

## Das Spiegeltachistoskop.

Von

**Wilhelm Wirth.**

Mit 1 Figur im Text.

---

In unserer Festschrift habe ich am Ende meines Beitrags »Zur Theorie des Bewusstseinsumfanges und seiner Messung« ein Tachistoskop beschrieben, das u. a. vor allem zu einer beliebigen momentan vorübergehenden Variation continuirlich dargebotener Bilder dient<sup>1)</sup>. Inzwischen ist nach dem Modell, das der damaligen Beschreibung zu Grunde lag<sup>2)</sup>, ein completer Apparat hergestellt und in weiteren Versuchen erprobt worden, an welchem zugleich noch einige wesentliche, seiner Zeit nur kurz angedeutete Hilfsvorrichtungen angebracht sind. Somit können einstweilen wenigstens die technischen Ausführungen von damals durch eine concretere Darstellung vervollständigt werden, die bei der allgemeinen Verwerthbarkeit des Principis für Apperceptions- und Vergleichsversuche überhaupt ein gewisses selbständiges Interesse bieten dürften. Für die theoretischen Gesichtspunkte, welche zur Construction des Apparates geführt haben, verweise ich hier auf die genannte Abhandlung. Die Beschreibung des Apparates hingegen soll jene erste Darstellung in keiner Weise voraussetzen.

Das Princip dieses Tachistoscopes besteht ganz allgemein in der einmaligen (oder auch rhythmisch wiederholten) momentanen Ersetzung eines dauernd sichtbaren virtuellen Bildes durch ein

---

<sup>1)</sup> Wundt, Philos. Studien XX, S. 659 ff.

<sup>2)</sup> a. a. O. Tafel III, Fig. 7.

reelles Bild von genau der nämlichen scheinbaren Raumlage<sup>1)</sup>. In der bisher erprobten Variante dieses Principes befindet sich die dauernd gesehene Fläche, deren virtuelles Bild durch das reelle Momentbild ersetzt werden soll, vom Beobachter abgekehrt zwischen seinem Auge und einem Planspiegel, welchen er durch ein in der gespiegelten Wand selbst eingeschnittenes Diaphragma betrachtet. Aus dem Spiegelbelag ist ein schmaler Streifen sorgfältig chemisch abgelöst, der bei seiner schnellen Vorbewegung durch die Gesichtslinie infolge einer raschen Verschiebung der Spiegelscheibe einen momentanen Ausblick mit vollständiger Accommodation auf das reelle

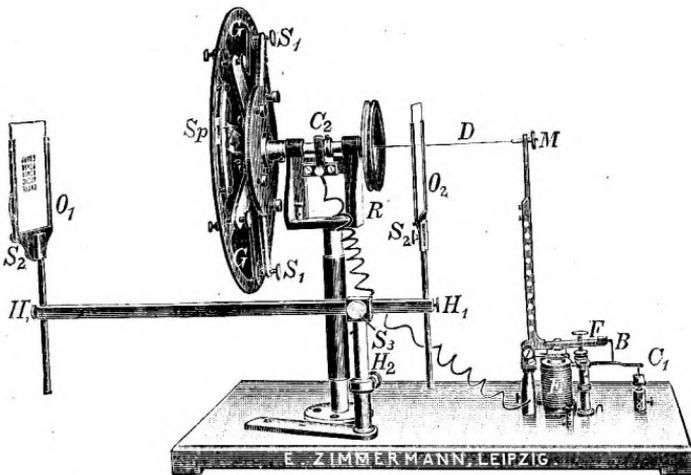


Bild des Variationsobjectes gestattet, dessen Lage hinter dem Spiegel derjenigen des virtuellen Bildes genau entspricht. Zur Erzielung einer möglichst großen Constanz der allgemeinen Versuchsbedingungen während der ganzen Dauer des Experimentes wurde der Spiegel in Form einer runden Scheibe von 28 cm Durchmesser als Rotationstachistoskop für Motorbetrieb mit constanter Umdrehungsgeschwindigkeit eingerichtet, obgleich sich das Princip im allgemeinen natürlich auch wiederum als Falltachistoskop ausarbeiten ließe. Die beigelegte Figur zeigt in einem Holzschnitte, der in ungefähr  $\frac{1}{8}$  natürlicher

<sup>1)</sup> Ueber die in dem nämlichen Princip enthaltene Umkehrung mit dauernder Betrachtung des direct gesehene reellen Bildes und seiner momentanen Vertauschung durch das virtuelle vergl. den letzten Abschnitt.

Größe nach einer photographischen Aufnahme hergestellt wurde, den Apparat in einer Seitenansicht senkrecht zur Gesichtslinie des Beobachters, welcher ganz links außen hinter dem Objecte  $O_1$  zu denken ist. Die im weiteren Verlaufe gebrauchten Ausdrücke vorn und hinten sind stets von seinem Standpunkt aus zu verstehen. Die ihm abgewandte Fläche  $O_1$ , welche uns in der Figur zugekehrt ist, wird vom Beobachter continuirlich in dem rotirenden Spiegel  $G$  betrachtet, der in der Mitte der Figur in perspectivischer Verkürzung mit seiner belegten Rückseite zu sehen ist. Das hinter dem Spiegel befindliche Object  $O_2$  für die tachistoskopische Variation zeigt in der Figur ebenfalls die Rückseite in stärkster perspectivischer Verkürzung. Die Spiegelscheibe darf natürlich trotz ihrer raschen Bewegung ihre Ebene in keiner Weise verändern, weil sonst das reflectirte Bild des dauernd im Spiegel gesehenen Objectes  $O_1$  fortwährende Schwankungen ausführen würde. Neben einer widerstandsfähigen Axenlagerung war also insbesondere eine genaue Einstellungsrichtung nothwendig, durch welche die Spiegelebene genau senkrecht zur Rotationsaxe eingestellt werden konnte. Auf einer festen Brettunterlage steht eine starke Messingsäule als Stütze des u-förmigen Bügels mit den Axenlagern, welche bei Aufstellung des Apparates auf einem Tische von normaler Höhe den jeweils gerade horizontal liegenden Durchmesser der Scheibe sich in Augensithöhe befinden lassen. An dem rückwärtigen Ende der Axe außerhalb des Bügels ist das Transmissionsrad  $R$  für den Motorbetrieb befestigt, das zur besseren Variationsmöglichkeit der Umlaufgeschwindigkeit zunächst mit einer Zwischenübertragung in Verbindung gesetzt wird, und zwar nach der linken Seite vom Beobachter aus, damit die Gesichtslinie des Beobachters nach dem Objecte  $O_2$  hin auf der rechten Seite ungestört bleibt. An dem vorderen Ende der Axe ist als Träger des Spiegels zunächst eine kräftige Metallscheibe angebracht, von welcher aus fünf in gleichen Winkelabständen festgeschraubte Metallstäbe radial ausstrahlen, welche an ihrem peripheren Ende je eine zur Scheibe senkrecht wirkende, von rückwärts eingeführte Stellschraube  $S_1$  tragen. Diese Schrauben lassen je eine kleine, an ihrem vorderen Ende gehaltene Metallplatte verschieben. Die Vorderflächen dieser Platten bilden die fünf, somit mikrometrisch variablen Stützpunkte der Spiegelscheibe, welche auf ihnen an fünf

Punkten ihres Randes durch je eine Schraube mit Lederunterlage von vorn festgeklemmt ist. Natürlich darf der Spiegel außerdem auch selbst keinerlei Unebenheiten besitzen, welche durch keine Lageänderungen der Ebene zu beseitigen wären. Durch eine möglichst sorgfältige Einstellung einer an sich tadellosen Spiegelscheibe wurde in der That eine ruhige Lage des Objectes während der Rotation erzielt<sup>1)</sup>. Die Anhaltspunkte für die feinste Einstellung sind dabei eben in jenen Bewegungsrichtungen des Spiegelbildes bei der Rotation gegeben, wie durch eine einfache Ueberlegung ohne weiteres zu erkennen ist. Eine erste rohe Einstellung des Spiegels findet man auch schon durch die Beobachtung der Lage jener fünf Platten zu der großen, mehrfach durchbrochenen Metallscheibe, welche ganz vorn an der Axe unmittelbar hinter dem Spiegel befestigt und zur freien Bewegung jener kleinen Platten in der Nähe des Randes mit fünf runden Ausschnitten versehen ist.

Sobald nun der Spiegel richtig eingestellt ist, müssen die beiden Objecte für das virtuelle und reelle Bild in eine genau entsprechende Lage gebracht und mit der richtigen Beleuchtung versehen werden. Hierzu müssen die beiden Objectscheiben zunächst auf den Umfang der beiden völlig gleich gearbeiteten Rahmen nach Grenzlinien, die ihrer Figurenausfüllung genau entsprechen, zugeschnitten sein, was am besten nach vorgedruckten Schnittlinien geschieht. Die Rahmen enthalten nur eine seitliche und vordere Umfassung, rückwärts tragen sie längere Klemmfedern, um ein ebenso exactes als leichtes Auswechseln der Objecte, insbesondere der Variationsscheibe  $O_2$ , zu ermöglichen. Die entsprechende Lage beider Rahmen kann nur durch eine mehrfache Einstellung mit großer Ge-

<sup>1)</sup> Schon vor Erreichung dieser günstigsten Einstellung waren übrigens die kleinen rhythmischen Schwankungen des Bildes, welche von einer kleinen Neigung des an sich völlig ebenen Spiegels zur Rotationsaxe herrührten, keineswegs so auffällig, als wenn man ein einzelnes Object vor ruhigem Hintergrunde solche Bewegungen allein ausführen lässt. Der Beobachter sah ja durch das Diaphragma hindurch in weitem Umkreise nur das in allen seinen Theilen nach der gleichen Richtung bewegte Spiegelbild der von ihm abgekehrten Seite der Vorderwand und es fehlen daher wenigstens innerhalb des Gesichtsbildes selbst hinreichende Anhaltspunkte für die Schätzung der absoluten Bewegung. Für Apperceptionsversuche ist aber natürlich auch schon diese Complication der Fixation eines bestimmten Punktes auszuschalten.

nauigkeit und Dauerhaftigkeit erreicht werden. Ist das direct ge-  
 sehene, reelle Bild  $O_2$  z. B. ein spiegelbildlicher lithographischer  
 Abzug des Originales  $O_1$  durch sog. Contredruck, wie in meinen  
 Versuchen, so können beide Complexe so vollständig in Ueberein-  
 stimmung gebracht werden, dass selbst ein relativ langsamer Vor-  
 beingang der durchsichtigen Spiegelstelle keine Unterbrechung der  
 Conturen des Bildes bemerken lässt. Bei einer Abweichung eines  
 einzigen Elementes in dem momentan betrachteten reellen Bild  $O_2$   
 und  $O_1$  hat man dann den Eindruck, als ob bei vollständiger Un-  
 gestörtheit des übrigen Feldes ausschließlich dieses eine Element eine  
 kurzdauernde Verwandlung erlitten habe. Man findet diese günstigste  
 Einstellung ohne äußere Abmessungen einfach durch Vergleichung  
 der beiden Spiegelbilder selbst, wenn man den Spalt durch Zurück-  
 schieben der sogleich weiter unten zu beschreibenden Verschlussvor-  
 richtung dauernd geöffnet hält und langsam durch die Gesichtslinie  
 hin- und herschiebt, wobei die Grenzen des virtuellen und reellen Bildes  
 an beliebig vielen Diagonalen aneinander angepasst werden können. Die  
 gleichgerichtete horizontale Verschiebung der beiden Figurencomplexe,  
 welche die mittlere Gesichtslinie in eine passende Lage zu der vom  
 durchsichtigen Spalt bestrichenen Fläche bringen lässt, kann durch  
 Verdrehung der unmittelbar auf der Brettunterlage aufliegenden  
 Schiene bewirkt werden, wobei das am Ende der Schiene befestigte  
 Stativ für den Objecthalter beliebig weit um eine am anderen Ende  
 der Schiene befestigte Schraube nach rechts und links geschoben wird.  
 Der senkrechte Auszug des Statives lässt bei Schraube  $H_2$  neben der  
 gleichzeitigen verticalen Einstellung beider Scheiben zugleich den bei  
 der untersten Horizontaleinstellung mitverdrehen Verbindungsstab  
 der beiden Objecte wieder genau senkrecht zur Spiegelebene ein-  
 stellen. Bei Schraube  $S_3$  kann dieser Verbindungsstab dann nach  
 vorn und hinten verschoben werden, bis die scheinbare Größe der  
 Figuren völlig gleich geworden ist, und können dann beide Rahmen  
 an den Enden des Verbindungsstabes  $H_1 H_1$  noch gesondert in ihrer  
 Höhe variiert und etwaige Verdrehungen um die Verticale corrigirt  
 werden. Seitliche Neigungen der Rahmen werden durch deren  
 Drehung um eine am unteren Ende befindliche Axe beseitigt und  
 ist diese letztere Einstellung durch je eine excentrisch gelegene Klemm-  
 schraube  $S_2 S_2$  besonders widerstandsfähig, weil hier das Einschieben

der Objectscheiben einen stärkeren Angriff bildet. Eine besondere Vorrichtung zur Neigung der Objecte um eine zur Spiegelebene parallele Horizontalaxe war bei der genau lothrechten Stellung aller einzelnen Stücke nicht erforderlich.

Eine gleichmäßige Helligkeit des virtuellen und des reellen Bildes wird am besten bei künstlicher Beleuchtung erreicht. Die Lampe, in meinen Versuchen ein elektrisches Glühlicht, wird hierzu rechts neben oder über dem Spiegel außerhalb der Gesichtslinie, also im Vordergrund der Figur aufgestellt, weil sie dann zu beiden Objectflächen symmetrisch gelegen ist. Wegen des Lichtverlustes durch die Spiegelung muss die Lampe allerdings dem Objecte  $O_1$  etwas näher stehen, was wiederum durch den unmittelbaren Vergleich schnell herausgefunden wird. Eine gleichzeitige Correctur der Färbung, welche bei stillstehender Grenze zwischen dem direct gesehenen und gespiegelten Bilde als Erfolg der verschiedenen Medien für beide Lichtwege leicht zu erkennen ist, kommt bei tachistoskopischer Exposition des reellen Bildes nicht in Betracht. Will man diese Uebereinstimmung trotzdem herstellen, so kann dies durch Anbringung von Gläsern vor der nach  $O_1$  zu gelegenen Seite der Lampe noch vor Herstellung der Helligkeitsgleichheit erreicht werden.

Die Lichtquelle, sowie der ganze Apparat müssen natürlich für den Beobachter selbst verdeckt sein. Es muss also auf der Seite des gespiegelten Objectes  $O_1$  eine größere dunkle Wand den ganzen Apparat abschließen, in welche nur ein kleines Diaphragma den Durchblick nach dem Spiegel an einer vom Object  $O_1$  freigelassenen, aber möglichst in dessen Nähe befindlichen Stelle gestattet. Diese ist in der Figur nicht besonders angegeben und als Abschluss der linken Seite hinzuzudenken. Das Diaphragma ist dann natürlich im Spiegelbild als kleine schwarze Scheibe in der dauernd gesehenen Fläche mit enthalten. Beim Arbeiten mit weißen Scheiben wird es am besten auch auf der Objectscheibe  $O_2$  ein für alle Mal entsprechend angebracht, um an dieser Stelle eine tachistoskopische Variation des Objectes auszuschalten. Uebrigens kann eine unauffällige Anbringung des Diaphragmas noch auf mannigfache Weise erreicht werden, da der Standpunkt des Beobachters für das gegenseitige Entsprechen der beiden Bilder belanglos ist und nur für die Lage der vom durch-

sichtigen Spalt bestrichenen Fläche zu der Gesichtslinie in Betracht kommt, weshalb ihm ein hinreichender Spielraum gelassen ist.

Der durchsichtige Spalt  $Sp$  des Spiegelbelages bildet einen vier Bogengrade breiten Sector und erstreckt sich im ganzen in radialer Richtung 5 cm weit, nämlich 9 cm vom Centrum entfernt bis zur Peripherie. Die mittlere Region des Spiegels ist bei der nach innen zu immer kürzer werdenden Dauer der sog. »reinen« Expositionszeit, in welcher das variierte Element vollständig in seiner tachistoskopischen Qualität erscheint, nicht zur Variation benützt worden, und dient diese ganze mittlere Spiegelfläche mit 9 cm Radius innerhalb des vom Spalte durchzogenen Kreisringes von 5 cm Breite nur zur Erweiterung des nicht variablen Theiles im dauernd sichtbaren Objecte. Der Standpunkt des Beobachters und das gespiegelte Object  $O_1$  waren nun so gelegt, dass der Spalt bei horizontaler Lage seines Durchmessers rechts vom Centrum das Object gerade in mittlerer Höhe symmetrisch überdeckte, so dass sein Mittelpunkt mit dem Fixationspunkt zusammenfiel. Bei der gewählten Entfernung zwischen den zur Spiegelebene parallelen Objectflächen  $O_1$  und  $O_2$  und dem Spiegel von je 20 cm betrug daher das Feld, welches bei einem Umlauf des Spaltes tachistoskopisch variiert werden konnte, einen in seiner mittleren Höhe 10 cm breiten nach links oben und unten gebogenen Streifen, welcher bei Verwendung des in der Abbildung auf  $O_1$  ersichtlichen Figurencomplexes von  $3,5 \times 3,5$  cm nur zu einem kleinen Bruchtheile ausgenützt wurde. Für Versuche über die simultane Vertheilung der Bewusstseinsgrade ist natürlich von dem gesammten variablen Gesichtsfeld nur so viel zu gebrauchen, als die durchsichtige Stelle in der für solche Umfangsbestimmungen empfehlenswerthen Zeit bis zu höchstens  $50 \sigma$  durchlaufen kann, was der gesammten Expositionszeit nach der gewöhnlichen Methode entspricht. Bei der Umdrehungsgeschwindigkeit von  $\frac{1}{2}$  Secunde beträgt diese Zeit für den gesammten Figurencomplex, der bei unmittelbarer Annäherung des Auges an das Diaphragma in  $O_1$  unter einem Gesichtswinkel von circa  $5^\circ$  erscheint, nur  $20 \sigma$ , und würde für  $10^\circ$  erst  $30 \sigma$  betragen, was also immer noch die Simultanvertheilung der Aufmerksamkeit untersuchen ließe. Indessen erwähne ich gleich die gesammte Ausdehnung der vom Variationsspalt bestrichenen Region, weil eine sehr rasche Succession von tachistoskopischen Variationen

innerhalb eines größeren Sehfeldbezirkes, welche auch psychologisch wirklich als Succession von Vorstellungsänderungen zur Geltung kommt, zur Untersuchung der Bewegungen innerhalb der Aufmerksamkeitsvertheilung oder der sog. Aufmerksamkeitswanderungen beigezogen werden kann, natürlich ebenfalls wieder unter Beibehaltung der Fixationslage des Auges, ebenso wie die kürzeste Gesamtdauer der Durchquerung des gesamten Objectes die Simultanvertheilung festzustellen gestattet.

Die Ausdehnung des Spaltes selbst kommt nur für die Deutlichkeit der Variation der einzelnen Elemente in Betracht, gleichgültig ob ein größeres oder geringeres Beobachtungsfeld vom Spalt durchlaufen werden muss. Bei der völligen Uebereinstimmung der beim Vorbeigang nicht variirten Elemente des Complexes im virtuellen und im reellen Bilde braucht also die Spaltbreite nur zur Ausdehnung der einzelnen Elemente des Complexes selbst ins richtige Verhältniss gesetzt werden. Für unser Beispiel mit 5 mm Größe der einzelnen Figuren, also 2,5 mm Bogenlänge des Gesichtswinkels in der nur um die Hälfte vom Auge entfernten Spiegelebene bietet der 10 mm breite Spalt somit eine hinreichend große reine Expositionszeit der etwaigen Variationen.

Da nun die continuirliche Betrachtung zunächst ungestört während beliebig vieler Umdrehungen der Scheibe bis zum Eintritt der tachistoskopischen Variation selbst möglich sein muss, so war eine während der Rotation verschiebbare Verschlussvorrichtung *V* an dem durchsichtigen Spalte erforderlich. Dieselbe war hinten am Belage an der oben bereits erwähnten Metallscheibe unmittelbar hinter dem Spiegel angebracht. Es war aber nicht etwa ein völliger Ersatz des abgelösten Spiegelbelages in der Weise möglich, dass man den Verschluss selbst wiederum in einer nach vorne spiegelnden Metallscheibe bestehen ließ, weil diese Fläche ohne Hemmung der unbedingt nöthigen Leichtigkeit der Verschiebung nicht so unmittelbar und ohne Neigung wie der Belag an das Spiegelglas anzupressen war. Eine Reflexion des vorderen Bildes in voller Helligkeit mit momentan verschobenen Conturen wirkt aber viel störender, als der ebenso schnelle Vorbeigang eines nur 1 cm schmalen gleichmäßig mattschwarzen Streifens (außer der unmerklich schwachen Reflexion des unbelegten Glases), der ohne jede Verschiebung der Conturen nur

wie ein schwacher, über das Ganze hinwegstreifender Schatten erscheint. Sein rhythmisches Auftreten lässt außerdem die Aufmerksamkeit sich eher an die Periode anpassen, in welche sich schließlich auch die momentane Variation bei geöffnetem Spalt und gleichzeitig völlig ungestörtem Gesamtbilde zeitlich einfügen muss. Die Verschlussvorrichtung *V* besteht also einfach aus einer rechteckigen vorn geschwärzten Pappscheibe von  $1,5 \times 6$  cm, welche oben in einen Sector aus Aluminium eingefügt war. Der ganze Sector war an einem mit der Scheibe centrirten Ringe um die Achse leicht nach der Seite verdrehbar, konnte jedoch wegen seines Haltes an einer zum Rande der Metallscheibe parallelen Bogenschiene, innerhalb deren das periphere Ende des Sectors mit einem Rädchen entlang laufen konnte, nicht nach rückwärts vom Spiegel weggebogen werden. Für gewöhnlich ist nun dieser Verschlusssector durch eine Spiralfeder in der Lage vor dem Spalte gegen einen festen Widerhalt an der Metallscheibe festgehalten, kann aber durch den Zug einer an ihm befestigten Darmsaite *D*, welche wie bei dem bekannten Marbeschen Rotationsapparate durch die durchbohrte Rotationsachse nach hinten durchgezogen ist, dem elastischen Federzuge entgegen von der durchsichtigen Stelle seitlich weggezogen werden (in der Figur nach oben). Um diese Oeffnung während der Rotation mechanisch bewerkstelligen zu lassen, mündet das hintere Ende der Darmsaite *D* 14 cm nach Verlassen der Achse beim Transmissionsrade in die durchbohrte Stellschraube *M* am oberen Ende des Winkelhebels *F*, deren Bohrung genau in der Fortsetzung der Rotationsachse liegt. Durch einen hinter dem Schraubenkopf geschlungenen Knoten wird die Saite ohne Störung ihrer Mitdrehung bei der Rotation des Apparates festgehalten und bei einer rückwärtigen Bewegung der Schraube aus dem Apparat herausgezogen. Die Oeffnung des Spaltes erfolgt also beim Niederdrücken des kürzeren horizontalen Hebelarmes von *F* auf die Elektromagneten *E*, wobei die Excursion des Hebels nach unten durch eine besondere mit Lederdämpfung versehene Stellschraube regulirt werden kann. Die obere Schraube *M* dient für die richtige Einstellung der Darmsaite zur vollständigen Oeffnung des Spaltes bei einer bestimmten Hebelexcursion. Der Messinghebel *F* ist zur möglichsten Erleichterung der ganzen Bewegung sorgfältig mehrfach durchbrochen gearbeitet. Bei dem Gebrauch einer Darm-

saite ist die Umdrehung des Spiegels im Sinne des Uhrzeigers erforderlich, um maximale Drillung beizubehalten.

Um nun den Beobachter den Zeitpunkt der Variation möglichst bequem und bei einer passenden Aufmerksamkeitseinstellung auswählen zu lassen und gleichzeitig vom Apparat selbst nur eine einmalige Oeffnung des Spaltes in einem einzigen Vorbeigange mechanisch auslösen zu lassen, ohne neue Bewegungen des Beobachters für die Wiederherstellung des Verschlusses nothwendig zu machen, sind in den Stromkreis der beiden Elektromagnete  $E$  hintereinander noch drei Contacte eingefügt, welche nur bei ihrem gleichzeitigen Geschlossensein eine Oeffnung des Spaltes beim Passiren der Gesichtslinie zu Stande kommen lassen. Den ersten auf der Figur nicht angegebenen Contact schließt ein einfacher Reactionstaster, den der Beobachter von dem für die Variation ausgewählten Momente an niedergedrückt hält, wobei ihm nichts weiter obliegt, als dass die Dauer dieses Contactschlusses mindestens so lange oder auch beliebig länger als eine Umdrehung anhält. Den zweiten Contact  $C_1$  bildet ein Quecksilbernapf, in welchen der Aluminiumhebel  $B$  in seiner unteren Lage mit seiner Nadel eben eintauchen kann, was durch Stellschrauben am Napfe zu reguliren ist. Dieser Contact ist bei Beginn des Versuches geschlossen. Damit nun die Schließung des Stromes beim Reactionstaster nur für einen Umlauf wirksam wird, ist noch eine Unterbrechung des Stromes am Excenter  $C_2$  möglich, der an der Hauptachse zwischen beiden Achsenlagern angebracht ist und nur einige Zeit vor bis kurz nach dem Vorbeigang des Spaltes vor dem Objecte eine Schleifcontactfeder berührt. Das Niedergehen des Hebelarmes  $F$  auf die Magnete  $E$ , welches nach dem Niederdrücken des Reactionstasters sogleich nach dem Angreifen des Excenters auf seiner Schleiffeder erfolgt und eine beim kritischen Durchgang längst erreichte Oeffnung des Spaltes bewirkt, lässt nun zugleich eine am Contacthebel  $B$  befestigte Nase in  $F$  einspringen, wozu die Anfangslage von  $B$  durch eine untere Stellschraube wieder leicht passend regulirt werden kann. Sobald dann der Hebel kurz nach Vorbeigang des Spaltes, in Folge des Ablassens des Excenters von seiner Feder, wieder emporschnellt, nimmt er den Hebel  $B$  mit empor und unterbricht so den Contact  $C_1$ , so dass die späteren Vorbeigänge des Excenters auch bei fortgesetztem Niederhalten des

Reactionstasters von Seiten des Beobachters keine Spaltöffnung mehr herbeiführen. Diese ganze Verschlusseinrichtung kann übrigens auch auf die gewöhnlichen Rotationstachistoscope mit einer undurchsichtigen Spaltscheibe mit den gleichen Vortheilen übertragen werden.

Das Spiegeltachistoskop gestattet nun in der hier beschriebenen Form eine doppelte Anwendung. Zunächst kann eine einfache tachistoskopische Exposition eines einzigen Objectes, wie Buchstaben, Worte, Zahlen u. s. w., zu Leseversuchen vorgenommen werden. Das dauernd sichtbare Feld des Objectes  $O_1$  ist in diesem Falle eine gleichförmig dunkle Fläche mit einer ebenfalls möglichst dunkel gehaltenen Fixationsmarke, während das reell gesehene Bild  $O_2$  das Expositionsobject enthält. Die Einstellung der beiden Rahmen erstreckt sich hier nur auf eine entsprechende Lage der beiden Ebenen  $O_1$  und  $O_2$  im Ganzen, sowie der Fixationsmarke zur richtigen Accommodation vor der Exposition. Die Hauptleistung des Apparates besteht aber doch jederzeit in der beliebigen momentanen Variation eines continuirlich dargebotenen Objectes  $O_1$  durch eine Abweichung beliebigen Grades, die auf dem im übrigen dem  $O_1$  ganz entsprechenden Objecte  $O_2$  angebracht ist. Auf diese Variation eines dauernd sichtbaren Figurencomplexes beziehen sich auch vor allem die obigen Ausführungen über die präzise Einstellung der Objectscheiben, welche sich hier Punkt für Punkt entsprechen müssen.

Das allgemeine Princip dieser Methode überhaupt, wie es anfangs formulirt wurde, kann aber natürlich auch noch in manchen anderen Varianten Verwendung finden. So lässt sich insbesondere das Problem der discontinuirlichen Darbietung zweier nacheinander tachistoskopisch exponirter Vergleichsobjecte bei beliebiger Variation der Zwischenzeit auf solche Weise in Angriff nehmen. Es braucht hiezu nur an der nach vorn verlängerten Achse eines gewöhnlichen Rotationstachistoscopes mit einer einfachen Spaltscheibe aus Pappe oder Metall ein schmaler, auf seiner Vorderseite spiegelnder Glassector in fester Verbindung angebracht zu werden, dessen Rotationsebene wiederum den Abstand des Auges von dem Objecte hinter der Spaltscheibe halbirt und dessen Winkelabstand von dem Spalte in der rückwärtigen Scheibe durch Verdrehung des Spiegelsectors beliebig verändert werden kann<sup>1)</sup>. Das

<sup>1)</sup> Vgl. auch unten den letzten Absatz.

eine Vergleichsobject ist dann das gewöhnliche reell geschene Expositionsobject hinter der festen rückwärtigen Scheibe. Das zweite Object entspricht seiner Lage nach dem  $O_1$  des soeben beschriebenen Spiegelapparates und wird beim Durchgang des Spiegelsectors durch die Gesichtslinie virtuell und ebenfalls tachistoskopisch gesehen. Die einfache Anordnung lässt sich an unserer Figur veranschaulichen, wenn man sich hinter dem Transmissionsrad  $R$  die feste Spaltscheibe aus Metall oder Pappe angebracht denkt, welche unmittelbar vor dem Objecte  $O_2$  vorbeirohrt. Den vorderen Spiegelsector müsste man sich dann als einen schmalen sectorenförmigen Ansatz außen an dem Umfang der hinter dem großen Spiegel gelegenen Metallscheibe, also in der Ebene des Spiegels  $G$  gelegen vorstellen. Die Objectscheiben  $O_1$  und  $O_2$  müssten zugleich etwas weiter nach rechts herausverschoben werden, um die Gesichtslinie neben dem festen Teile der vorderen Scheibe mit dem Spiegelansatze vorbei nach der rückwärtigen Spaltscheibe freizuhalten. Diese Anordnung würde also jede Auswechslungsvorrichtung des Vergleichsobjectes während des Versuches unnöthig machen, welche bei Vergleichung zweier an der gleichen Stelle tachistoskopisch gesehener reeller Bilder erforderlich ist, und abgesehen von dem unvermeidlichen Geräusch der Verschiebung auch die Minimalzeit zwischen der discontinuirlichen Darbietung niemals unter ein bestimmtes Minimum herab vermindern lässt.

Will man als Verschlussvorrichtung der Objecte vor den beiden kritischen Expositionen wiederum nicht eine vor den Objecten selbst angebrachte Verdeckung, sondern einen während der Rotation functionirenden Spaltverschluss verwenden, so können die beiden Verschlüsse für die rückwärtige Spaltscheibe und den Spiegelsector durch eine Zugvorrichtung zu gemeinsamer Arbeit verbunden werden, so dass wieder nur an dem einen von beiden der oben beschriebene Oeffnungsmechanismus unmittelbar angreift. Zur sicheren Bestimmung der Reihenfolge der Expositionen von  $O_2$  und  $O_1$  muss dann allerdings außer  $C_2$  noch ein zweiter Schleifcontact (er heiße  $C_3$ ) ebenfalls mit einem Excenter an der Rotationsaxe angebracht werden.  $C_3$  wird dann mit dem Reactionstaster zusammen beim Beobachter in einen besonderen Stromkreis II gelegt, und wird durch Niederdrücken des Tasters bei gleichzeitigem Geschlossensein von  $C_3$  sofort ein Dauerschluss an einer elektromagnetisch schließbaren Einschaltvorrichtung erzeugt, welche ihrerseits erst den oben beschriebenen Stromkreis durch die Elektromagnete  $E$  der Spaltöffnungsvorrichtung schließt, in welchen auch hier wiederum noch der Excenter  $C_2$  und der Quecksilbercontact  $C_1$ , nur nicht zugleich der Reactionstaster, eingefügt sind. Der Excenter bei  $C_3$  darf nun in jeder Umdrehung nur so lange Contact geben, als das zuerst zu exponirende Object, z. B.  $O_2$ , im weiteren Ver-

laufe der Rotation auch wirklich zunächst bevorsteht, bzw. auch noch so weit entfernt ist, dass der augenblicklich am Taster geschlossene Stromkreis II noch bis zum Vorbeigang des Spaltes in der rückwärtigen Scheibe vor  $O_2$  die Oeffnung zu bewirken vermag, eine aus psychologischen Gründen erforderliche Zwischenzeit inbegriffen. Der Excenter  $C_2$  muss dann natürlich jedesmal bis kurz nach dem Vorbeigang des Spiegelsectors aufschleifen und bedarf hierzu, bei der Veränderlichkeit des Winkelabstandes zwischen Spalt und Spiegelsector, ebenfalls der Veränderlichkeit seiner gesammten Bogenlänge durch den Ansatz eines besonderen, ebenfalls auf der hier breiteren Feder bei  $C_2$  aufschleifenden Bogenstückes, welches zusammen mit dem Spiegelsector verdrehbar ist. Sollen längere Zwischenzeiten als eine Umdrehung eingeführt werden, so müssen natürlich die beiden Verschlussvorrichtungen völlig unabhängig von einander werden. Es müsste dann eine zweite Hebelvorrichtung  $F$  wie in der Figur mit einer besonderen Zugvorrichtung von der Vorderseite her mit dem Apparate verbunden werden, wegen der umgekehrten Drillung dann allerdings mit feinem Drahte, nicht mit einer Darmsaite. Auch würden natürlich noch Radübertragungen für ein besonderes Contactrad eingefügt werden. Als Verschluss für den Spiegelsector kann auf Grund eigener Versuche ein geschwärtzter Blechsector empfohlen werden, der den Spiegelsector zunächst von vorne verdeckt und während der Rotation wieder nur als ein schwacher Schatten erscheint, der über das Ganze in einem zur Exposition selbst passenden Rhythmus momentan hineilt. Dieser Blechsector war an das seitliche Ende eines Bogenstückes außen angesetzt, das zum Umfang der Metallscheibe hinter der Spiegelscheibe passte, die nach Wegnahme des großen Spiegels die Vorderseite des Apparates bildete; das Bogenstück konnte sich um einen Punkt des anderen seitlichen Endes drehen, so dass hierdurch der am einen Ende befindliche Sector in die undurchsichtige Fläche der Scheibe hereingezogen wurde und den Spiegel freigab. Diese Einziehung und Herausschiebung des Blechsectors konnte durch die nämliche Verschiebung des Spiegelverschlusses  $V$  wie früher mittelst der Elektromagnete  $E$  u. s. w. bewirkt werden, da der Drehpunkt des genannten Bogenstückes unmittelbar über der Verschlussstellung von  $V$  sich befand und ein von hier aus nach innen reichender Fortsatz mit einem leicht gleitenden Zapfen in einen radialen Spalt des Metallsectors  $V$  eingriff. In gleicher Weise könnte nun der Spiegelsector selbst von der Peripherie für gewöhnlich zurückgeschoben sein und nur durch die Wirkung des Mechanismus für  $V$  in die Gesichtslinie hinausgeschoben werden, wozu natürlich eine sehr präzise Arbeit der Achsenlagerung zur Einhaltung der richtigen Einstellung erforderlich wäre. Indessen kann die im passenden Rhythmus erfolgende momentane Ueberschattung des Gesichtsfeldes, das in diesen Versuchen vor und nach der Exposition durch den Ausblick auf die verschlossene rückwärtige Spaltscheibe ausgefüllt ist, keineswegs als Nachtheil, sondern eher als ein Vortheil betrachtet werden, ganz abgesehen von der Erleichterung einer sicheren Einstellung des Spiegels bei seiner unbeweglichen Fixirung an der Peripherie der Metallscheibe. Eine besonders einfache Abstufung der Zwischenzeiten ohne besondere Verschlussvorrichtungen würde allerdings auch eine Ausgestaltung nach dem Princip des Falltachistoskopes mit analoger Anwendung des Spiegels gewähren.

Ebenso wie nun hier bei der discontinuirlichen Exposition des Vergleichsobjectes das virtuelle Bild im schmalen Spiegelsector zur

momentanen Beobachtung kommt, kann natürlich das auch zuerst beschriebene Spiegeltachistoskop für die momentane Variation eines dauernd dargebotenen Complexes in der Weise eingerichtet werden, dass man das dauernd dargebotene Bild direct reell vor sich sieht, und dass dafür die momentane Variation durch den Vorbeigang eines schmalen spiegelnden Sectors entsteht, der zwischen  $O_1$  und  $O_2$  an Stelle der Spiegelscheibe rotirt und in der soeben in der Anmerkung näher beschriebenen Weise verschlossen und geöffnet wird. Für eine momentane Variation einer einzigen Stelle eines im übrigen unveränderten Complexes kommen indessen natürlich schon alle Störungen an der Grenze des Glases viel stärker in Betracht, so dass also hier wenigstens besser eine ganze Glasscheibe mit einem nur sectorenförmigen Belage an Stelle der Spiegelscheibe  $G$  aufgesetzt werden müsste. Auch darf der Belag nicht weiter reichen, wie die Oeffnung im Spiegel bei der zuerst beschriebenen Anordnung, um nicht störende Nebenerscheinungen tachistoskopisch mit abzubilden. Dann könnte man aber meinen, in dieser Variante eigentlich das einfachere und deshalb geeignetere Spiegeltachistoskop vor sich zu haben, insbesondere weil alle Schwierigkeiten hinsichtlich der Einstellung der Spiegelebene zur Rotationsachse sehr vermindert würden. Wie diese letzteren aber ohne große Mühe hinreichend zu überwinden sind, wurde bereits oben erwähnt. Außerdem besteht aber ein Vortheil der tachistoskopischen Exposition des reellen Bildes für die Ungestörtheit der nicht zu variirenden Theile des Bildes darin, dass der Uebergang von der dauernden Betrachtung eines gespiegelten Bildes zur momentanen Exposition eines direct gesehenen nicht so groß erscheint, als derjenige von der unmittelbaren Betrachtung eines Bildes zur tachistoskopischen Einfügung eines Spiegelbildes, die außerdem noch wie eine momentane Verschlechterung des Bildes zu wirken scheint. Schließlich besitzt die zuerst beschriebene Anordnung auch einen speciellen Vortheil, der in meiner gegenwärtigen Fortführung der Versuche wesentlich ist, dass man nämlich die zur Ableitung der Veränderungsschwellen nothwendige Abstufung der Helligkeit beliebiger Stellen des tachistoskopisch eingefügten Gesamtbildes einfach durch eine hinter  $O_2$  gelegene Transparentvorrichtung erreichen kann, was hinter  $O_1$  ohne Hinderung des Beobachters nicht möglich wäre.