscht sein, dass der reizende Strom in der einen oder in der anderen Phase der Cylinderumdrehung, nämlich je nachdem der Cylinder eine geringere oder grössere Geschwindigkeit erreicht hat, in den Nerv oder in den Muskel einbreche.

Da der Cylinder eine volle Umdrehung nicht ausführen darf, dass man eine reine Abcisse erhalte, so war es nothwendig, denselben vor der Vollendung der Umdrehung zu arretiren. In Folge der nicht unbedeutenden Schwere der Trommel jedoch wäre der Stoss gegen die Arretirungsvorrichtung ziemlich heftig gewesen, wenn wir nicht getrachtet hätten, denselben durch einen Fangapparat wesentlich abzuschwächen oder sogar ihn beinahe zu eliminiren. Diese Hemmung ist so eingerichtet, dass ein Keil, der an einer Scheibe befestigt ist, und mit dieser sich dreht, durch mehrere Federn gefangen wird. Gleichzeitig mit der Beschreibung der Arretirungsvorrichtung soll auch die einfache Vorrichtung beschrieben werden, durch welche die Bewegung des Cylinders ausgelöst wird.

Die Cylinderaxe $\alpha\alpha'$ trägt demnach noch eine Holzscheibe F, und an einer bestimmten Stelle ihres Randes ist der ebenfalls aus Holz angefertigte Keil f befestigt. Derselbe schmiegt sich genau dem Rande der Scheibe an, und seine Seitentheile sind mit Filz überzogen. Bei einem Durchmesser von 93 mm der Scheibe deckt der Holzkeil ungefähr $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der Scheibenperipherie.

Weiter ist auf dem Brette A A' ein Holzklotz G befestigt; an der oberen Fläche dieses Holzklotzes befindet sich ein Winkelhebel β . Eine Metallfeder β' bewirkt, dass der aufrechtstehende, mit einem Zahn versehene Theil dieses Hebels sicher eine Spange f' aufnehme, die an der vorderen Fläche der Scheibe F, ungefähr gegenüber der Basis des Keiles f befestigt ist. Während nun die Feder g die Trommel spannt, wird durch die Spange f' durch den Zahn des Winkelhebels die Trommel festgehalten. Um die Lage des aufrecht stehenden Theiles des Winkelhebels zu sichern, wurde derselbe etwas nach abwärts verlängert, und dieser Ansatz stösst nun gegen die innere Fläche des Holzklotzes.

Der obere Theil der inneren Fläche des Holzklotzes G ist schräg abgeschnitten; hierselbst sind 6 Federn, und zwar je zwei gegenüberliegend, angebracht. Die zwei äussersten (in Figur 2 ist bloss diese eine d sichtbar) sind ziemlich lang, entsprechend

der Scheibe F gekrümmt, und ihre innere Fläche ist mit Tuch überzogen. Die mittleren sind etwas kürzer, dagegen kräftiger, als die äusseren, und endlich die innersten sehr kurz, dagegen aber sehr kräftig.

Wird nun der vermittelst der Feder gespannte Cylinder durch einen Druck auf den horizontalen Theil des Winkelhebels losgelassen, so dreht er sich, bis der Keil f nacheinander die Federpaare auseinander treibt, wodurch die Kraft und die Geschwindigkeit so geschwächt wird, dass die Keilspitze nicht viel zwischen die beiden innersten Federn eindringen kann; der Stoss wird dadurch in dem Augenblick, in welchem der Cylinder aufgehalten wird, auf ein Minimum reducirt.

Die Feder, welche die Trommel in Bewegung setzt, ist folgendermassen angebracht.

An der hinteren Fläche des Ständers B, und zwar an jener Stelle, durch welche die Schraube a hindurchgeht, ist ein Metallstück befestigt, welches in seiner Mitte von der Schraube a ebenfalls durchbohrt wird. Das Metallstück m ist an seiner freien Seite mit einer runden, etwas erhabenen Platte versehen. Die Feder g (in Figur 2 ist diese Feder bloss angedeutet, da dieselbe von dem Ständer B verdeckt ist) wird mit einem Ende an das Mantelstück befestigt und um dasselbe gewunden, so dass sie zwischen dem Ständer B und der runden Platte zu liegen kommt. Das freie, hakenförmig umgebogene Ende n der Feder lässt sich an einem Stift, der sich nahe dem Rande der Scheibe F (bei der Spitze des Keiles f) befindet, einhaken.

Will man den Cylinder herausnehmen, ohne dass die Feder g sich entrolle, so kann ihr Haken an einen kleinen Hebel, der an dem Seitentheil des Ständers B sich befindet, eingehakt werden. (Dieser kleine Hebel wurde in den Fig. 1 und 2 absichtlich weggelassen.)

Ein anderer Theil des Apparates ist die Contactvorrichtung H. Ihre Einrichtung weicht von den an anderen Myographien angebrachten Contactvorrichtungen nicht wesentlich ab, so dass wir uns bei ihrer Beschreibung sehr kurz fassen können. Sie lässt sich in toto um die horizontale Achse o drehen, und mit dem Stiel h an der Feder h' festhalten, wenn man will, dass der Zahn e die Contactvorrichtung nicht berühre. Damit die Platinspitze γ mit Sicherheit die Platinplatte γ' berühre, ist die kleine Feder δ angebracht,

welche zugleich die Bestimmung hat, sobald der Unterbrechungszahn e den Hebel niederdrückt, letzteren festzuhalten, um eine neue Berührung der Platinspitze mit der Platinplatte zu verhindern.

Um zu vermeiden, dass der elektrische Strom durch die Hebelachse hindurchgehe, welche mit den beiden Achsenlagern nicht immer den gleichen Contact besitzt, wurde ein Leitungsdraht mit dem Hebel selbst fest verbunden, und von hier geht dieser Leitungsdraht zur Klemmschraube ϵ' , welche an der hinteren Seite der Holzsäule befestigt ist. (In Figur 1 ist die eine Klemmschraube ϵ' , in Figur 2 die andere Klemmschraube ϵ sichtbar, welche bestimmt sind, die Leitungsdrähte aufzunehmen.)

Diese Contactvorrichtung lässt sich, wie ersichtlich, dazu benutzen, um den primären Strom zu öffnen, sie lässt sich aber auch selbstverständlich in eine gute Nebenleitung umwandeln, wenn man den primären Strom schliessen will.

Der dritte Theil des Myographions besteht aus dem Tisch für das Muskelnervenpräparat.

Eine eiserne Platte N , welche neben dem Brett AA' befestigt wird, trägt zwei eiserne Säulen OO' . Ein in den Zeichnungen 1 und 2 nicht sichtbarer Querbalken verbindet die beiden Säulen. In der Mitte dieses Querbalkens ist die Feder i mit Zähnen angebracht, deren Zweck später erwähnt werden soll.

Jede Säule OO' trägt einen metallenen Arm p , welcher mit einer Schraube p' versehen ist. Die Spitze dieser Schraube trägt ein mit Kork oder mit Leder überzogenes Plättchen, und auf ihm ruht der innere Theil des Tisches auf.

Das Tischchen selbst (Froschplatte) Q besteht aus einem eisernen Rahmen, welcher nach rückwärts in die metallene Platte P sich fortsetzt. Auf den eisernen Rahmen ist eine hölzerne Platte, und auf diese eine Korkplatte so befestigt, dass sie nach innen, gegen das Myographion zu, etwas vorragen, nach aussen aber den Rahmen frei lassen. (In Figur 1 sieht man eben die obere Fläche der Korkplatte.)

Der eiserne Rahmen hat eine doppelte Bewegung, und ist daher an den beiden Enden der freigelassenen Spange mit zwei Zapfen r r' versehen. Der Zapfen r' geht durch eine Höhlung der Säule O' , und stösst mit seinem freien Ende gegen eine kräftige Feder. Der Zapfen r geht ebenfalls durch eine Höhlung der Säule O , und stösst gegen die Schraube q mit Gegenmutter. Die

Schraube q ist an einem kleinen Ansatzstück der Säule O angebracht.

Durch die beschriebene Einrichtung lässt sich die Froschplatte in zwei Richtungen bequem bewegen. Die Schraube q erlaubt einmal den eisernen Rahmen mit allen den darauf liegenden Theilen in horizontaler Richtung, von vorne nach hinten oder umgekehrt zu verschieben. Die totale Verschiebung beträgt ungefähr 1 cm. Der Grund dieser Einrichtung ist ein doppelter. Ist einmal der Cylinder durch die Schraube c' befestigt, so kann man ohne irgend eine Veränderung des Cylinders und durch blosse Stellung der Schraube q mehrere Myogramme übereinander schreiben. Will man ausserdem auf dieselbe Abscisse zwei oder mehr Myogramme schreiben, und hat der Muskel die ursprüngliche Länge nicht mehr, so lässt sich ebenfalls mit der Schraube q die ursprüngliche Stellung der Schreibfeder auf dieselbe Abscisse herstellen.

Die Froschplatte lässt sich ausserdem auch um die Axe $r r'$ drehen. Um diese Drehung leicht bewerkstelligen zu können, wurde ungefähr in der Mitte der genannten Axe ein längerer Hebelarm q mit einem seitlichen Zapfen angebracht. Dieser Zapfen q' kann von den Zähnen der Feder i gefasst und somit die Froschplatte in einer schiefen Lage festgehalten werden, wenn man die Trommel herausheben oder wenn man sie drehen will ohne dass auf die Trommel irgend eine Linie gezeichnet werde.

Sobald die Froschplatte von der Feder i nicht gehalten wird, ruht dieselbe auf den Schrauben p' , welche auch benützt werden können, um die Reibung der Schreibfeder auf dem berussten Papier zu reguliren.

Der Schreibhebel besteht zum grössten Theile aus einem $4\frac{1}{2}$ mm breiten aber dünnen Schilfstäbchen, welches an einem Ende mit einer leichten, sehr fein zugespitzten Metallfeder versehen, an dem anderen Ende dagegen mittelst einer Metallhülse mit einer ebenfalls $4\frac{1}{2}$ mm breiten aber sehr dünnen Metallschiene verbunden ist. Diese Metallschiene bewegt sich sehr leicht um die verticale Axe t . An ihr selbst befindet sich noch eine kleine verschiebbare Hülse mit einem Knopf zur Befestigung des Muskels.

An der Axe t ist ein dünner Faden befestigt und um dieselbe umschlungen; derselbe geht dann über die sehr bewegliche Rolle π und trägt eine Schale, auf welche die Gewichte für die Spannung des Muskels gelegt werden.

Die Schreibvorrichtung ist somit nach der Angabe von Marey¹⁾ construiert, nur dass die Spannung des Muskels nicht durch Federkraft, sondern durch Gewichte bewirkt wird, und zwar nach jener Methode, welche Fick²⁾ empfahl und welche zur Spannung des Muskels wesentlich bessere Dienste leistet, als alle übrigen angewendeten Methoden.³⁾

Der kleine Zapfen π' verhindert, dass die Schreibfeder, wenn sie nicht mit dem Muskel verbunden ist und in der Schale Gewichte vorhanden sind, zu viel gedreht werde.

Die Froschplatte ist gross genug, dass es möglich ist, auf dieselbe einen ganzen Frosch mit Stecknadel zu befestigen, ausserdem hat man hinreichend Raum, um den Frosch mit einer feuchten Kammer zu umgeben, und an demselben jene Electroden zu appliciren, die von Marey angegeben wurden und welche in Fig. 2 sub R angedeutet sind. Benützt man aber das Froschschenkelpräparat, so ist die Froschplatte auch gross genug, um darnach eingerichtete unpolarisirbare Electroden zu verwenden, die kleinen Quecksilbernäpfchen der Marey'schen Electroden können dann zur Aufnahme der Leitungsdrähte benützt werden.

Der m. gastrocnemius lässt sich mit dem kleinen Knopf des Hebels mittelst eines Fadens verbinden. Wir ziehen jedoch eine andere Verbindungsweise vor. Eine feine hinreichend lange Insektennadel wird durch ein ganz kleines Korkstück durchgestochen so dass deren Kopf vollständig im Kork versteckt ist. In dem Korkstück wird eine kleine Höhlung gemacht, die hinreichend gross ist, um mit Sicherheit den kleinen Knopf des Hebels hineinzuzwingen. Die Spitze der Nadel wird hakenförmig umgebogen

1) Marey. Du mouvement dans les fonctions de la vie Paris 1868.

2) A. Fick. Studien über electrische Nervenreizung. Gratulationschrift von der med. Facultät zu Würzburg an E. H. Weber. Würzburg 1871, pag. 11.

3) Fick gibt an, dass schon vor ihm Marey diese Methode angewendet habe. Letzterer hat in neuester Zeit ebenfalls die Feder zur Spannung des Muskels definitiv verworfen und die Gewichte an der Hebelbasis angebracht. (Le fil qui soutient le petit plateau sur le quel on place d'ordinaire 15 à 20 grammes s'enroule et se fixe autour de la base du levier munie à cet effet d'une gorge). Marey. La méthode graphique dans les sciences expérimentales et principalement en Physiologie et en Médecine. Paris 1878, pag. 507 u. f.

und in die Achillessehne eingehakt, dazu noch die Nadel mit der Sehne durch einen Faden fest verbunden.

Diese Befestigungsweise gibt die sicherste Garantie, dass der Hebel genau jeder Bewegung des Muskels folgen muss.

Der IV. Theil des Apparates besteht aus der Stimmgabel. Diese wird durch einen elektrischen Strom in fortwährender Schwingung gehalten; da ihre Construction allgemein bekannt ist, so brauchen wir auf dieselbe nicht näher einzugehen; doch ist folgendes zu erwähnen.

Nachdem es nicht möglich war, die Stimmgabel J an derselben Seite anzubringen, an welcher der Tisch für das Muskelnervenpräparat sich befindet, so waren wir genöthigt, an der Schreibfeder I, welche an einer Zinke der Stimmgabel angebracht ist, eine kleine Borste so zu befestigen, dass dieselbe eine schiefe Lage hatte, wie Fig. 2 zeigt. Da der Cylinder sich von links nach rechts bewegt, so befindet sich die Borstenspitze auf diese Weise in der günstigen Stellung um schreiben zu können ohne sich in das Papier einzuspitzen¹⁾.

Die Stimmgabel lässt sich auf der Stange L verschieben; letztere ist mittelst des Holzklotzes M auf das Brett AA' in passender Lage befestigt. An ihr haben wir ein in Fig. 2 nicht ersichtliches Korkstück angebracht, das sehr streng auf und abzuschieben und so zugeschnitten ist, dass die Stimmgabelzinken an ihm vorbeigleiten können, ohne es zu berühren. Es ist in eine solche Höhe gestellt, dass, wenn das Brettchen J' auf ihm ruht, die Spitze der kurzen Borste eben das Papier des Cylinders berühre.

Diese einfache Vorrichtung gestattet die Stimmgabel bis zur erwünschten Höhe, nämlich bis die Borstenspitze das Papier des Cylinders eben berührt, herabzulassen, ohne dass man genöthigt wäre, jedesmal diese passende Stellung aufzusuchen.

Da wir das eben beschriebene Myographion zu einer Reihe von Versuchen benützt haben, die in einer nächsten Abhandlung veröffentlicht werden sollen, so wollen wir, bevor die möglichen Fehler des Apparates näher untersucht werden, angeben, wie die Adjustirung desselben bei der Vornahme eines solchen geschieht.

1) Statt der Borste lässt sich, wie es gegenwärtig häufig geschieht, auch ein passend zugeschnittenes und feingeschabtes Stück einer Kielfeder benutzen.

Der Cylinder, welcher mit feinem Glacépapier überzogen und auf gewöhnliche Art berusst ist, sei schon in den Apparat gesetzt. Denken wir uns jetzt die Achillessehne eines Froschschenkelpräparates mit dem Knopf des Hebels verbunden. Der Unterschenkel und das dem Präparate belassene unterste Stück des Femur's werden nun mit Stecknadeln in der Korkplatte befestigt und zwar der Art, dass der Schreibhebel parallel mit der Cylinderbasis sich befindet. Diese Befestigungsweise ist hinreichend, besonders wenn die Nadeln etwas schief eingestochen werden.

Ueber den Schenkel wird nun die feuchte Kammer gegeben.

Unsere feuchte Kammer besteht aus einem Rahmen von Kork mit einem kleinen Ausschnitt an jener Wand, welche dem Muskelhaken den Durchgang zu gestatten hat. Die innere Fläche dieses Korkrahmens wird mit nassem Fliesspapier austapeziert. Der Rahmen lässt sich ebenfalls leicht mit Stecknadeln auf die Froschplatte befestigen. Nun wird der Nerv auf die gewünschten Electroden gelegt. Nachdem man in die Kammer noch einige kleine feuchte Schwämme hineingelegt hat, wird die obere Seite derselben mit Glasplatten bedeckt, und die einzelnen Spalten mit feuchten Papierstreifen überbrückt, so dass nur der genügende Raum für den Durchgang der Electroden übrig bleibt.

Während dieser Vorbereitungen ist der Froschtisch etwas gehoben und von der Feder *i* festgehalten. Derselbe wird mit der Schraube *q* so weit nach rückwärts verschoben, dass es möglich ist, auf den Cylinder vier über einander liegende Myogramme zu schreiben, ohne ihn zu verrücken, ausserdem muss die Schraube noch einen kleinen Spielraum haben, um eine etwa nöthige Adjustirung vornehmen zu können.

Wir ziehen nämlich vor, die Myogramme über einander statt auf dieselbe Abscisse zu schreiben; die Ausmessungen sind dadurch leichter auszuführen, die Congruenz oder Nichtcongruenz der Myogramme lässt sich ebenso gut übersehen, als ob dieselben auf die nämliche Abscisse gezeichnet wären.

Der Cylinder wird mit dem Trieb *c* so weit nach vorne geschoben, dass es möglich ist, unterhalb des ersten Myogramms auch die Stimmgabelcurven für die vier beabsichtigten Myogramme zu schreiben.

Nun handelt es sich darum, den Cylinder unverrückbar festzustellen. Zu dem Ende wird die Triebfeder *g* an den Stift, welcher

in die Scheibe F bei n eingelassen ist, angelegt, wobei der Cylinder erst so gestellt wurde, dass der Stab f' in den Zahn des Winkelhebels β einschnappt. Nachdem der Cylinder durch kräftiges Anziehen der Schraube c' befestigt und dessen Gang durch eine entsprechende Stellung der Stellschraube a' sammt Gegenmutter b geregelt ist, wird die Froschplatte niedergelassen, so dass die Schreibfeder den Cylinder genau wie bei dem eigentlichen Versuch berühre, dann wird die Schreibfeder mit der Hand etwas nach vorne bewegt, so dass auf dem Papier eine 2 bis 3 mm hohe Linie geschrieben wird. Nun hebt man die Froschplatte auf, die Unterbrechungsvorrichtung H wird aus dem Bereich des Zahnes e entfernt und der Cylinder durch Niederdrücken des Winkelhebels β losgelassen, derselbe dreht sich selbstverständlich genau so wie bei einem eigentlichen Versuch. Der Cylinder wird nun zurückgedreht, in die ursprüngliche Lage gebracht, nämlich in den Zahn des Winkelhebels eingehakt und nun durch Niederlassen der Froschplatte untersucht, ob die Spitze des Schreibhebels mit der früher gezogenen Linie zusammenfällt. Meistens ist dies nicht der Fall, der Unterschied jedoch sehr gering; es wird nun mit dem Schreibhebel eine zweite Linie gezogen, und nachdem man die Froschplatte wieder abgehoben hat, die eben beschriebene Prozedur wiederholt¹⁾. Nach dieser zweiten Umdrehung des Cylinders findet man die Spitze des Schreibhebels mit der zweiten Linie vollkommen übereinstimmend. Höchst selten kommt es vor, dass auch jetzt keine Uebereinstimmung zu finden ist; in diesem Falle ist es am besten, den Cylinder noch einmal zu fixiren²⁾.

Hat man sich auf die eben beschriebene Weise überzeugt, dass der Cylinder ganz unverrückbar festgestellt ist, dann wird die Abscisse geschrieben.

1) Es ist wohl klar, dass der Cylinder nur dann zurückgedreht werden soll, wenn vorher die Froschplatte und die Stimmgabel, falls auch diese an dem Cylinder anliegt, abgehoben wurden, um zu vermeiden, dass die beiden schreibenden Spitzen sich in das Papier einspitzen.

2) Dies Verfahren liesse sich umgehen, wenn der Cylinder mit seiner Axe bleibend fest verbunden wäre und man Froschplatte und Stimmgabel in gut gearbeiteten Schlitten verschiebbar machen würde. Wir möchten das für ein neues Instrument auszuführen vorschlagen, haben aber selbst es nicht durchgeführt, da wir einerseits sahen, dass wir auf dem eingeschlagenen Wege ganz richtige Resultate erhielten, und andererseits die Versuche unter denselben Bedingungen durchführen wollten.

Nachdem nun das Myographion für einen Versuch genau adjustirt ist, so wird die Unterbrechungsvorrichtung H in den Bereich des Zahnes e gebracht, die Froschplatte wird niedergelassen und man überzeugt sich nun, ob die Spitze des Schreibhebels auf die früher gezogene Abscisse fällt; jede Abweichung lässt sich mit der Schraube ϱ corrigiren¹⁾; endlich wird auch die Stimmgabel, die schon in Schwingung sich befindet, niedergelassen.

Nun wird der eigentliche Versuch vorgenommen.

Nach dessen Vollendung wird zuerst die Stimmgabel, dann die Froschplatte abgehoben; die Unterbrechungsvorrichtung aus dem Bereich des Zahnes e entfernt und der Cylinder zurückgedreht. Die Froschplatte wird nun mit der Schraube ϱ etwas verschoben und man kann einen zweiten Versuch vornehmen.

Die Zahl der Myogramme, die so auf den kleinen Raum von ungefähr 7 mm sich schreiben lassen, hängt vorzugsweise von dem Raume ab, welcher für die Stimmgabelcurven bestimmt ist. Mit den von uns gewählten Dimensionen lassen sich recht bequem vier Myogramme übereinander schreiben²⁾.

Die Ordinate wird auf die bekannte Weise nur ein Mal für alle vier Myogramme notirt.

Nach Vollendung dieser vier Versuche bringen wir immer die Froschplatte in jene Lage zurück, die dieselbe beim Schreiben des ersten Myogramms hatte, um uns zu überzeugen, dass der Cylinder unverrückt blieb. Es ist dies so gut wie immer der Fall. Höchst selten kam uns vor, dass der Cylinder nach mehreren Um-

1) Sollte übrigens die Spitze der Schreibfeder nicht genau auf der früher gezogenen Abscisse liegen, so schadet das durchaus nicht, der Abhebungspunkt der Curve lässt sich auch in einem solchen Falle meistens ermitteln; sollte jedoch dies nicht mit Sicherheit möglich sein, dann kann man, wie Hermann (L. Hermann. Allgemeine Nervenphysiologie in Hermann, Handb. der Phys. Bd. II. I. Th. S. 17) empfahl, eine zur Abscisse parallele Linie darunter oder darüber ziehen, so dass der zu bestimmende Abhebungspunkt dazwischen liegt.

2) Da die Stimmgabel nicht parallel mit der Axe des Cylinders verschiebbar ist, so darf man im allgemeinen nicht mehr als vier Myogramme schreiben. Man hat sonst den Nachtheil, dass die Stimmgabel ziemlich schief gestellt werden muss, wodurch die Ausmittlung der Bruchtheile einer Stimmgabelcurve deswegen sehr erschwert ist, weil dieselben verzerrt sind, und auch die Linie, welche die schreibende Spitze der Stimmgabel mit der Hebelspitze verbindet, wesentlich von einer senkrechten abweichen würde.

drehungen nicht die ursprüngliche Lage hatte; in diesem ganz ausnahmsweise vorkommenden Falle sind die Versuche ganz werthlos. Nun wird nach Lockerung der Stellschraube c' der Cylinder durch den Trieb c längs der Achse $\alpha\alpha'$ verschoben und selbstverständlich das ganze oben beschriebene Verfahren wiederholt, um weitere vier Myogramme schreiben zu können.

Auf einem Cylinder lassen sich recht bequem 16 Myogramme mit den dazu gehörigen Stimmgabelcurven verzeichnen.

Von dem Moment, in welchem man beginnt, den Cylinder für das erste Myogramm einzustellen bis zu dem Zeitpunkt, in welchem man auf demselben Cylinder die letzte Probe vornimmt, ob derselbe unverrückt blieb, also zum Schreiben von 16 verschiedenen Myogrammen braucht man 15 bis 20 Minuten, wenn man zu zweien arbeitet.

Das Papier wird vom Cylinder abgenommen und die Curven auf die gewöhnliche Art fixirt.

Wir wollen nun die möglichen Fehler des Apparates untersuchen.

1. Wir lassen die Ordinate erst bei Vollendung des vierten Myogramms einer Gruppe schreiben, und ziehen dann eine senkrechte Linie auf die drei anderen. Dies kann einen Fehler bedingen, sobald der Frochtisch und die Cylinderaxe nicht vollkommen parallel sind.

Bei Aufstellung der Apparate haben wir wohl getrachtet diesen Parallelismus zu erzielen; ein Fehler ist aber immer möglich, derselbe ist jedoch sehr klein und nur dann bemerkbar, wenn man auf demselben Cylinder die Ordinate der ersten mit jener der letzten Myogrammgruppe vergleicht. Eine solche Vergleichung darf aber überhaupt niemals geschehen, und für die kleine Strecke (ungefähr 7 mm), auf welcher die Myogramme einer Gruppe geschrieben werden, kann man den Parallelismus als absolut annehmen.

Desgleichen ist auch die sehr kleine Verzerrung der Stimmgabelcurven kaum zu erkennen, die dadurch bedingt wird, dass mehrere derselben bei fixer Lage des Stimmgabelstativs übereinander geschrieben werden.

2. Durch die von uns gewählte Einrichtung des Schreibhebels ist das Myogramm kein treues Bild der Muskelverkürzung, da der Hebel einen Kreisbogen beschreibt. Dieser Fehler hat ge-

wiss gar keine Bedeutung, sobald es sich bloss darum handelt, die Latenzzeiten zu bestimmen. Derselbe verhindert aber auch nicht, die einzelnen Curven mit einander zu vergleichen, sobald bei den betreffenden Versuchen die Länge des Hebelarmes constant behalten wird und sobald die Cylindergeschwindigkeit nur innerhalb sehr enger Grenzen geschwankt hat.

3. Die Fixirung der Myogramme kann ebenfalls keinen Fehler bedingen, da das Papier, obwohl dünn, dennoch steif genug ist, um beim Benetzen mit einer verdünnten alkoholischen Colophoniumlösung keine Aenderung zu erfahren. Wir bedienen uns schon seit Jahren einer solchen Lösung, die uns immer so gute Dienste geleistet hat, dass wir nicht nöthig hatten, uns um eine andere Harzlösung umzusehen.

4. Wir haben aber noch des Umstandes zu gedenken, dass die Unterbrechung des Stromes nicht immer bei derselben Geschwindigkeit des Cylinders stattfindet. Es liegt uns nicht ob, die anderen Myographien in der Richtung näher zu prüfen, sondern bloss zu untersuchen, in wie weit er bei unserem Myographion von Bedeutung sein kann.

Das Trägheitsmoment des Cylinders und der übrigen Theile, welche mit der Cylinderachse verbunden sind, ist constant, ebenso der Angriffspunkt der Feder, so dass die Cylindergeschwindigkeit von der Federkraft und von dem Widerstande in den Axenlagern abhängen muss.

Wird die Federspannung nicht verändert, so kann man auch die Federkraft, wenigstens innerhalb der kurzen Zeit, während welcher man die Beobachtungen eines Versuches vornimmt, als constant annehmen.

Anders ist es aber mit dem Widerstand in Folge der Reibung der Cylinderaxe in den Lagern. Man kann nämlich die Cylindergeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen ändern, je nachdem man die Schraube a' mehr oder weniger anzieht. Wenn nun der Cylinder gestellt ist, wie oben S. 122 angegeben, so erfährt die Geschwindigkeit während der einzelnen Beobachtungen keine wesentliche Aenderung. Eine wechselnde Cylindergeschwindigkeit hat überhaupt nur für den Moment der Stromunterbrechung eine Bedeutung. Es lässt sich aber erfahren, mit welcher Geschwindigkeit bei jeder einzelnen Beobachtung der Strom unterbrochen wurde, wenn man die Stimmgabelcurven für eine Strecke von

2—3 cm unmittelbar vor der Ordinate zählt. Wird der Cylinder herausgenommen, so gelingt es leicht beim Wiedereinsetzen desselben den Schrauben die Stellung zu geben, welche sie beim vorhergehenden Versuche hatten, d. h. beinahe dieselbe, ja sogar manchmal ganz die gleiche Geschwindigkeit zu erhalten.

Bei starken Reizen hat der eben erwähnte Umstand höchst wahrscheinlich keine grosse Bedeutung, wohl aber, wenn man ganz schwache anwendet.

5. Unserem Myographion kommen schliesslich alle jene Fehler zu, die von der Ausmessung der Stimmgabel und der Muskelcurven abhängen.

Die von uns angewendete Stimmgabel macht 300 ganze Schwingungen in der Secunde, und somit entspricht jeder Schwingung 0,00333 Secunde¹⁾.

Wir haben nun dem Cylinder eine solche Geschwindigkeit gegeben, dass $\frac{1}{4}$ Wellenlänge (0,00083 Sec.) mit voller Sicherheit ermittelt wird; $\frac{1}{8}$ Wellenlänge (0,00042 Sec.) lässt sich mit annähernder Sicherheit schätzen, weniger sicher ist die Schätzung von $\frac{1}{16}$ (0,000208 Sec.) Wellenlänge.

Wenn man die Stimmgabelcurven allein berücksichtigt, so sind alle Bestimmungen bis auf 0,00042 Sec. als sicher, jene aber bis auf 0,000208 Sec. nur als approximativ zu betrachten²⁾.

Wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, gehört das Myographion zu jener Classe dieser Apparate, bei welcher der Zeichenfläche eine, für die Versuche ausreichende Geschwindigkeit in sehr kurzer Zeit ertheilt und auch ziemlich schnell wieder genommen wird.

Unser Myographion besitzt somit die meisten jener Vortheile, welche den Instrumenten dieser Art nachgerühmt werden.

Wenn man es aber mit dem Federmiographion von Du-Bois-Reymond vergleicht, hätte es den Nachtheil der geringeren Compendiosität, dagegen aber den Vortheil, dass auf demselben Papierstreifen eine grosse Anzahl (wenigstens 16) Myogramme verzeichnet

1) Mittel aus mehreren Bestimmungen, die wir vornahmen.

2) Es war für uns sehr bequem, dem Cylinder eine horizontale Lage zu geben; wir zweifeln aber nicht, dass sich das beschriebene Myographion auch so modificiren lässt, dass der Cylinder vertical stehe, was vielleicht für gewisse Untersuchungen von Vortheil sein könnte.

und aufbewahrt werden können, ohne dass es nöthig wäre, dieselben abzuklatschen oder auf irgend eine andere Weise zu übertragen.

Wir haben weiter den Hebel sowohl relativ, als auch absolut verlängert. Bei den meisten Versuchen hatte der ganze Hebel eine Länge von 170 mm, und der Muskel wurde in einer Entfernung von 30 mm vom Drehpunkt befestigt; somit ist das Verhältniss der beiden Hebelarme 1 : 4,66. Einen Nachtheil der Verlängerung des Hebels haben wir nicht beobachten können.

Die horizontale Lage des Hebels hat den Vortheil, dass derselbe für den Muskel ganz gewichtslos ist, und durch Anbringung des Gewichtes an einem sehr kurzen Hebelarm hat man bekanntlich den Vortheil, dass das Gewicht während der Zuckung nur wenig gehoben wird, wodurch ein Schleudern desselben vermieden ist. Die Nachschwingungen gegen das Ende der Muskelererschaffung fehlen vollständig. Bei Anwendung von Gewichten von 9,3 grm bis 37,3 grm konnte man keine solche beobachten¹⁾.

Der grosse Umfang des Cylinders gestattet nicht bloss, die ganze Muskelcurve zu verzeichnen, sondern auch zu untersuchen, wie der Muskel nach Aufhören der Zuckung sich verhält.

Bis jetzt haben wir eine Cylindergeschwindigkeit angewendet, die hinter jener zurückbleibt, welche Du-Bois-Reymond mit seiner Feder Nr. 1 erreicht²⁾. Wir hatten bei den von uns vorgenommenen Versuchen keinen Grund, eine grössere Geschwindigkeit zu gebrauchen, da der Unterschied in der Abscissenlänge zwischen der Reizung der oberen und unteren Nervenstelle immer (sobald alle übrigen Versuchsbedingungen erfüllt waren) deutlich sichtbar und genau messbar war. Es sei weiter bemerkt, dass die Ermittlung des Anhebungspunktes der Muskelcurve, wenn diese durch Anwendung eines schwachen Reizes sehr flach ist, durch eine grosse Cylindergeschwindigkeit ungemein erschwert wird.

1) Die angegebenen Gewichte sind jene, welche der Muskel factisch gehoben hat, und nicht jene, welche auf die Schale gelegt wurden.

2) Wir zweifeln nicht, dass bei Verstellung des Zahnes e und bei Anwendung einer hinreichend starken Triebfeder auch jene Geschwindigkeit erreicht werden könne, die Du-Bois-Reymond mit seinen Federn Nr. II und Nr. III erreichte, und dabei den Stoss noch so zu vermindern, dass derselbe ganz unschädlich wird.

Auch lassen sich mit dem beschriebenen Myographion leicht und schnell einige Vorlesungsversuche vornehmen.

Da wir ohnehin in einer nächsten Abhandlung eine ganze Reihe Bestimmungen, die wir mit diesem Myographion vornahmen, mittheilen werden, so erachten wir es für überflüssig, hier besondere Versuche anzuführen, und begnügen uns mit einer Zeichnung von drei Curvengruppen (Figur 4) und der dazu gehörigen Stimmgabelcurven, um die Leistung des Apparates zu zeigen, und zwar wurde dabei auf das Zusammenfallen der Abscisse und der Curve nicht Rücksicht genommen, so dass diese Linien in den meisten Fällen mehr weniger auseinander liegen. Die zwei unteren Myogramme jeder Gruppe wurden mit Reizung der entfernteren, die zwei oberen mit jener der dem Muskel nahe gelegenen Nervenstelle gezeichnet. Versuchsbedingungen waren: Muskel nicht enthäutet, polarisirbare Elektroden von Marey, Nervenlänge $44\frac{1}{2}$ mm, ein grosses Dan. El. in der primären Spirale des grossen Schlitteninductoriums von Du-Bois-Reymond; gegenseitige Entfernung der beiden Spiralen, bei den Curven a 150 mm, bei b 160 mm und bei c 170 mm, der Muskel mit 10,45 grm belastet ¹⁾).

Wie man deutlich sieht, sind die vier Curven vollständig congruent; in dem aufsteigenden Theil der Curven treten ganz deutlich die bekannten Schwankungen auf; nach Aufhören der Zuckung fehlen vollständig die Nachschwingungen, und die Curve nähert sich höchst langsam der Abscisse, der Cylinder hatte schon seine Drehung vollendet und doch hatte die Curve noch nicht die Abscisse erreicht. (Vergl. darüber Hermann, Hdb. der Phys. I. Bd. I. Abth., p. 35.)

1) Um nicht die Figur 4 unnöthiger Weise zu gross zu haben, wurde das Stück vor der Ordinate, und jenes nach Aufhören der eigentlichen Zuckung weggelassen.