Max Planck Research Group
Epistemes of Modern Acoustics

Sound & Science: Digital Histories

Hermann, Ludimar. “Phonophotographische Untersuchungen I.“ Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere 45, no. 1 (1889): 583-592.

https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/node/374

Scan licensed under: CC BY-SA 3.0 DE | Max Planck Institute for the History of Science

MAX PLANCK INSTITUTE
FOR THE HISTORY OF SCIENCE

Kaiser Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie zu Berlin

ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

FÜNFUNDVIERZIGSTER BAND.

MIT 6 TAFELN UND 21 HOLZSCHNITTEN.

BONN, 1889.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.

MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE
Bibliothek

Inhalt.

Seite

Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom. Von Dr. Max Verworn. (Hierzu Tafel I u. II und 11 Holzschnitte.) (Aus dem physiologischen Institut in Jena.) . . 1

Ueber die psychologischen Grundlagen der Vergleichung gehobener Gewichte. Von Prof. Dr. G. E. Müller und Dr. Fr. Schumann 37

Ueber den Grund der Abweichungen von dem Weber'schen Gesetz bei Lichtempfindungen. Von Prof. H. Ebbinghaus in Berlin. Mit 1 Holzschnitt. 113

Versuche über den zeitlichen Verlauf des Muskelstroms im Tetanus. Von Dr. K. Schoenlein, Privatdocent und Assistent am physiologischen Institut zu Würzburg. (Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.) Hierzu Tafel III u. IV und 5 Figuren. 134

Physiologisches Practicum. Von Professor Aubert in Rostock . 195

Zur Characteristik des lebenden Pflanzenprotoplasmas. Von Th. Bokorny, Privatdocent d. Botanik in Erlangen 199

Experimentelle Beiträge zur Frage des Porret'schen Muskelphänomens. Von Dr. Emerich Nagy v. Regéczy, a. o. Professor an der Universität zu Budapest 219

Ein Respirations-Apparat mit einer neuen Einrichtung für die Ventilation der Kammer. Von M. Nemser, stud. med. (Aus dem physiologischen Laboratorium des Herrn Professors J. Tarchanoff in St. Petersburg.) Hierzu Tafel V. . . . 284

Seite

Ueber die Wirkungsart der Gerinnungsfermente. Von A. Fick in Würzburg 293

Versuche über isometrische Muskelzuckungen. Von A. Fick in Würzburg. Mit 4 Holzschnitten 297

Beitrag zur Kenntniss der Chloratwirkung. Von A. Falck. (Mittheilungen aus dem Laboratorium der pharmakognostischen Sammlung in Kiel.) 304

Weitere thermodynamische Untersuchungen der Muskeln. Von Prof. B. Danilewsky in Charkow 344

Zur Physiologie der glatten Muskeln. Nach gemeinschaftlich mit Dr. M. Simchowitz angestellten Versuchen. Von W. Biedermann. (Aus dem physiologischen Institut zu Jena.) . 369

Zur Prüfung der Anwendbarkeit der Harnsäurebestimmung nach Fokker-Salkowski für normale und pathologische Harne. Von R. Pott. (Aus dem physiologischen Institut zu Bonn.) . . 389

Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Ausscheidung der amidartigen Substanzen. Von Ernst Schultze. Hierzu Tafel VI. (Aus dem physiologischen Institut zu Bonn.) 401

Die Wiederbelebung des Herzens nach dem Eintritt vollkommener Herzmuskelstarre. Von Dr. Emil Heubel, Professor an der St. Wladimir-Universität in Kiew 462

Phonophotographische Untersuchungen. Von L. Hermann. I. (Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.) . . 582

Kleinere Beiträge zur Kenntniss der polaren Erregung und des galvanischen Wogens am Muskel. Von L. Hermann. (Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg in Pr.) . . . 593

Eine Bemerkung zu Bernstein's neuer Theorie. Von Dr. Emerich Nagy v. Regéczy, a. o. Professor an der Universität zu Budapest 620

Seite

Ueber den Einfluss der Exstirpation der Schilddrüse auf den Gaswechsel bei Katzen. Von Adolph Michaelsen. (Vorläufige Mittheilung.) (Aus dem physiologischen Laboratorium des Herrn Prof. J. Tarchanoff zu St. Petersburg.) . . . 622

Ueber die Wärmeregulation des Menschen. Von Dr. A. Loewy in Berlin. (Vorläufige Mittheilung.) (Aus dem thierphysiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.) 625

(Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.)

Phonophotographische Untersuchungen.

Von

L. Hermann.

I.

Die graphische Aufzeichnung von Stimm- und Sprachlauten hat bisher wesentlich mit zwei Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt: erstens die Einmischung der eigenen Trägheitsschwingungen des angesungenen, resp. angesprochenen Körpers, zweitens die ungenügende Treue mit welcher die Schwingungen dieses Körpers in Folge der Reibungen, Eigenschwingungen etc. des schreibenden Hebels sich aufzeichnen.

Besonders die letztere Schwierigkeit in überraschender Vollkommenheit zu überwinden, ist mir in den letzten Monaten mit Hülfe der Photographie gelungen. Die von mir erlangten Aufzeichnungen übertreffen nach dem Urtheile Aller, welche sie gesehen haben, hinsichtlich ihrer Deutlichkeit, Feinheit und Eleganz bei Weitem alles bisher Bekannte, und ich werde zeigen, dass das Gleiche auch hinsichtlich ihrer Treue gilt.

Ich beschreibe zunächst das Experimentirverfahren, und zwar zuerst den rein graphischen Theil desselben.

Die angesungene resp. angesprochene verticale Fläche besteht, wie der zweite Abschnitt genauer darlegen wird, je nach Umständen aus einer Eisen-, Glimmer-, Holz- oder Papierplatte, oder aus einer gespannten Membran. Auf diese lehnt sich ein sehr leichtes versilbertes Glasspiegelchen[1]). Die Verbindungsweise wird später angegeben werden. Das Spiegelchen schwingt in Folge der Schwingungen der Anspruchsfläche um eine verticale Axe.

Eine Siemens und Halske'sche Flachdecklampe von 9 Ampère wird durch eine Dynamomaschine zum Leuchten gebracht. Meine durch einen 4 pferdigen Gasmotor getriebene Maschine kann bei 65 Volt Klemmspannung bis über 30 Ampère geben, jedoch wäre dieser Betrieb bei einigermaassen längerem Schlusse für die

1) Das von mir verwendete runde Spiegelchen, von Hartmann u. Braun in Bockenheim geliefert, hat 10 mm im Durchmesser und wiegt 0,08 gr.

Maschine gefährlich. Ich beschränke mich daher für gewöhnlich durch Einschaltung der gebräuchlichen technischen Widerstände aus Neusilberspiralen auf etwa 9 Ampère, steigere jedoch für den kurzen Moment des Cylinderumganges durch einen den Widerstand ausschaltenden du Bois'schen Schlüssel den Strom auf etwa 20 Ampère.

Für die Flachdecklampe habe ich schon vor langer Zeit vom hiesigen Mechaniker Wipprecht eine Dunkellaterne herstellen lassen, welche sich vortrefflich bewährt hat. Die Lampe ist durch ein Gegengewicht äquilibrirt so in der Laterne aufgehängt, dass leichtes Nachhelfen mit der Hand die Verschiebung des Lichtbogens, welche durch das Abbrennen der unteren Kohle erfolgt, stets compensiren kann. Die Seitenschwankungen der hängenden Lampe sind dadurch verhindert, dass ihre beiden Verticalstangen mittels zweier angelötheter Schlaufe in zwei verticale Führungsstangen eingreifen, welche mittels eines Querstücks am Boden der Laterne befestigt sind. Dieses Querstück kann in seiner eigenen Richtung mittels einer die Wand der Laterne durchbohrenden und aussen mit einem Knopfe versehenen Schraube etwas hin und her bewegt werden, wodurch auch in horizontaler Richtung eine genaue Einstellung des Lichtpunktes ermöglicht wird. Der Kasten der Laterne ist parallelepipedisch, von Holz, innen geschwärzt. An der Stirnwand ist ein runder Ausschnitt mit einem metallenen Futter, in welches der ganze optische Theil einer aus Paris bezogenen Duboscq'schen Laterne hineinpasst. Vor den Beleuchtungslinsen befindet sich ein ebenfalls von Duboscq (Pellin) bezogener Deckel mit stellbarem Spalt. Den Linsen gegenüber trägt die Hinterwand der Laterne einen einfachen Reflector von Blech. Durch eine grosse runde Oeffnung im Deckel des Kastens hängt die Lampe hinein, mittels eines auf dem Deckel befestigten starken eisernen Galgens mit zwei Rollen aufgehängt. Ueber den offenen Theil der Lampe ist ein doppelter Mantel aus schwarzem Stoffe (mit eingenähten Spreizringen) gezogen, welcher am Deckel rings um die Oeffnung mittels eines Ringes befestigt ist. Das Ganze schliesst, auch beim Leuchten des Bogenlichtes, vollkommen lichtdicht. Durch Ventilationsöffnungen am Fusse der Verticalwände der Laterne, sowie in der Blechkappe der Lampe (letztere sind schon an den Lampen gegeben) ist Erhitzung des Innenraumes hinreichend verhütet. Die Ventilationsöffnungen sind durch eigenthümliche von

Herrn Wipprecht construirte Blechkappen ebenfalls lichtdicht gemacht.

Die Einstellung des Lichtbogens in verticaler und horizontaler Richtung, die Handhabung des Hauptschlüssels und des den Widerstand ausschliessenden Verstärkungsschlüssels (s. oben) besorgt ein Assistent.

Die Laterne mit dem durch das Bogenlicht beleuchteten verticalen Spalt befindet sich etwa 2 Meter von dem Spiegelchen, auf einem besonderen Tische, damit die Erschütterungen durch die Handhabung der Schlüssel, die Einstellungen und das Spiel des electromagnetischen Regulirapparates im Kopfe der Lampe das Spiegelchen nicht erschüttern. Für gewisse Versuche wäre besser das letztere mit dem Anspruchsorgan auf einem erschütterungsfreien Fundamentpfeiler aufzustellen, welchen das Institut aber leider nicht besitzt. Wandconsole sind nicht gut verwendbar, weil der Sprechende sich hinter dem Organ und Spiegel befinden muss.

Dicht vor dem Spiegelchen, zwischen diesem und dem Spalt befindet sich eine gewöhnliche Convexlinse von etwa $1-1^1/_2$ Dioptrien. Vermittels derselben liefert das Spiegelchen ein reelles verkleinertes Bild des Spaltes, über dessen Auffangung sogleich gesprochen werden soll. Da das Licht zweimal durch die Linse geht, so wirkt sie wie eine Linse von doppelter Kraft; das Bild befindet sich ungefähr $^1/_2$ Meter vor der Linse und dem Spiegel. Natürlich muss es durch entsprechende Stellung des Spiegels soweit nach der Seite abgelenkt sein, wie der Versuch erfordert (um etwa 35°), und selbstverständlich muss die Linse, um das Bild am günstigsten zu gestalten, so azimuthirt sein, dass sie zur Halbirungslinie zwischen auffallendem und abgelenktem Strahl senkrecht steht.

Aufgefangen wird nun das feine verticale Spaltbild auf einer schwarzen Blechplatte mit feinem horizontalen Spalt. Durch die Schwingungen des Spiegelchens (s. oben) verschiebt sich das verticale Spaltbild parallel mit sich selbst in horizontaler Richtung, so dass der aus der Kreuzung des Bildes mit dem Spalt hervorgehende Lichtpunkt horizontal oscillirt.

Diese Oscillationen werden nun unmittelbar photographirt, indem sie auf eine dicht hinter dem Spaltblech sich in verticaler Richtung bewegende empfindliche Papierfläche fallen.

Zur Bewegung des Papiers sowohl wie zur Befestigung des Spaltbleches dient ganz einfach das vortreffliche Baltzar'sche

Kymographion-Uhrwerk, dessen Cylinderaxe natürlich horizontal gelegt wird. Das Uhrwerk wird im Inneren auf schnellsten Gang gestellt, ausserdem aber der Windflügel entfernt (dessen Axe jedoch, da sie zugleich zum Arretiren dient, bleiben muss).

Für die gewöhnlichen Aufzeichnungen von Vocalen, Consonanten, Silben etc. dient jedesmal nur eine einzige Umdrehung des Cylinders. Während derselben ist natürlich die Geschwindigkeit nicht constant, sondern rasch zunehmend. Damit in der Zeichnung diese Zunahme nicht zu störend wirkt, wird nur ein Theil (Drittel bis Hälfte) des Cylinderumfangs mit Papier bedeckt, und dafür gesorgt, dass das Papier jedesmal erst dann in den Bereich des Spaltes kommt, wenn schon eine erhebliche Geschwindigkeit erreicht ist. Ferner muss dafür gesorgt sein, dass nach Ablauf der Papierfläche der Cylinder sich von selbst arretirt, damit nicht zwei Curven auf einander geschrieben werden. Dies erreichte ich höchst einfach dadurch, dass ich eine der Speichen des Rothgussfutters des Cylinders etwas verstärken, durchbohren und mit einem einsteckbaren Stöpsel versehen liess, welcher gegen den mit dem Röllchen versehenen Führungsarm des Cylinders anschlägt; an der Anschlagsstelle wird der Arm mit einer Bleiplatte umhüllt. Der Anschlag, welcher den Cylinder im schnellsten Gange plötzlich anhält, schädigt weder den mit Blei bedeckten Arm, noch das Uhrwerk im allermindesten. Letzteres wird allein ermöglicht durch die ausgezeichnete Einrichtung des Baltzar'schen Uhrwerks, dass der Cylinder mittels einer Planscheibe mitgenommen wird. Diese dreht sich beim Arretiren des Cylinders noch eine kleine Strecke weiter, so dass das Uhrwerk nicht plötzlich arretirt wird. — Beim Anschlagen geht der Cylinder ein klein wenig zurück; damit hierdurch nicht der Schluss der Curve verdorben wird, muss das Papier schon eine Strecke vor Erreichung des Anschlages aufhören. Die Lage welche das Papier nach dem hier und oben gesagten haben muss, wird zweckmässig auf dem Rande des Cylinders durch einige Tintenstriche markirt.

Nach jedem Umlauf muss der arretirte Cylinder wieder bewegungsfähig gemacht werden. Anfangs erreichte ich dies dadurch, dass ich den Arretirungszapfen über dem Führungsarm herauszog, den Cylinder um den Bereich dieses Armes weiter drehte und den Zapfen unter dem Arm wieder einsteckte, wodurch der Cylinder für eine neue Umdrehung wieder frei ist. Viel practischer fand

ich es später, den Cylinder (unter Lösung des Arretements an der Windflügelaxe) mittels der Planscheibe jedesmal um seinen Umlauf mit der Hand wieder zurückzudrehen, so dass der Zapfen (der nun nicht mehr ausziehbar zu sein braucht) nun wieder unter dem Arme anliegt. Hierdurch wird zugleich das Uhrwerk immer wieder um den abgelaufenen Theil aufgezogen. Natürlich muss beim Zurückdrehen des Cylinders der Spalt verdeckt sein.

Das Spaltblech besteht aus zwei am Spalte keilförmig zugeschärften geschwärzten Messingplatten, welche durch zwei Schienen, an denen sie festgeschraubt sind, verbunden werden. Das eine Blech ist mit einer Hülse und Klemmschraube versehen, und wird mittels derselben auf einem horizontalen Messingstabe in geeigneter Lage befestigt. Den Messingstab (denselben, an welchem sonst Pantographen, Zeitschreiber u. dgl. befestigt werden) trägt mittels eines geschlitzten Fusses, in den er eingelassen ist, die an der Backe des Trommelstativs angebrachte Pressschraube. Die beiden Platten können etwas einander genähert oder entfernt, d. h. die Breite des Spaltes variirt werden. Das Spaltblech tangirt beinahe den Mantel des Cylinders, selbstverständlich mit der Seite, an welcher der zugeschärfte Spalt seine Enge hat.

Ein aus Pappe und Holzleisten zusammengesetztes Gehäuse bedeckt während der Versuche den Cylinder und dessen Führung sowie das Spaltblech. Das Uhrwerk selbst nebst der Planscheibe wird vom Gehäuse vollständig freigelassen, d. h. die dem Uhrwerk zugewandte Wand desselben ist so ausgeschnitten, dass sie sehr genau den Eisentheilen des Cylinderträgers anliegt. Die gegenüberliegende Wand des Gehäuses (an der Seite der Kurbel für die Trommelverschiebung) fehlt vollständig bis auf eine die beiden Längswände verbindende Holzleiste am Boden. Die hintere Längswand und die Decke des Gehäuses sind undurchbrochen, die andere Längswand, hinter welcher das Spaltblech liegt, hat dem Spalte entsprechend ein rechteckiges offenes Fenster. Die Höhe desselben entspricht etwa der Länge des verticalen Spaltbildes, die Länge ist nur etwa 2 cm, so dass das Spaltblech also bis auf den Theil, auf welchem das Bild spielt, ganz verdeckt bleibt und kein Nebenlicht das Papier erreichen kann.

Ein lichtdichtes schwarzes Tuch wird über das Gehäuse gebreitet, seine herunterhängenden Theile verdecken vollständig sowohl die offene Seite des Gehäuses wie das Spaltfenster. In die

offene Seite hineingreifend kann der Experimentator mit dem vom Tuche dicht umhängten Arm die Kurbel regieren, und so zwischen je zwei Versuchen den Cylinder auf seiner Axe verschieben. Die Verhängung des Fensters wird nur während des Versuches selbst durch Zurücklegen des Tuches beseitigt.

Die Verschiebung des Cylinders vor jedem neuen Versuch muss natürlich so sein, dass die Curven nicht in einander greifen. Hierzu sind für gewöhnliche Versuche zwei ganze Umdrehungen der Kurbel genügend. Hiernach wird die Verschiebung stets genau ausgeführt. Man kann so genau 17 Curven auf dasselbe Papier in gleichen Abständen aufzeichnen.

Sehr wichtig ist das Stativ, auf welchem das Uhrwerk steht. Ich kann mir keine hierzu empfehlenswerthere Vorrichtung denken, als das in vielen photographischen Ateliers gebräuchliche 3säulige Salonstativ von A. Stegemann (Berlin, Oranienstrasse 151). Dieser ungemein solid gebaute Apparat ist für alle Laboratoriumszwecke höchst nützlich, bei welchen schwere Apparate sanft und genau horizontal und namentlich auf- und abwärts verstellt werden müssen. Bei meinen Versuchen muss der hellste Theil des verticalen Spaltbildes genau in die Höhe des horizontalen Spaltes kommen, ferner genau in die Mitte des Fensters, und selbstverständlich muss der Cylindermantel genau die Bildebene tangiren. Alles dies erreicht man leicht mittels des angegebenen Stativs, welches auf seinen Rollen sich leicht horizontal verschieben lässt, vor Allem aber mittels seiner drei soliden verticalen Triebe sich durch eine einzige Kurbel äusserst fein auf- und niederbewegen lässt, und in jeder Höhe von selber trotz centnerschwerer Lasten genau stehen bleibt. Dass diese Stative schwarz sind, ist ein weiterer Vorzug.

Was das Papier betrifft, so reicht die Empfindlichkeit des seit Jahren von mir für rheo-photographische Zwecke [1]) verwendeten Eastman-Bromsilberpapiers für diesen Zweck nicht aus. Ungleich empfindlicher ist das Bromsilberpapier von Dr. F. Stolze in Charlottenburg bei Berlin, und zwar sowohl das glatte F-Papier wie das etwas rauhere E-Papier, mit welchen beiden ich stets vortreffliche Resultate erhalten habe. Dies Papier hat noch den Vorzug sehr glücklicher Dimensionen; man kann es nämlich in Rollen

1) Ueber meine rheophotographischen Versuche werde ich später Mittheilung machen.

von 50 cm Breite beziehen, und so erstens Streifen daraus schneiden, welche gerade genau um den Baltzar'schen Cylinder (der genau 50 cm Umfang hat) herumgehen (über solche Versuche s. unten), zweitens aber, für die gewöhnlichen Versuche, für welche Streifen von nur 15—25 cm Länge ausreichen, gerade 4 Streifen aus der Papierbreite gewinnen, da $12^1/_2$ cm zur völligen Ausnutzung der Cylinderhöhe grade ausreichen.

Die Befestigung der Papierstreifen auf dem Cylinder geschieht höchst einfach und passend durch zwei Gummiringe, welche am oberen und unteren Rande mit straffer Spannung um den Cylinder herumgehen. Man erreicht sehr bald die nöthige Uebung um die Streifen rasch und glatt in richtiger Lage zu befestigen. Die beiden freien Ränder des Streifens haben die Neigung sich etwas vom Cylindermantel abzuheben, was sehr störend werden könnte wegen der Enge des Raumes zwischen dem Cylindermantel, und dem Spaltblech sowohl wie der Verschiebungs-Schraubspindel. Jedes Streifen des Papiers an diesen Objecten muss sorgfältig vermieden werden. Ich erreiche dies ganz einfach, indem ich nach dem Aufspannen die beiden freien Ränder mit der Scheere concav ausschneide. Natürlich müssen alle diese Arbeiten in der Dunkelkammer bei dem rubinrothen oder grüngelben Lichte einer guten Dunkelkammerlaterne ausgeführt werden, ebenso das Einführen des beschickten Cylinders in seine Lager, wobei natürlich das Pappgehäuse vorher entfernt wird. Dies Einführen vollziehe ich übrigens auch bei absoluter Dunkelheit mit voller Sicherheit. Bemerkt sei noch, dass das Bild auf dem Spalte so stehen muss, dass es genau der Mitte der Cylinderlänge bei genau mittlerer Stellung des Cylinders auf seiner Spindelbahn entspricht; nur so kann man die ganze Höhe des Cylinders ausnutzen, d. h. 17 Curven auf jedem Papierstreifen gewinnen.

Das Dunkelzimmer, in welchem die Versuche ausgeführt werden, ist in meinem Institut ein grosses dreifenstriges Zimmer. Ich habe die absolute Verdunkelung auf folgende einfache Weise schon vor 4 Jahren erreicht. Das Zimmer hat Doppelfenster, die sich alle nach innen öffnen. Die inneren Flügel habe ich nun an ihrer Aussenseite mit passenden Pappen, welche vorher auf der Zimmerseite schwarz angestrichen wurden, sorgfältig zugenagelt, und die Fugen zwischen den einzelnen Pappblättern, welche übrigens einander stark übergreifen müssen, noch sorgfältig mit geeignetem

Papier verklebt. Für gewöhnlich stehen die Innenflügel offen, das Zimmer ist dann hell. Zur Verdunkelung werden sie einfach geschlossen; der lichtdichte Schluss wird dann noch durch gewöhnliche Holzläden, welche von innen die Fenster bedecken, gesichert. Die Thür des Zimmers muss eine „Lichtschleuse“ haben, d. h. eine Vorrichtung, welche das Betreten und Verlassen des Zimmers ohne Eindringen eines Lichtstrahls gestattet. Hierzu dient folgende einfache Vorkehrung. Die Zimmerthür öffnet sich nach innen, und hat ziemlich tiefe Pfosten. Auf der Aussenseite der Pfosten ist nun ein Vorhang aus doppeltem sehr dichtem schwarzblauen Stoffe angebracht, dessen unterer Saum auf dem Boden aufliegt und mit eingenähtem Bleischrot beschwert ist. Der Vorhang besteht aus zwei Flügeln, die sich in der Mitte um mehrere Fussbreiten überdecken; er wird durch eine Zugvorrichtung auf- und zugezogen, und schliesst schon für sich lichtdicht. Beim Betreten des Zimmers tritt man zuerst zwischen Vorhang und Thür, jenen sorgfältig hinter sich schliessend, ehe man die Thür öffnet; entsprechend umgekehrt beim Verlassen. Das Zimmer ist so absolut verdunkelt, dass man auch nach langem Aufenthalt in demselben trotz äusserster Adaptation der Augen keinen Lichtschein entdeckt. Ich habe in demselben mir früher meine photographischen Trockenplatten selbst hergestellt; das Trocknen derselben dauert 10—12 Stunden, und der geringste Lichteindruck während dieser Zeit würde sich durch Verschleierung verrathen haben. Ich habe die Herstellung eines Dunkelraums — einer auch für optische Zwecke unentbehrlichen Laboratoriums-Einrichtung — deswegen genauer beschrieben, weil sie leicht von Collegen, denen kein im Bau des Instituts vorgesehenes Dunkelzimmer zu Gebote steht, oder denen die vorhandenen, oft sehr unpractischen Einrichtungen sich nicht bewährt haben, ausgeführt werden kann.

Während das Zuschneiden und Aufspannen der Papierstreifen, das Einlegen des Cylinders, sowie die Entwicklung der Photogramme, absolutes Fernhalten chemisch wirksamen Lichtes erfordern, ist dies für die eigentlichen Versuche erfreulicherweise nicht erforderlich, da der Cylinder durch die oben angeführten Vorrichtungen hinreichend vor Licht geschützt ist. Man kann daher das electrische Licht während der Verstellungen des Cylinders etc. ruhig leuchten lassen, da das dünne vom Spalt zum Spiegel gehende Lichtbündel das Zimmer nicht wesentlich erhellt, ja man kann sogar

eine Gasflamme brennen lassen, was für die Führung des Parallelprotokolls angenehm ist.

Die Hervorrufung der Photogramme erfolgt etwa wie bei Momentaufnahmen. Ich verwende gewöhnlich eine Mischung von 3 Vol. gesättigter Lösung von neutralem Kaliumoxalat und 1 Vol. gesättigter Ferrosulphatlösung, mit Zusatz von etwa 1 Tropfen einer $^1/_2$ procentigen Lösung von Natriumhyposulphit auf je 10 ccm des Entwicklers. Derselbe Entwickler kann mehrmals hintereinander, ja noch am folgenden und zweitnächsten Tage gebraucht werden. Schneller aber entwickeln frisch bereitete Gemische, am besten zu gleichen Theilen mit schon gebrauchtem versetzt. Nach der Hervorrufung wird kurz gewaschen, und dann zweimal je 3 Minuten in stets erneute 1 procentige Salzsäure (1 Theil gewöhnliche käufliche Säure auf 100 Wasser) eingelegt; wenn man dies unterlässt, so nimmt das Papier einen gelblichen Ton an, der übrigens nichts schadet. Hierauf wird unter einer Brause gut gewaschen, und durch 10 Minuten langes Einlegen in eine 20 procent. Natriumhyposulphitlösung fixirt, endlich mehrere Stunden gewaschen und getrocknet. Nach dem Trocknen wird auf Grund des Protokolls zu jeder Curve ihre Bedeutung mit Tinte hinzugeschrieben.

Will man längere Sätze, ganze Lieder u. s. w. aufschreiben, so bedient man sich der an vielen Baltzar'schen Kymographien angebrachten selbstthätigen Verschiebung des Cylinders und überzieht den ganzen Umfang desselben mit einem Papierstreifen. Da es sich hier nicht um genaues Studium der einzelnen Vocalcurven u. dgl. handelt, ist es gut sich mit mässigerer Geschwindigkeit zu begnügen, was für diesen Fall wichtige Vortheile hat. Vor Allem kann man den Windflügel am Apparate lassen, um die Beschleunigung im Laufe des Versuchs zu vermeiden; man kann ihn übrigens, damit er den Gang nicht zu sehr verlangsamt, an seiner Axe festbinden. Ferner ist es gut, die Frictionsrolle der Cylinderaxe nicht an den Rand der Planscheibe einzustellen, sondern durch Zurückschrauben der ersteren das Verhältniss der Cylinderumdrehungen zu denjenigen der Planscheibenaxe etwas zu reduciren. Hierdurch nämlich wird die Schraubenlinie, welche die Sprechcurve auf dem Cylinder zurücklegt, etwas steiler, so dass die Curven nicht in einander gerathen. Da bei diesen Versuchen das Papier sich relativ langsam bewegt, so genügt auch geringere Lichtstärke, resp. engere

Spaltweiten; durch letztere kann die Feinheit des Schreibens auch bei mässigem Licht aufs Aeusserste getrieben werden.

Endlich will ich noch erwähnen, auf welche Weise ich, ehe ich im Besitz hinreichend intensiven Lichtes und genügend empfindlichen Papiers war, Vocalcurven auf gewöhnliche Trockenplatten in ausgezeichneter Feinheit photographirt habe. Hierbei diente eine auf das oben erwähnte Stegemann'sche Stativ passende Camera aus derselben Werkstatt. Das Objectivbrett wurde entfernt, so dass das Spaltbild direct auf die matte Scheibe, resp. auf die in der Kassette befindliche Trockenplatte geworfen werden konnte. Jedoch war diesmal der Spalt an der Lampe horizontal gestellt, und ebenso das Aufnahmeorgan so gedreht, dass das Spiegelchen um eine horizontale Axe oscillirte. In der Camera bildete sich also ein horizontales Bild des Spaltes, welches parallel mit sich selbst in verticaler Richtung oscillirte. Es war somit ein verticaler Spalt in der Camera so anzubringen, dass er unmittelbar vor der Trockenplatte schwebte. Zu diesem Behufe liess ich statt der gewöhnlichen hölzernen Einsatzplatte der Camera eine geschwärzte Einsatzplatte anfertigen, welche zwei fast rechtwinklig abbiegende, aber einander an ihren freien Kanten auf Spaltweite nahekommende Metallleisten trug, d. h. eine Platte mit einem Spalt, der aber nicht in der Ebene der Platte, sondern in einer weiter zurückliegenden Ebene lag. Dieser Spalteinsatz war so gearbeitet, dass er bei aufgezogenem Kassettenschieber genau in den Raum der Kassette hineinragte und der Spalt dicht vor der Platte schwebte. Natürlich kann dieser Einsatz erst nach dem Einführen der Kassette und Aufziehen ihres Schiebers an seine Stelle gebracht werden. Dies Alles geschieht bei Lichtabschluss. Die Kassette kann an meiner Camera in horizontaler Richtung in einem genauen Geleise verschoben werden. Der Versuch besteht nun darin, dass nach Einstellung des Bildes auf der matten Scheibe alles wieder verdunkelt und nun die Scheibe durch die Kassette ersetzt wird. Nachdem deren Schieber aufgezogen worden, wird der Spalteinsatz von vorn eingesetzt, und die Kassette so gestellt, dass der Spalt nahe dem einen Plattenrande steht. Hierauf wird der Vordertheil der Camera verhängt, das Licht in Gang gesetzt, und der Versuch besteht nun einfach darin, die Kassette mit der Hand schnell durch ihre Bahn zu ziehen, bis der Spalt am andern Plattenraud angelangt ist, worauf man den schwarzen Vorhang am Vordertheil der Camera

wieder fallen lässt. Vor dem nächsten Versuch wird die Camera mittels der Kurbel des Stativs um einen bestimmten stets gleichen Betrag gehoben oder gesenkt, so dass man auch hier die ganze Höhe der Platte ausnutzen, d. h. mit Curven in regelmässigen Abständen erfüllen kann. Diese Versuche sind zwar weniger bequem als die mit Papier und Uhrwerk, ferner ist die Bewegung mit der Hand gemacht, also nicht regelmässig und gleichmässig; dafür aber erfordern diese Versuche weit geringere Lichtstärke. Ihre Resultate lassen an Eleganz und Genauigkeit ebensowenig zu wünschen übrig wie diejenigen mit Papier.

Schliesslich will ich noch eine Vorstellung von der Empfindlichkeit des verwendeten Papiers zu geben versuchen. Ich finde z. B. auf einer Tafel mit recht hohen Curven für den Vocal A auf die Note gis (207,6 Schw.) gesungen die Gesammtlänge der Linie für eine Periode gleich 20,5 mm (längs der Curve gemessen), ebenso auf derselben Tafel für ein I auf die Note H (123,5 Schw.) eine Gesammtlänge gleich 41,9 mm. Das Licht zeichnete also im ersteren Beispiel pro Sec. $207{,}6 \cdot 20{,}5$ mm, im zweiten pro Sec. $123{,}5 \cdot 41{,}9$ mm. Das Spaltbild hatte etwa $^1/_4$ mm Breite, der Horizontalspalt höchstens $^1/_3$ mm. Die Diagonale des durch Kreuzung beider gebildeten Rechtecks (die Hauptrichtung der Curventheile ist als diagonal anzusehen) betrug also höchstens $^5/_{12}$ mm, folglich die Expositionszeit im ersteren Falle höchstens $^1/_{10214}$ Sec., im zweiten höchstens $^1/_{12419}$ Sec. Trotz dieser unglaublich kurzen Expositionszeiten sind die höchst zarten Linien von einer Feinheit und Bestimmtheit, von der nur der Anblick eine Vorstellung geben kann. Auf der Tafel, welcher die Messungen entnommen sind, waren die Elongationen des Bildes ungewöhnlich gross. Auf den meisten sind sie geringer, daher die Expositionszeiten länger und die Curven stärker und schwärzer.