

Ein neuer Apparat für Gedächtnissversuche mit sprungweise fortschreitender Exposition ruhender Gesichtsubjecte.

Von

Wilhelm Wirth.

Mit 4 Figuren im Text.

Bei den früheren Versuchen über die Merkfähigkeit für Silbenseihen u. dergl. pflegte man die Expositionszeit der einzelnen Reihenglieder in der Weise abzustufen, dass man die Objecte hinter einander auf einer Registrirtrommel anbrachte, welche man bei verschiedener Rotationsgeschwindigkeit durch den ebenfalls variablen Spalt eines Schirmes betrachten ließ. Das nämliche Verfahren, welches in einem bestimmten Zeitpunkte immer nur einen schmalen Streifen der beschriebenen Trommel sehen lässt, war ja zuerst sogar auch für die Apperceptionsversuche angewandt worden. Die Zeit eines Umlaufs der Trommel und die Spaltbreite waren dabei so gering, dass jedes Object nur eine ganz kurze Zeit gesehen werden konnte, und wurde die mittlere Anzahl der hierbei überhaupt gelesenen Zeichen als Auffassungsumfang betrachtet. Die große Geschwindigkeit der Objecte und die Spaltenge ließen aber wenigstens bei diesen letzteren Versuchen sehr bald die Unzuträglichkeiten dieser Abstufung der Expositionszeit auffallen, welche mit der angespannten Concentration auf bewegte Bilder verbunden sind. Man ging deshalb hier sehr bald zur raschen Vorbeibewegung eines Spaltschirmes vor einem ruhig stehenden Object über, d. h. zum sog. Tachistoskop, wodurch man neben der örtlichen Ruhe des Bildes zugleich viel kürzere Expositionszeiten erzielen konnte. Zunächst kam hierbei in jedem einzelnen Versuche allerdings nur ein einziges Expositionsobject zur Anwendung. Bei den Darbietungen von Reihen in den Gedächtnissversuchen,

bei denen vorläufig keine Erschwerung der momentanen Auffassungsbedingungen durch große Geschwindigkeit und Spaltenge in Frage kam, war die Schwierigkeit in der Auffassung bewegter Objecte wenigstens für den einzelnen Augenblick nicht so auffallend und kam hier die alte Methode bis in die neueste Zeit in Anwendung. Bei den für diese Experimente charakteristischen Reihenversuchen ist indessen wiederum die längere Dauer der Concentration auf nicht sehr auffällig bewegte Objecte schließlich geradezu zur Erregung störender Schwindelerscheinungen geeignet. Es muss daher als ein besonderes Verdienst von Ranschburg hervorgehoben werden, dass er auch für solche Gedächtnissversuche einen Apparat hergestellt hat¹⁾, der eine längere Reihe jeweils ruhig dargebotener Objecte sprungweise einander hinter dem Diaphragma eines Schirmes folgen lässt, und zwar mit einer hinreichenden Variationsmöglichkeit der Zeit für die ruhige Exposition eines jeden einzelnen Reihengliedes. Auch beim gewöhnlichen Lesen geschieht ja die successive Auffassung eines gebotenen Materiales in sprungweise fortschreitender Fixation, wobei die Auffassung selbst nur dem ruhenden Gesichtsbilde gegenüber stattfindet, und nicht in gleichmäßig fortschreitender Bewegung des Bildes. Allerdings besitzt dieser Ranschburg'sche Apparat den gerade für Auffassungs- und Gedächtnissversuche störenden Nachtheil, dass er wegen der ausschließlichen Herstellung der ineinandergreifenden Apparattheile aus Metall und der Fortbewegung der Scheibe durch den stoßweise arbeitenden Elektromagneten sehr geräuschvoll arbeitet. (Das Geräusch des die Reizintervalle bestimmenden Contactmetronoms braucht indessen hierbei nicht in Betracht zu kommen, weil man dasselbe leicht in einem anderen, durch Zwischenleitungen verbundenen Raume unterbringen kann.) Nun war ich schon vor meiner Bekanntschaft mit dem Ranschburg'schen Apparate von seiten meiner tachistoskopischen Vergleichsversuche²⁾ vor zwei Jahren auf die nämliche technische Aufgabe der Auswechslung ruhig stehender Objecte in gleichen kurzen Zeitintervallen geführt worden und hatte die Lösung in der Weise gesucht, dass der Elektromagnet nur zur Auslösung der Fortbewegung durch Zurückziehen eines Widerhaltes, nicht zugleich als

¹⁾ Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie, X, S. 321.

²⁾ Wundt, Philos. Studien XX (Festschrift), S. 637 ff.

Triebkraft benutzt wurde. Dabei hatte ich mir von Anfang an gerade die für Auffassungsversuche unerlässliche Geräuschlosigkeit des Ganges besonders angelegen sein lassen, worauf gerade das damalige Princip wegen der Möglichkeit einer beliebig starken Dämpfung vor den Widerhalten besonders gut angelegt war. Eine der verschiedenen damals in Betracht gezogenen Möglichkeiten, wonach die beiden zu vertauschenden Vergleichsobjecte auf einer drehbaren Kreisscheibe zwischen zwei elektromagnetisch bewegten, abwechselnd zurückgezogenen Widerhalten anzubringen waren, welche aber für nur zwei um 180° entfernte Objecte eine zu intensive Bewegung hervorgerufen hätte, bot nun auch die Aussicht auf Verwerthbarkeit zu einem geräuschloseren Apparat zur sprungweisen Fortbewegung einer längeren Reihe von Objecten, die in kleinen Winkelabständen auf der Peripherie der Scheibe sectorenweise nebeneinander gesetzt sind. Hier konnte ja gar keine große Wucht der durch ein Gewicht gleichmäßig angetriebenen Scheibenmasse bis zum erneuten Anpralle am nächsten Widerhalte entstehen. Da ferner die Abtrennung der Triebkraft von der bloßen Auslösung der Bewegung die bewegenden Kräfte ganz dem zu bewegenden Objecte anzupassen gestattet, so war das Princip so gleich auch auf eine sprungweise Fortbewegung einer Trommel mit unendlichem Papier übertragbar, wodurch erst die bei den früheren Gedächtnisversuchen mit stetig fortbewegter Trommel vorhandene Unbeschränktheit der Reihen erreicht wurde. Für viele Versuche wird indessen der einfache Apparat mit einer Papierscheibe genügen. Im Folgenden sind daher beide Varianten in der bei uns erprobten Form beschrieben und abgebildet.

Der einfachere Scheibenapparat, der in Fig. 1 in ca. $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe dargestellt ist, gestattet eine sprungweise Exposition von sechzig Objecten, also ebenso vieler wie bei dem Ranschburgschen Apparate. Es war bei Herrn Mechaniker Zimmermann, der auch den letzteren Apparat verfertigt, insbesondere ein großer Vorrath an leeren Scheiben mit dem Vordruck der genannten Sectoreneintheilung vorhanden, welche sofort auch für diesen Apparat zu verwenden waren, ebenso wie natürlich auch alle für jene Sectoreneintheilung hergestellten Objecte. Das Hartgummirad *R*, mit welchem die Objectscheiben auf einer 3 cm vor die Radfläche vorgeschobenen Platte durch eine breite Klemmschraube fest verbunden werden,

wird durch Kette und Gewicht, welche jederzeit ohne Drehung des Rades wie bei einer Gewichtsuhr aufgezogen werden können, zu einer Drehung im Sinne des Uhrzeigers angetrieben. Ein einziger voller Aufzug genügt hierbei für viele Umläufe. Den Stillstand des Rades an einer bestimmten Stelle bewirkt jeweils einer der dreißig glatten, oben abgerundeten Stifte, welche rings am Rande des Rades in gleichen Abständen zu je 12° radial eingeschlagen sind. Einer dieser Stifte wird nämlich immer von dem Vorsprung eines der beiden Hebel *A, A* aufgehalten, welche sich zu beiden Seiten des

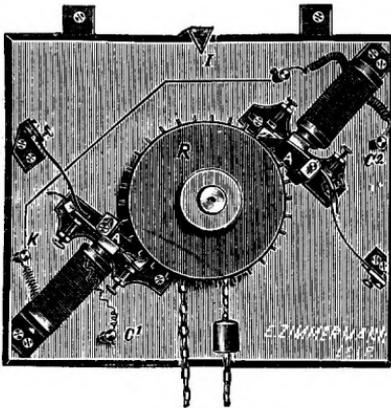


Fig. 1.

Rades *R* gegenüberliegen. Da die beiden Hebelvorsprünge um ein ungerades Vielfache der halben Stiftabstände von einander entfernt sind (um der symmetrischen Anordnung der übrigen Theile willen hier gerade $14\frac{1}{2}$, bzw. $15\frac{1}{2}$ anders herumgezählt), so wird stets nur einer der Hebel einen der Stifte berühren können, während der auf dem Rade gegenüberliegende Stift von dem Vorsprung des anderen Hebels in der Drehungsrichtung noch um 6° entfernt liegt. Wird

nun der zunächst aufhaltende Hebel von dem weiter auswärts von ihm angebrachten Elektromagneten um einen seitlichen Drehpunkt bis zur Freigabe des Radstiftes zurückgezogen, so vollführt das Rad eine plötzliche rasche Drehung von 6° . Jetzt hält der andere Hebel auf, und es liegt dafür der erste Hebel wieder um 6° von dem ihm nun zunächst liegenden Stifte entfernt, nachdem die Wirkung seines Magneten inzwischen aufgehört hat und er durch den Druck einer langen Bandfeder an dem seinem Vorsprung entgegengesetzten Ende wieder in seine alte Lage zurückgekehrt ist, in der er den Stiften den Weg versperrt. Die nun folgende elektromagnetische Zurückdrehung des anderen Hebels, dessen Hilfsvorrichtungen denen des ersten genau entsprechen, wird dann nach abermaliger Verdrehung um 6° eine der ersten völlig entsprechende Lage herstellen, und nach dreißigmaliger abwechselnder Bewegung eines jeden Hebels hat das Rad

jedesmal in sechzig gleich großen Sprüngen eine ganze Umdrehung vollendet.

Der Apparat ist auf einem Holzbrette befestigt und kann an jeder Wand wie eine Uhr aufgehängt werden. Von oben her wird eine in der Figur weggelassene schwarze Pappscheibe von der Größe des Brettes heruntergeklappt, welche sich dann gerade so weit parallel über der aufgesetzten Papierobjectscheibe befindet, dass kein Anstreifen des Papiers an ihr stattfindet. In der Deckscheibe ist ein Diaphragma von $4 \times 0,4$ cm eingeschnitten, welches nur den peripheren Theil des gerade rechts in mittlerer Höhe, also horizontal stehenden Sectors der Objectscheibe sehen lässt, der das Merkobject enthält, das augenblicklich zu lesen ist. Bei Deckung einer radialen Sectorengrenze mit der zur Scheibenfläche emporreichenden Metallspitze *I* oben am Brette ist eine dem Diaphragma genau entsprechende Aufsetzung der Objectscheibe auf das Rad *R* erreicht. Damit der Abstand zwischen Deckscheibe und Objectscheibe nicht zu klein genommen zu werden braucht, ist an Stelle des Diaphragmas eine schachtartige Einsenkung angebracht, welche einen Ausblick auf die benachbarten Worte trotz größeren Abstandes der Deckscheibe verhindert und dabei eine sehr bequeme Beobachtung gestattet. Zur bequemen Installation des Apparates an jeder beliebigen Stelle des Zimmers wird in unserem Institute eine eigens hierzu angefertigte, kräftige Holzwand gebraucht, die als Tischaufsatz hergestellt ist und an welcher der Apparat mit Augensitzhöhe des Diaphragmas aufgehängt werden kann.

Würden nun die Radstifte durch eine Metallfläche des Hebelvorsprunges aufgehalten werden, so würde natürlich auch hier wiederum ein störendes Geräusch beim Aufschlage nicht zu vermeiden sein. Dieses wird indessen hier dadurch auf ein Minimum herabgedrückt, dass die Stifte auf eine weiche Seidenschnur aufschlagen, welche durch die gegenüberliegenden Bohrungen zweier umgebogener Blechfortsätze vorn am Hebel auf einer Strecke von ca. 0,5 cm quer über den Weg der Radstifte gespannt ist. Wie auf der Figur ersichtlich, ist die Schnur mit ihren Enden von den vorderen Bohrungen aus beiderseitig auf die dem Rade abgekehrte Außenfläche der Hebel emporgezogen, und führen die Fäden unter dem am Hebel befindlichen Eisenanker für den Magneten nach dem anderen jenseits des

Drehpunktes liegenden Ende des Hebels hindurch, welches zur besseren Handhabung der hier befindlichen Klemmschraube für die Festspannung der Schnüre etwas umgebogen ist. Eine ganz leise Spannung der Schnüre genügt für einen jedesmal auf der gleichen Linie erfolgenden exacten Stillstand des Rades. Eine Abnützung der Schnur ist bei der Glätte der Stifte, der Leichtigkeit der Massen und ihrem geringem Wege jetzt selbst nach Monate langer täglicher Arbeit überhaupt nicht zu bemerken. Sogar eine geringe Nachspannung ist erst ein einziges Mal vorgenommen worden. Alle übrigen Theile an den aus Aluminium gefertigten Hebeln sind natürlich möglichst leicht gearbeitet und die beiden Puffer für die Abgrenzung der Bewegung hin und zurück mit Hirschleder gedämpft. Eine Berührung von Anker und Magnet ist durch diese Puffer ausgeschlossen. Auch die Ansatzfläche der rückwärtigen federnden Stahllamelle ist mit Leder belegt, ebenso das Grundbrett an der ganzen Fläche, auf der das Hebelgestell aufliegt. Dieses Gestell lässt im ganzen auch noch eine kleine Schlittenverschiebung zu, um genau die richtige beiderseitige Entfernung der Hebel bzw. ihrer Schnüre zu erreichen. Die Genauigkeit dieser Einstellung ist aus der Deckung von Sectorengrenze und Diaphragma zu erkennen. Ihre Präcision und Dauerhaftigkeit ist um nichts geringer, als wenn der Widerhalt in einer festen Metallfläche bestände.

Wegen der abwechselnden Beschäftigung der beiden Hebel erfordert nun der Betrieb einen in gleichen Zeitintervallen wechselnden Schluss zweier Contacte, welche den Strom bald an den einen, bald an den andern Magneten anschließen. Die freieste und zugleich einfachste Combination ohne Einschränkung der Zeitintervalle nach oben hin würde natürlich ein allgemeiner Contactapparat gestatten, wie er für Zeitsinnversuche angewendet zu werden pflegt. Doch genügt für die durchaus maschinell abgestuften Expositionszeiten bis zu $1\frac{1}{2}$ Secunden auch ein Metronom, dessen Pendelstange einen mit Platinspitzen versehenen Querstab trägt, der abwechselnd rechts und links in zwei Quecksilbernapfe eintaucht, wie er schon für die Ranschburg'schen Versuche zur Verwendung kam. Zur Entfernung des störenden Geräusches vom Beobachter muss natürlich auch hier der Betriebsapparat, gleichgültig welcher Art, in einem besonderen Raume untergebracht werden. Allerdings kommt hier beim Metronomen nur

die halbe Schwingungszeit der Hin- und Herbewegung ohne besondere Thätigkeit des Experimentators in Betracht, weil jeder Napf mit einem der beiden Elektromagnete verbunden werden muss und eine Fortbewegung auslöst. Die höchste Zeit der gebräuchlichen Metronome für eine ganze Schwingung ist aber nur 3 Secunden. Zum Betriebe wird der eine Pol der Batterie mit der Klemme *K* verbunden, die nach jedem der beiden Magnete verzweigt ist. Die zweite Klemme C_1 des einen Magneten wird mit dem einen Napf, die zweite Klemme C_2 des andern Magneten mit dem anderen Napfe am Metronom verbunden, und dessen Klemme für die Pendelstange mit dem anderen Pol der Batterie. Da übrigens in diesen Versuchen der Experimentator entweder beim Metronom oder für gewöhnlich im Raume des Apparates mit dem Beobachter sich befindet, wo er ebenfalls ohne Störung des letzteren leicht einen Platz ausfindig machen kann, von dem aus er die jeweils erfolgten Bewegungen des Apparates an der Scheibe selbst oder an den Bewegungen des Gewichtes in ihrem Rhythmus verfolgen kann, so kann er auch leicht einen bei Verwendung im Beobachtungszimmer selbst möglichst geräuschlosen Umschalter, am besten einen solchen mit Quecksilbercontacten und gepolstertem Hebel, im richtigen Tacte bedienen und dadurch beliebig lange Expositionszeiten herbeiführen. Das Metronom dient dann nur dazu, um die gesammten Intervalle für die Exposition in exacter Weise abzugrenzen und den Experimentator für die rechtzeitige Ausführung seiner Hülfeleistung nicht aus dem Tacte kommen zu lassen. Weiter unten wird aber noch ein Umschalter beschrieben werden (Fig. 4), der die vollen Zeiten des Metronoms für eine ganze Schwingung bis zu 3 Secunden auszunützen gestattet. Wegen des sofortigen Zurückschnellens der Hebel sind aber vor allem die kürzesten Zeiten, welche das Metronom hergibt, noch zu gebrauchen und ist auch bei einer halben Schwingung zu nur 0,25 Secunden der augenblicklich nicht thätige Hebel *A* bereits zum Aufhalten des ankommenden Stiftes wieder bereit. Die niedrigsten Expositionszeiten zu 0,15 Secunden (wegen Abrechnung der unten erwähnten Bewegungszeit) reichen also schon beinahe an die tachistoskopischen Zeiten hin.

Die Uebertragung des Systemes auf die Fortbewegung einer Trommel mit unendlichem Papier zeigt Fig. 2 und 3. Das ganz analog construirte Werk ist hier in einem Messingkasten verschlossen,

der seinerseits noch beliebig weiter eingebaut werden kann, und ist in Fig. 2 nur die Trommel von ca. 8 cm Durchmesser und 4 cm Breite mit dem Papierstreifen *P* zu sehen, welche ebenso wie in Fig. 1 die zur Aufnahme der Objectscheibe bestimmte Platte vorn am Rade *R* mit dem Stiftrade im Kasten fest verbunden ist. Da es bei dem unendlichen Papier nicht mehr darauf ankommt, einen Umlauf des Rades zu möglichst vielen Einzelobjecten auszunützen, trägt hier das Stiftrad nur fünfzehn Stifte, so dass ein Umgang durch dreißig Fortbewegungen zu stande kommt, von denen jede die Fläche der Trommel

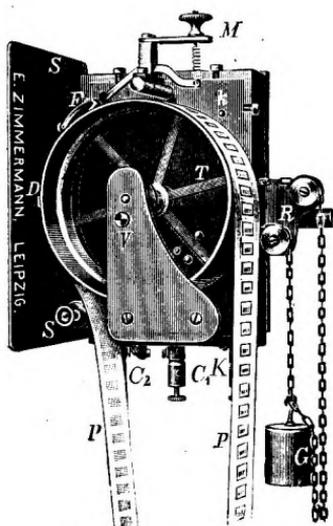


Fig. 2.

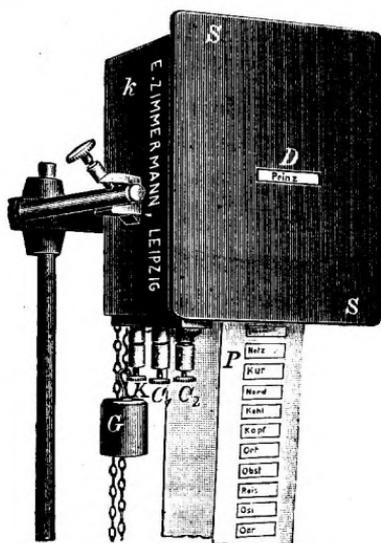


Fig. 3.

um 8 mm weiterrücken lässt. Damit ist also eine noch viel größere Distanz der einzelnen Objecte möglich, als im ersten Modell. Die Feinheit und Geräuschlosigkeit des Ganges erlitt durch diesen etwas größeren Weg keine Einbuße. Denn dieses zweite Modell ist nun auch in allen Theilen noch viel kleiner und zarter gebaut worden, nachdem sich die Präcision des Ganges bei jener Dämpfung durch die Schnur als ebenso gut auf solch kleinen Maßstab übertragbar erwiesen hatte. Damit keine Schädigung der hier etwas feineren Schnüre an den Hebelfortsätzen durch zu intensive Drehung der Trommel beim Hantieren entstehen kann, ist hier noch die Stellschraube *V* in der seitlichen Stütze der Trommelaxe gegenüber einer

mit der Axe fest verbundenen Scheibe angebracht, durch welche die Trommel in jeder beliebigen Stellung fixirt werden kann. Die Kette für das Zuggewicht G ist nach rückwärts über zwei Rollen geleitet, welche eine größere Freiheit in der Neigung des ganzen Apparates gestatten.

Die Papierstreifen können die Breite der Trommel von 4 cm vollständig ausfüllen. Sie werden hier am besten nicht mit den Objectbildern beklebt, wie es für das Scheibenmodell noch angängig war. Denn sonst erhält der Papierstreifen kleine Unebenheiten, welche die Mitbewegung stören können. Von Herrn Reuther, der augenblicklich mit diesen Apparaten arbeitet, ist ein Handdruckapparat mit Gummitypen verwendet worden, mit welchen in kürzerer Zeit, als es ein genaues Aufkleben erfordert, klare Objectbilder ohne Veränderung der Gleitfähigkeit genau aufgedruckt werden können, ein einfaches Verfahren, das dann natürlich für beide Apparate gleich brauchbar ist. Auf der Seite des Beobachters wird der Streifen, der sich hier von oben nach unten bewegt, oben durch das federnde Doppelröllchen F , dessen Druck durch die rückwärtige Feder mit der Stellschraube M regulirt werden kann, zur Verhinderung einer Rutschung leicht angepresst. Um eine Rutschung durch das Eigengewicht des Streifens zu verhindern, wird dieser am besten zur Schleife geschlossen. Eine bis zum Boden reichende Schleife fasst noch ca. 250 Objekte. Ein offener Streifen bedarf dann natürlich irgend welcher anderweitiger Stützen. Außerdem befindet sich auf der nämlichen Seite wie F weiter unten eine mit zwei feinen Scheiben am Streifen sich anlegende Rolle, welche ein Abstehen des Streifens auf dieser Seite verhindert. Denn auf dieser Seite, wo beobachtet wird, reicht von der Seitenwand des Apparates die geschwärzte Deckscheibe SS vorn herüber, in deren Mitte ein Diaphragma D von $2,8 \times 0,4$ cm eingeschnitten und wiederum etwas schachtartig vertieft ist. In Fig. 2 ist also der Beobachter links seitwärts zu denken. Fig. 3 zeigt den Apparat etwas seitwärts vom Beobachter aus aufgenommen. Die Befestigung des ganzen Gehäuses geschieht sehr einfach durch eine an der Rückseite des Kastens, also seitlich vom Beobachter angebrachte Schraubenmuffe, welche das Ganze mit einem Querstabe in Verbindung setzt, der durch eine zweite Muffe an einem Stabstativ in beliebiger Höhe festgeschraubt werden kann. Der Betrieb des Appa-

rates geschieht in der nämlichen Weise wie beim ersten Modell und sind die entsprechenden Klemmen mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet wie in Fig. 1.

Für beide Apparate kommt natürlich, wie schon erwähnt, als Expositionszeit des ruhenden Bildes nur das um die Zeit des Fortrückens verminderte Metronom-Intervall in Betracht. Die Größe dieses Abstriches, welche für verschiedene Zuggewichte, bezw. beim Trommelapparate auch für verschiedene Streifen verschieden ist, lässt sich ungefähr ermitteln, wenn man auf einer beruhten Objectscheibe, bezw. einem beruhten Streifen während des Betriebes eine Stimmgabel schreiben lässt. Es kam hierbei eine solche von 476 Schw. in der Secunde zur Anwendung. Die Ruhepunkte zeigen freilich in der Ausdehnung von ungefähr einem Millimeter eine undeutlich verschriebene Stelle, welche von den Nachschwingungen am Ende eines jeden Fortrückens herrührt, welche nur durch eine die Fortbewegung störende Scheibenbremsung zu vermeiden wären und in ihrer Gesamtdauer wegen des anscheinend momentanen Anhaltens der Objecte ohnehin nur verschwindend kurz sein können. Sie sind übrigens bei dem Trommelapparat, wie aus der Apparatsbeschreibung leicht zu verstehen ist, noch viel geringer als bei der Scheibe mit ihrem viel größeren Radius, wie auch das Chronogramm sofort erkennen ließ. Wichtiger ist hingegen die Thatsache, dass alle wirklich ausführbaren Ablesungen in den deutlich ausgezogenen Zwischenräumen in beiden Modellen eine bis auf $\frac{5}{476}$ Sec. übereinstimmende Länge zeigen, und ist die Variation auch hier wohl zum Theil auf die Distanz der entsprechenden Stifte zu beziehen. Die gesammte ablesbare Bewegungszeit beträgt beim ersten Modell mit der Scheibe ca. $\frac{30}{477}$ Sec., im Trommelapparat bei 1 cm Streifenlänge ca. $\frac{47}{476}$. Bei letzterem ist dafür beinahe die ganze Strecke abzulesen. Man wird also wohl nicht viel fehlgehen, wenn man für die Scheibenversuche im ganzen $\frac{1}{10}$ Sec. als einen von der Gesammtheit der Intervalle unabhängigen Werth von der jeweiligen Metronomzeit zur Berechnung der ruhenden Exposition in Abzug bringt. Für die Trommelversuche dürfte der nämliche Werth, der hier nur eben gleichmäßiger auf die ganze Strecke vertheilt ist, ebenfalls ausreichen. Der constante Werth der Zeit, in welcher die Bewegung eine größere Geschwindigkeit besitzt, welcher aus den Ablesungen unmittelbar zu entnehmen ist, garantirt

auch zugleich am besten die Constanz der minimalen Nachschwingungen, welche von der resultirenden Wucht abhängig sind. Diese Bewegungszeit durch größere Gewichtsbelastungen herabzudrücken, hat natürlich keinen Werth, da sonst außer größeren Nachschwingungen auch Geräusche auftreten.

Um beim Metronombetriebe eine ganze Pendelschwingung bis zu 3 Secunden ohne fortwährende Umschaltung als Reizzeit für die ruhige Exposition erlangen zu können, wurde der in Fig. 4 in verkleinertem Maßstabe abgebildete Schaltapparat construirt, der wegen seiner Leistung zur Verdoppelung der Zeitintervalle hier kurz Duplicator-Umschalter genannt werden soll. Bei seiner Einschaltung wird immer nur einer der beiden

Quecksilbernapfe, der z. B. mit *M* bezeichnet werden soll, mit dem Gedächtnisapparate verbunden, so dass immer erst wieder nach einer ganzen Schwingung mit dem Eintauchen in *M* das Rad fortbewegt wird. Der Umschalter lässt nun den Strom von *M* aus

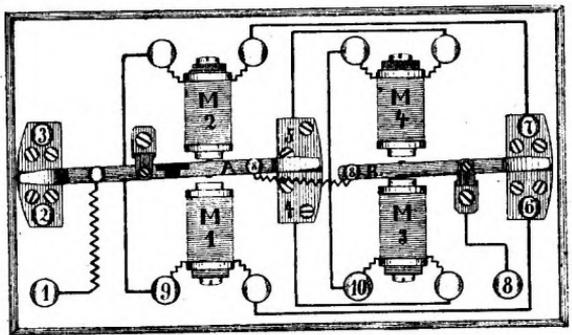


Fig. 4.

Duplicator-Umschalter.

abwechselnd bald nach dem einen, bald nach dem andern Magneten leiten, so dass die aufeinanderfolgenden Berührungen der Contactnadel des Pendels mit dem nämlichen Napfe *M* doch wiederum abwechselnd die beiden Hebel spielen lassen und den Apparat fortbewegen. Es ist dies also die Leistung, welche eventuell der Experimentator, wie oben erwähnt, leicht selbst übernehmen kann.

Man verbindet wiederum den einen Pol der Batterie mit der Pendelstange. Der andere wird dann zunächst an den vorderen metallenen Theil des horizontal drehbaren Hebels *A* angeschlossen, bezw. an die hiermit verbundene Klemme 1. Das vordere Ende dieses Hebels ist von dem ganzen übrigen Hebel durch Hartgummi isolirt und besitzt an seiner Unterseite ein leicht federndes Contacträdchen *R*₁ (in der Figur nicht besonders bezeichnet) in leitender Verbindung, das je nach der Stellung des Hebels auf der linken (2) oder rechten (3) der beiden voneinander isolirten Metallplatten am oberen Ende des Brettes aufliegt, deren

Zwischenraum mit Hartgummi glatt ausgefüllt ist, um ein möglichst leichtes Hin- und Hergleiten des Contacträdchens, bezw. des Hebels zu ermöglichen. Die Platte 2 wird dann mit C_1 , 3 mit C_2 des Gedächtnissapparates verbunden, während K endlich den Stromkreis bei dem für die Fortbewegung des Rades ausgewählten Quecksilbernapf M schließt. Das Eintauchen in dem andern Napfe N wird nun dazu benützt, um den Hebel A bald auf die eine, bald auf die andere Contactplatte 2 oder 3 hinüberzuschieben. Zu diesem Zwecke ist der andere Arm des Hebels A mit einem Anker versehen, der zwischen den beiden festen Magneten m_1 und m_2 liegt. Da natürlich die Verschiebung des Hebels A bei jedem neuen Eintauchen in N nach einer andern Seite erfolgen muss, so muss bald Magnet m_1 , bald m_2 in Thätigkeit treten. Dies wird durch die Stellung des andern Hebels B bestimmt, der ähnlich wie A gebaut ist und an seinem einen Ende das Contacträdchen R_2 trägt, welches je nachdem auf einer der ebenso wie vorhin isolirten Platten 6 und 7 steht. 4 ist mit Magnet m_1 , 5 mit Magnet m_2 verbunden. Man kann nun die nämliche Batterie wie vorhin, eventuell mit einer kleinen Verstärkung, zu dieser Leistung verwenden. Da der eine Pol schon mit der Pendelstange verbunden ist, kommt nur eine Abzweigung des andern schon mit 1 verbundenen Pols an den im ganzen aus Metall gefertigten Hebel B , bezw. an die an sein ebenfalls leitendes Axenlager angeschlossene Klemme 8. Die beiden anderen Klemmen der Magnete m_1 und m_2 , bezw. die mit ihnen verbundene 9 werden dann schließlich noch gemeinsam mit dem Napfe N verbunden. Je nach Lage des Contactrades an B R_2 auf 6 oder 7 wird also nun A beim Eintauchen des Pendels in N nach m_1 oder m_2 herübergerissen, also oben der Contact von M mit C_2 oder C_1 für das nächste Eintauchen in M hergestellt. Die abwechselnde Einstellung des Hebels B auf 6 oder auf 7 endlich wird nun wiederum vom Eintauchen in M besorgt. Während die Umlegung von Hebel A nicht mit der Bewegung der Hebel am Gedächtnissapparate zusammenfallen darf, die durch eine bestimmte fertige Lage des Hebels A selbst ausgewählt werden, kann die Umlegung von B selbstverständlich sehr wohl zugleich mit der Apparatabewegung zeitlich zusammenfallen. Auch am andern Arm von Hebel B ist ein Anker zwischen den beiden festen Magneten m_3 und m_4 angebracht, und ist m_3 mit der Metallplatte 4, m_4 mit Platte 5 eines dritten Paares isolirter Platten von der Art der bereits genannten verbunden, auf denen das am andern Arme des Hebels A angebrachte Rädchen R_3 je nach der Stellung dieses Hebels abwechselnd Contact herstellt. Wie schon erwähnt, ist R_3 von R_1 isolirt. Das innere Metallende von A bei R_3 ist ferner mit dem anderen Hebel B (also auch mit R_2) durch einen feinen Draht leitend verbunden, welcher die Stellung der Hebel in keiner Weise beeinflusst. Die noch nicht versorgten Klemmen der Magnete m_3 und m_4 endlich sind mit einander nach 10 geleitet, welches nach dem Napfe M zu verbinden ist. Steht nun bei Beginn des Versuches R_3 z. B. auf 5, so wird beim Eintauchen in M nicht nur der Platte 2 verbundene Hebel C_1 im Gedächtnissapparat bewegt, sondern auch gleichzeitig Hebel B nach m_4 herübergezogen, falls er nicht bereits dort steht und der Contact von R_2 mit 6 hergestellt ist, weil der mit 8 verbundene Pol über das mit B verbundene R_3 den Weg nach m_4 und von hier zurück nach dem eben vom Pendel berührten M findet. Die Verzweigung nach R_2 selbst kommt für das Eintauchen in M nicht in Betracht, da die weitere Fortsetzung über 7 und m_2 nach N todt ausmündet. Das nächste Eintauchen in N findet hingegen den zuletzt genannten Weg jetzt nach Anlegung von B

an m_4 über 6 und den Magneten m_1 frei. Es wird also der Hebel A jetzt nach m_1 herübergezogen und damit der Contact nach 3 und C_2 für das nächste Eintauchen in M hergestellt. R_3 zieht also beim Eintauchen in M das innere Ende von B auf seine Seite, N schiebt dann R_3 auf die entgegengesetzte Seite, auf welche dann bei M auch B nachfolgt, welches seinerseits bei N das R_3 wieder auf die andere Seite bringt u. s. w.

Da alle inneren Verbindungen des Umschalters bereits vom Mechaniker gelegt werden, ist im allgemeinen nur zu merken: Verbindung von 2 mit C_1 , 3 mit C_2 (s. die Figur), 1 und 8 mit dem nicht mit der Pendelstange verbundenen Pol der Batterie. (Bei Verstärkung des Stromes für den Umschalter oder den Gedächtnissapparat müssen vor 1 oder 8 noch weitere Elemente eingeschaltet werden, was jedoch bei einer nicht allzu weiten Leitung unnöthig ist), 9 mit dem sonst freien Napfe N und 10 mit dem auch mit K am Gedächtnissapparat verbundenen Napfe M . Der Umschalter, welcher mindestens ebenso geräuschvoll wie das Metronom selbst arbeitet, muss natürlich mit demselben zusammen in einen besonderen Raum gebracht werden, in welchem sich dann auch die Batterie mit dem Stromwender befindet, von dem aus die Pole in der bisherigen Beschreibung stets zu rechnen sind. Dieser ganze Hilfsapparat ist aber natürlich nur für die längeren Expositionszeiten erforderlich. Will man speciell die Abhängigkeit von längerer Reizezeit ausführlicher prüfen, so wird man schließlich doch gut thun, einen exacten Contactapparat an Stelle des Metronoms zu Hülfe zu nehmen, wodurch dann wiederum diese anscheinend complicirte, im Grunde aber natürlich ebenfalls recht einfache Umschaltung unnöthig wird. Indessen dürfte dieser Duplicator vielleicht auch noch für andere Zwecke zu brauchen sein. An dieser Stelle erwähnte ich ihn nur ausführlicher, um diese ebenfalls bereits erprobte Vervollständigung der technischen Hilfsmittel unter Voraussetzung des jedenfalls einfachsten Metronombetriebes mitzutheilen.

Wie oben bereits angedeutet wurde, lässt sich der Apparat auch zur Auswechslung der Objecte für eine successive Reihe tachistoskopischer Expositionen immer neuer Objecte bei einem Rotations-tachistoskop verwenden. Für diesen Fall muss die Periode der Bewegung natürlich genau mit der Umdrehung der Spaltscheibe zusammenfallen. Man braucht also dann nicht noch einen besonderen zeitmessenden Contactapparat, sondern bringt auf der Scheiben-

axe des Tachistoskopes einen Excenter an, welcher bald auf der einen, bald auf der anderen von zwei isolirt angebrachten Federn aufschleift, die mit je einem der beiden Magnete C_1 und C_2 verbunden sind. Der eine Pol kommt dann an das Axenlager, der andere wieder nach K . Natürlich wird dann nur jedes zweite Feld der Objectscheibe bezw. des Streifens exponirt. Will man jedes Feld ausnützen, so ist mit der Axe erst noch ein Zahnrad mit halber Umdrehungsgeschwindigkeit zu verbinden, an dessen Axe dann der genannte Excenter zwischen beiden Federn anzubringen ist.