

Dreidimensionale Analyse von Ausdrucksbewegungen.

Von

R. SOMMER,

Professor in Giessen.

(Mit 8. Fig.)

I.

Bei den Beobachtungen über psychopathische Zustände ist die Aufmerksamkeit allmählich immer mehr auf einen Punkt gelenkt worden, welcher früher hinter der Behandlung der sprachlichen Reaktionen sehr zurückgetreten war, nämlich auf gewisse Haltungen und Bewegungen, die von dem Normalen völlig abweichen und deren diagnostische Bedeutung sich immer deutlicher erwies. Aus den symptomatischen Begriffen des Stupors, der Katalepsie, des Negativismus, der automatischen Wiederholung gewisser Bewegungsreihen u. s. f., also wesentlich aus motorischen Elementen, gestaltete sich allmählich das klinische Krankheitsbild der Katatonie, dessen Kern abnorme Innervationszustände bilden.

Entsprechend dieser neuen Richtung des psychiatrischen Interesses ging eine Ergänzung der klinischen Untersuchungsmethoden vor sich. An Stelle der rein verbalen Beschreibung suchte man diese abnormen Muskelzustände durch optische Reproduktion zu fixiren und einer nachträglichen Betrachtung und Vergleichung zugänglich zu machen.

Es erscheint mir nun als eine der wichtigsten klinischen Aufgaben neben der optischen Methode der Nachahmung auch die realen Bewegungen des Körpers, welche jene auffallenden Erscheinungen hervorbringen, darzustellen.

Diese Aufgabe traf jedoch zunächst auf unüberwindliche Schwierigkeiten, da die gegenwärtige Physiologie eine brauchbare Methode für die Untersuchung der angedeuteten Erscheinungen besonders am Kranken kaum bietet.

Es handelte sich daher zunächst darum, die feinen Bewegungen, welche schon normaler Weise als Ausdruck innerer Zustände unwillkürlich gemacht werden, festzuhalten und in ihre Komponenten zu zerlegen. Dass die weitere Anwendung dieser Methode auf psychopathische Bewegungserscheinungen grosse Schwierigkeiten hat, ist klar. Immerhin war es nothwendig, zuerst im Gebiet des Normalen eine solche analytische Methode auszuarbeiten, wenn eine Untersuchung von psychopathologischen Erscheinungen in der motorischen Sphäre mit Erfolg in Angriff genommen werden sollte.

Bei dieser somit nothwendigen Verschiebung des Problems auf das Gebiet des Normalen bekam dasselbe nun Beziehung auf eine Reihe von physiologischen Thatsachen, welche dem sogenannten „Gedankenlesen“ zu Grunde liegen. (s. *Verhandlungen des Kongresses für innere Medizin 1896*, SOMMER: Eine Methode zur Untersuchung feinerer Ausdrucksbewegungen, S. 574—575): „Es hat sich herausgestellt, dass schon im Rahmen des Physiologischen solche unwillkürliche Ausdrucksbewegungen, abgesehen von den willkürlichen Bewegungen, vorhanden sind und von einigen feiner organisirten oder geübten Menschen schon jetzt wahrgenommen werden können. Die Art des Gedankenlesens, bei welcher man unter Berührung mit der Hand eines Menschen, der die Lage eines verdeckten Gegenstandes kennt, diesen findet, beruht darauf, dass man die feineren Bewegungen des Zurückziehens und Greifens, welche die Versuchsperson in Bezug auf den versteckten Gegenstand macht, fühlt und dementsprechend seine eigenen Tastbewegungen einrichtet. Die Voraussetzung zu dieser Art des Gedankenlesens ist das Vorhandensein von feineren Ausdrucksbewegungen im obigen Sinne. Es handelt sich nur darum die cerebral bedingten Bewegungen darzustellen.“

Man kommt also durch diese Betrachtungen zu derselben Aufgabe, welche sich aus den klinischen Beobachtungen über pathologische Innervationszustände ergibt, nämlich: die Bewegungen der Extremitäten, insbesondere die willkürlichen und unwillkürlichen Ausdrucksbewe-

gungen an der Hand einer Messung und Analyse zugänglich zu machen.

Fasst man die Aufgabe zunächst in dieser Form, so ist damit die engste Beziehung zu dem allgemeinen Problem des psychomotorischen Ausdruckes hergestellt und es scheint nothwendig, dieses in kurzen Zügen zu kennzeichnen.

Wenn man bei der Betrachtung des Verhältnisses der seelischen Vorgänge zu den materiellen Zuständen des Gehirns alle Spekulationen bei Seite lässt, so wird man zum Mindesten annehmen dürfen, dass gleichzeitig mit den durch Selbstwahrnehmung festgestellten psychischen Vorgängen irgend welche Bewegungsvorgänge des Gehirns vorhanden sind. Ob diese als Ursache, als Wirkung, als Begleitvorgang oder als materielle „Erscheinung“ des Psychischen aufzufassen sind, ist Sache der philosophischen Spekulation. Naturwissenschaftlich genügt die Annahme, dass sie überhaupt vorhanden sind. Diese Bewegungen gehen in einem Theil der centralen Nervensubstanz vor und werden durch Nervenleitungen (speziell die grossen motorischen Bahnen) direkt oder durch Vermittelung von untergeordneten Centren z. B. die grossen Zellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes auf muskuläre Apparate übertragen, in deren Haltung und Bewegung sich jene bzw. die ihnen entsprechenden psychischen Vorgänge ausdrücken.

Am folgerichtigsten ist diese Idee des Ausdrucks in der Ausbildung der Lehre von der prästabilierten Harmonie entwickelt worden. Die Behandlung der Physiognomik am Ende des vorigen Jahrhunderts hängt wesentlich mit dieser Lehre zusammen speziell mit der Idee, dass jedem psychischen Zustand ein Gehirnzustand entsprechen müsse, durch den gewisse Verziehungen der Gesichtsmuskulatur bedingt sind. Die Physiognomik in dieser Gestalt war jedoch im Grunde eine Einschränkung des Problems auf eine relativ kleine Gruppe von Muskeln (am Gesicht), während die Ausdrucksbewegungen der anderen Körpermuskulatur völlig bei Seite gelassen wurden. In dieser Einschränkung auf ein Muskelgebiet, welches die am meisten verwickelten Verhältnisse zeigt und eine objektive Messung der Bewegung einzelner Muskeln fast unmöglich macht, lag der Grund zu der Fruchtlosigkeit einer grossen Menge von Arbeit, welche auf diesem Gebiet geleistet worden ist. Fasst man die Physiognomik dagegen als einen Versuch in der all-

gemeinen Richtung einer Lehre vom Ausdruck auf¹, so wird man an Stelle einer Physiognomik im alten Stil die Ausdrucksbewegungen vor allem an der Stelle zu fassen suchen, wo sie einer Darstellung und Messung am leichtesten zugänglich sind. Dies scheint nun vor Allem die menschliche Hand zu sein, welche neben dem Gesicht am deutlichsten durch ihre Bewegungsart die psychischen Zustände ausdrückt und dabei im Verhältniss zum Gesicht bei der verhältnissmässig einfachen Beschaffenheit der Gelenke eine experimentelle Untersuchung erlaubt. Durch diese allgemeinen Betrachtungen wird man auf das gleiche Problem geleitet wie bei der Erklärung des Gedankenlesens und bei der klinischen Beobachtung gewisser abnormer Bewegungserscheinungen.

Zu diesen psychiatrischen und psychologischen Motiven kam nun noch das praktische Bedürfniss der Nervenpathologie, welches ebenfalls zu der Forderung führt, die feineren Zittererscheinungen, die bei einer Reihe von Nervenkrankheiten vorkommen, genauer zu analysiren, als es bisher möglich war. Es handelt sich hier darum, bessere differential-diagnostische Kriterien zu gewinnen und besonders bei den sogenannten „funktionellen“ Nervenkrankheiten die zu Grunde liegenden Aenderungen in der Erregung der Nervensubstanz durch Studium der motorischen Entladungen zu erforschen (cfr. l. c. S. 573). Somit konzentrirten sich alle diese Ueberlegungen um die eine physiologisch-technische Aufgabe, ein möglichst feines Reagens auf die minimalsten Bewegungen speziell an der Hand des Lebenden zu schaffen.

Wenn es nun galt, diese feinsten Bewegungen der Hand entsprechend ihrem wirklichen Verlauf sichtbar zu machen und festzuhalten, ohne einzelne Komponenten auszuschalten, so waren wesentlich drei physikalische Gesichtspunkte festzuhalten:

1. Die einzelnen Bewegungen der Hand so zu zerlegen, dass die Exkursionen in den drei Dimensionen gesondert übertragen und zur Anschauung gebracht werden.

¹ s. C. LANGE, Ueber Gemüthsbewegungen. Uebers. von KURELLA 1887, S. 9. — LEHMANN, Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens. Uebersetzung von BENDIXEN 1892, S. 92, 138—141.

2. Die Reibung so zu vermindern, dass die allerfeinsten Bewegungen übertragen werden.
3. Die Exkursionen so zu multiplizieren, dass sie vom Auge des Beobachters leichter erfasst werden.

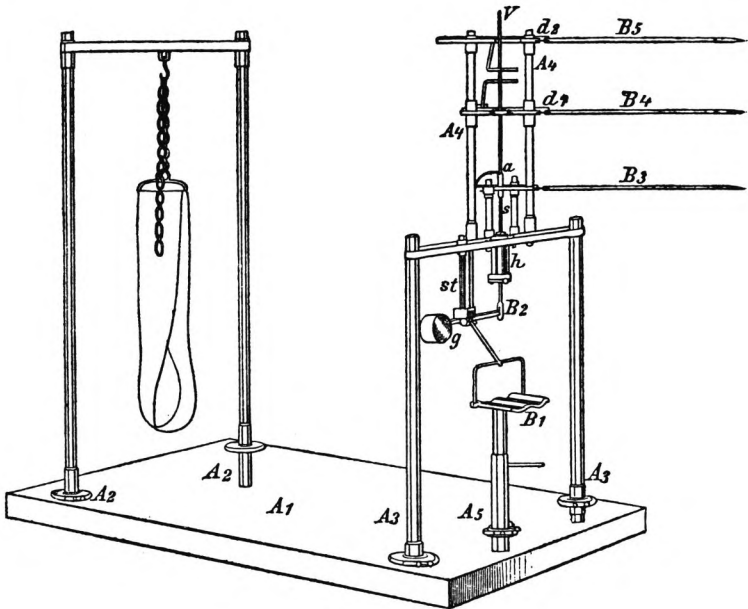
Vor Allem schien mir die dreidimensionale Analyse als erstes Erforderniss einer exakten Messung von Ausdrucksbewegungen, weil jede zweidimensionale Darstellung der komplizirten Bewegungen eines Lebenden die Ausschaltung einer Kraft- und Raum-Komponente bedeutet¹. An einem vertikal hängenden und bei dem Reiz in seiner Hauptachse zuckenden Froschmuskel mag die zweidimensionale Darstellung zur Noth genügen: Die Bewegungen eines von Willensimpulsen bewegten Gliedes gehen mit seltenen Ausnahmen nie in einer Ebene vor sich. Der Uebergang zum lebendigen Objekt bedingt hier eine komplizirtere Untersuchungsmethode. Nur eine dreidimensionale Methode kann diesem gerecht werden.

Der aus diesen Motiven nach vielfachen Versuchen und Aenderungen schliesslich hervorgegangene Apparat² hat folgende Bestandtheile: (cfr. Fig. 1).

¹ Erst nach Fertigstellung meines Apparates im Sommer 1895 habe ich durch Herrn Dr. ZWAARDEMAKER in Utrecht erfahren, dass Herr Dr. WERTHEIM SALOMONSON sich schon mit dem gleichen Problem der Zerlegung einer Bewegung in die drei Dimensionen beschäftigt und hierzu MAREY'sche Trommeln verwendet hat. S. sagt (s. Bijdrage tot de Kennis van het Beven, *Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde*, 1894, Deel I Nr. 1): Wij kunnen nog verder gaan, en drie trommels loodrecht op elkaar plaats. Hierdoor zou men elke beweging in de ruimte kunnen registreeren. Ich weise hiermit auf Herrn Dr. SALOMONSON als den früheren Erfinder in prinzipieller Beziehung hin. Die völlige Verschiedenheit in der Art der Lösung springt jedoch ins Auge. Zudem übertrifft der im Folgenden beschriebene Hebelapparat den SALOMONSON'schen an Empfindlichkeit beträchtlich.

² Meine Idee wurde zuerst von Herrn SCHMIDT, Mechaniker in Giessen, (Seltersweg) im Einzelnen ausgeführt. Der Apparat wurde dann von Herrn HEMPEL, dem Mechaniker der psychiatrischen Klinik in Giessen, verbessert, bis er schliesslich die gegenwärtige Gestalt bekam.

Bestellungen werden durch die psychiatrische Klinik in Giessen vermittelt.



Figur 1.

A. ein Stützgerüst

und zwar A_1 ein Bodenstück (aus Holz oder Eisen), welches fest auf der Unterlage (dem Tisch) aufruhet. Vorn und hinten ist an diesem Bodenstück je ein Träger (A_2 und A_3) angebracht. Der hintere davon ist höher als der vordere und dient als Träger einer Schlinge, in welcher der Arm des zu Untersuchenden hängt (s. Fig. 4). Der vordere Träger (A_3) hat einen Aufsatz (Gerüst) A_4 , an welchem die eigentlichen zur Uebertragung der Bewegungen bestimmten Apparate angebracht sind (cfr. B_3 — B_5). A_5 ist ein Stützapparat, auf welchem die kleine Platte zum Festlegen der Finger bis zum Beginn des Experimentes ruht.

B. Die eigentlichen Uebertragungsapparate.

B_1) Die kleine Platte, auf welcher die Finger ruhen. Um letztere an die Unterlage leicht anzudrücken, dient ein Gummiband. Die Platte bildet den Boden eines Steigbügels, welcher durch einen winklig gebogenen Stab vertikal über der Fingerplatte bei dem Punkt a mit einer Spitze leicht beweglich auf dem Stift s in einer Delle festgehängt ist. Bei a liegt der **Angelpunkt des ganzen Systems**. Dieser „Angelpunkt“ hat nach oben eine vertikale Verlängerung v und nach unten eine kleine Spitze. Diese ruht auf dem Stift (s), welcher in einer Hülse (h), durch den Querbalken des vorderen Trägers (A_3) durchgeführt ist und unter diesem mit

B_2), einem Aequilibrirungsapparat in Verbindung gesetzt ist. Dieser besteht aus einem zweiarmigen Hebel, der sich um das untere Ende eines Stabes (st) dreht, welcher von dem Querbalken des vorderen Trägers (A_3) nach unten ragt. Auf den einen Arm dieses Hebels drückt der Stift (s),

während am andern Arm verschieblich ein kleines Gewicht (g) angebracht ist. Dadurch kann die Fingerplatte B_1 , welche durch den Steigbügel im Punkt a durch den Stift s auf den einen Arm des Hebels drückt, in einer bestimmten Ausgangsstellung äquilibrirt werden. Um dem auf B_1 ruhenden Finger eine kleine Last zum Halten zu geben, kann auf der Gegenseite am andern Arm des Hebels der Druck etwas vermehrt werden, wenn man g weiter nach aussen schiebt und dadurch diesen Hebelarm verlängert.

B_3) der zweiarmige Hebel zur Uebertragung der Bewegung nach oben und unten und umgekehrt, d. h. des Druckes. Dieser Hebel hat seinen Drehpunkt ebenso wie die sub 4 und 5 zu nennenden in einem horizontal an das Gerüst A_4 nach vorn angefügten \square förmigen Bügel. Sein kurzer Arm ist unter dem Punkt a bzw. unter dem oberen Ende des Stiftes s in einen Schlitz dieses Stiftes, auf einer kleinen Rolle laufend, eingeschaltet, so dass dieser kurze Arm bei Senkung von a in Folge von Druck auf die Fingerplatte nach unten geht, während der längere Arm von B_3 nach oben ausschlägt.

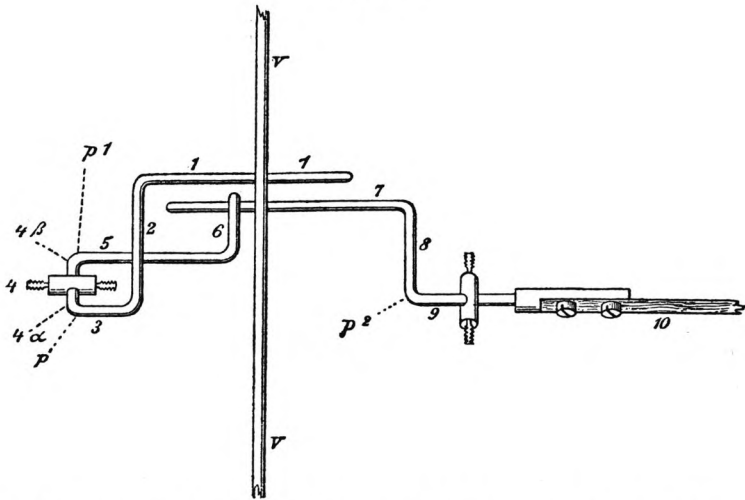
B_4) der zweiarmige Hebel zur Uebertragung der Bewegung nach rechts und links und umgekehrt, d. h. der seitlichen Schwankung. Dieser ist durch einen komplizirten Hilfshebel so mit der vertikalen Verlängerung v von a lose verbunden, dass bei seitlicher Bewegung von v um den Punkt a nach rechts oder links der lange Arm des Hebels B_4 nach unten bzw. nach oben geht.

B_5) der zweiarmige Hebel zur Uebertragung der Bewegung nach vorn und rückwärts d. h. des Stosses. Dieser ist entsprechend wie B_4 mit der vertikalen Verlängerung (v) von a durch einen komplizirten Hilfshebel so in Verbindung gesetzt, dass bei einer Drehung von v nach vorn um den Punkt a der kurze Arm von B_5 nach oben, der lange nach unten geht. Die Hilfshebel von B_4 und B_5 , welche auf dem Bild weniger deutlich ersichtlich sind, haben den Zweck die Drehung von v um a nach seitwärts und vorwärts so umzusetzen, dass die Hebel B_4 und B_5 sich in der gleichen Ebene mit B_3 bewegen, damit alle drei Bewegungen, obgleich sie aus den drei verschiedenen Dimensionen kommen, gleichzeitig auf einer rotirenden Trommel aufgezeichnet werden können. Diese Hilfshebel zu B_4 und B_5 , welche mit B_3 den mechanischen Kern der ganzen Konstruktion bilden, sind folgendermaassen konstruirt und angeordnet.

(Figur 2 siehe nächste Seite.)

An der Verlängerung v ruht an der rechten Seite (von vorn gesehen) der obere horizontale Ast 1 eines in der Form von \lrcorner gebogenen Aluminiumstabes, welcher in einer vertikalen nach vorn gerichteten Ebene (Medianebene) liegt. Bei dem Punkt p ist an dieses Stück ein zweiter in Gestalt von \lrcorner gebogener Stab angesetzt (4, 5, 6). Dieses Stück liegt in einer Horizontalebene, so, dass 5 nach vorn, parallel zu 1, jedoch in einer weiter nach rechts (von vorn gesehen) gelegenen Vertikalebene sich befindet, während 4 und 6 quer laufen d. h. mit Ast 5 zusammen eine zur Ebene von 1, 2, 3 rechtwinklig stehenden Horizontalebene bestimmen. Der Ast 4 hat nun in der Mitte einen Drehpunkt, welcher an der Rückseite des

Figur 2.



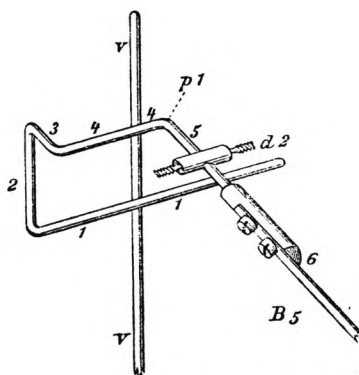
Figur 2. Hilfshebel von B_4 . Ansicht von links oben (von vorn gerechnet).

oben beschriebenen Gerüsts (A_4) liegt, ist also ein zweiarmiger Hebel mit den Enden p und p_1 und den Armen 4α und 4β .

Der Ast 6 ruht ohne feste Verbindung auf dem von hinten nach vorn gerichteten Ast 7 eines Γ förmigen Stückes (7, 8), welches bei p_2 an das Ende des kurzen Armes des Hebels B_4 befestigt ist. 8 liegt also parallel zu 4 und 6, also quer von rechts nach links in einer Horizontalebene. Somit liegen die Horizontalebenen 4, 5, 6 und 7, 8 dicht übereinander und decken sich fast. Das Gewicht des längeren Armes des Hebels B_4 , welcher sich in d_1 (cfr. Fig. 1) in einer vertikalen Ebene (Medianebene) dreht, überträgt sich durch 9, 8, 7 zunächst auf 6. Der Ast 7 drückt also ungefähr mit der Last des Hebelarmes 10 von unten auf 6. Das Stück 4β , welches in starrer Verbindung mit 5 und 6 steht, bzw. der Punkt p_1 , erhält dadurch eine geringe Tendenz, sich um die Mitte von 4 nach oben zu drehen, dementsprechend würde sich p nach unten bewegen und Ast 1, welcher durch 2 und 3 mit 4α in starrer Verbindung steht, etwas nach links (von vorn gesehen) von der Ausgangsstellung abweichen, so dass die Ebene 1, 2, 3 aus der vertikalen in eine zu dieser spitzwinklig geneigten übergeführt würde. Nun liegt Ast 1 der Verlängerung v (von vorn gesehen) an der rechten Seite an. Es würde also die geringe Last des Armes 10 (längerer Arm des Hebels B_4) sich als seitlicher Druck (von rechts) auf v übertragen und dieses nach links drücken bzw. nach links um a drehen. Diese Last, welche bei der Haltung der Finger überwunden werden muss, ist aber ganz verschwindend und wird durch die bei Haltung und Bewegung der Finger aktiven Kräfte leicht überwunden.

Wir verfolgen nun die Bewegungen von B_4 im Einzelnen:

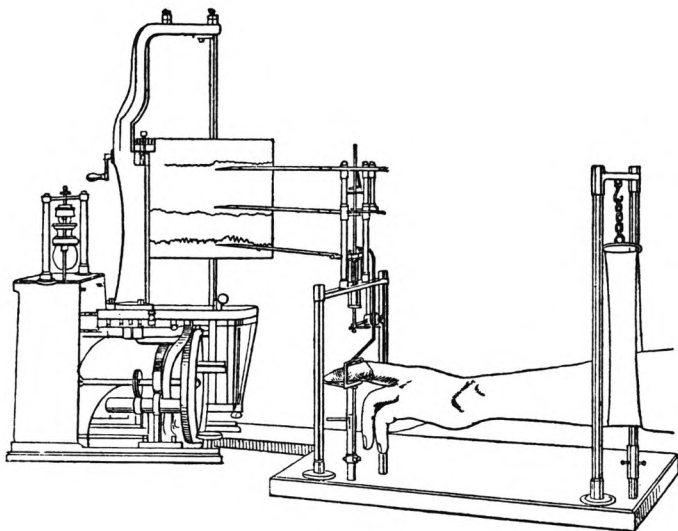
Gehen die Finger mit der Fingerplatte B_1 nach rechts (von vorn gesehen) so dreht sich v um a nach links. Dieser Bewegung folgt Ast 1 vermöge der auf ihn übertragenen geringen Last des Armes 10. Punkt p geht nach unten, p_1 nach oben, ebenso Ast 6 und ihm folgend Ast 7, welchem p_2 , die Spitze des kurzen Armes von B_4 nach oben folgt. Dementsprechend geht die Spitze s von B_4 nach unten, d. h. bei Bewegung der Finger nach rechts (von vorn gesehen) oder nach links von der untersuchten Person aus giebt der Hebel B_4 einen Ausschlag nach unten, entsprechend bei Bewegung der Finger nach links (von vorn gesehen) einen Ausschlag nach oben.



Figur 3. Hilfshebel von B_5 . Ansicht von vorn oben.

Vor der Verlängerung v liegt horizontal der Ast 1 eines $2 \perp_1$ gebogenen Stückes, dessen Ast 2 vertikal steht, ohne feste Verbindung an, 1 und 2 bestimmen eine von rechts nach links gerichtete Vertikalebene (Frontalebene). An dieses Stück ist ein in horizontaler Ebene liegendes $3 \perp_4$ förmiges Stück (3 und 4) angesetzt. Davon geht 3 von hinten nach vorn, 4 von links nach rechts. 4 liegt also parallel zu 1, aber weiter nach vorn ohne Fühlung mit v . Bei p_1 , welches mit v in einer Medianebene liegt, steht dieses Stück (3, 4) in starrer Verbindung mit dem Ende des kurzen Hebelarmes von B_5 , welcher sich bei d (Figur 1) in einer Vertikalebene dreht. 3, 4, 5, 6 liegen also in einer Horizontalebene, in welcher 3, 5, 6 nach vorn, 4 von links nach rechts gerichtet ist. Es ist ersichtlich, dass die leichte Last von 6 (längere Arm von B_5) als ganz minimaler Druck durch 1 auf die Vorderseite von v übertragen wird.

Die Vermittelung der Bewegungen geschieht nun in folgender Weise. Bewegen sich die Finger mit B_1 (cfr. Fig. 1) nach vorn, so dreht sich v um a nach rückwärts. Vermöge der auf 1 übertragenen kleinen Last des längeren Armes von B_5 folgt 1, 1 und p_1 gehen nach oben, die Spitze des längeren Armes von B_5 nach unten, d. h. der Hebel B_5 macht bei Stoss der Finger nach vorn einen Ausschlag nach unten, beim Zurückziehen einen Ausschlag nach oben.



Figur 4.

Der Apparat wird nun folgendermassen in Anwendung gebracht (cfr. Fig 4 u. 1). Ein Arm der Versuchsperson wird in eine Schlinge gehängt, welche zwischen dem \square Träger A_2 angebracht ist. Ein Finger (Zeigefinger) oder zwei Finger (Zeige- und Mittelfinger) ruhen auf der Fingerplatte B_1 , an welche sie durch ein leichtes Gummiband etwas eingedrückt werden. Nun wird die Stütze A_5 herunterbewegt, so dass B_1 , welches durch g äquilibrirt ist, frei schwebt. Bewegen sich jetzt die Finger nach unten, so wird diese Bewegung durch den Steigbügel auf den Punkt a übertragen, dieser drückt auf den Stift s , welcher vertikal nach unten geht und dabei den kurzen Arm des Hebels B_3 mitnimmt. Der lange Arm von B_3 geht mit der Spitze (Schreibfeder) nach oben, wenn der Finger nach unten geht und umgekehrt.

Wenn man die Abweichung von dem Ausgangsniveau von B_3 nach oben und unten mit $+$ und $-$ bezeichnet, so ist also $B_3 + =$ Senkung des Fingers, $B_3 - =$ Hebung des Fingers. Da der Stift s in dem Gehäuse h auf kleinen Rollen geleitet und B_1 durch g äquilibrirt ist, so werden in der That die feinsten Schwankungen des Druckes übertragen.

Nehmen wir nun an, dass die Finger in die Ausgangsstellung zurückgekehrt eine rein seitliche Bewegung nach rechts

machen, so dreht sich v nach links um den Punkt a , der selbst gar keine oder eine ganz verschwindende Bewegung macht. Durch den beschriebenen Hilfshebel wird diese Linksdrehung von v auf den Hebel B_4 , der sich in gleicher Ebene mit B_3 dreht, übertragen. Somit ist auf der Kurve B_4 $+$ = Bewegung der Finger nach rechts vom Untersuchten aus, B_4 $-$ = Bewegung der Finger nach links vom Untersuchten aus. Widerstand leistet nur das verschwindende Gewicht des Hebels.

Nehmen wir drittens an, dass die Finger nach Rückkehr in die Ausgangsstellung sich nach vorn bewegen, so dreht sich v nach vorn um den Punkt a , welcher wiederum gar keine oder eine verschwindende Bewegung macht.

Durch den Hilfshebel wird diese Bewegung in die gleiche Ebene mit B_3 und B_4 übergeführt. Es bedeutet:

B_5 $+$ = Zurückziehung der Finger.

B_5 $-$ = Vorwärtsbewegung der Finger (Stoss).

Auch hier ist nur ein verschwindender Widerstand zu überwinden.

Nimmt man nun an, dass die Finger komplizierte Bewegungen machen, so ist ersichtlich, dass dieselben nach den 3 Raum-Komponenten (Höhe, Breite, Länge) gesondert übertragen und dargestellt werden genau so, als wenn sie isolirt nach einander in diesen 3 Dimensionen ausgeführt würden. Denn vermöge der Stellung des Punktes a in dem gesamten System von Hebeln stört die Uebertragung der Bewegung in einer Raum-Komponente die in der anderen gar nicht, so dass gegenseitige Abschwächung oder Verstärkung der Bewegungs-Tendenzen nicht eintritt.

Man kann somit auch sehr komplizierte Bewegungen mit diesem Apparat graphisch festhalten, um hinterher einen Rückschluss auf die Succession von Bewegungsmomenten und auf die Haltung der Finger in jedem Augenblick des Ablaufes zu machen. Dass die Widerstände in dem ganzen System ausserordentlich geringe sind, ist aus der Beschreibung ersichtlich. Die Multiplikation der feinsten Bewegungen geschieht in Folge der Anbringung des Schreibapparats an den längeren Hebelarmen von $B_3, 4, 5$.

Somit sind die oben angeführten prinzipiellen Erfordernisse für die Uebertragung und Analyse der feinsten Bewegungen an den Händen des Lebenden erfüllt.

II.

Es hat sich nun in Bezug auf die Verwendbarkeit des beschriebenen Apparates zu physiologischen, psychophysiologischen, psychopathologischen und nervenpathologischen Zwecken Folgendes herausgestellt: Zunächst ist er geeignet, um die „Haltung“ der Finger und der Hand im normalen Zustand, und die Abweichungen von der ruhigen Haltung, die schon physiologischer Weise durch Ermüdung und andere Einflüsse bedingt sind, zu studiren. Ferner zeigt er sich als ein gutes Hilfsmittel zur Differenzirung der verschiedenen Arten von Tremor, welche bei bestimmten Nervenkrankheiten (Alkohol-Neurosen, Hysterie, Paralysis agitans u. s. w.) vorkommen. Ebenso lässt er sich in manchen Fällen zur Differentialdiagnose gewisser Geisteskrankheiten (Epilepsie, „hysterische“ Melancholie, Schwachsinnformen etc.) verwerthen, wozu er z. B. auch bei Gelegenheit von Gutachten von mir benutzt worden ist.

Schliesslich ist es in psychophysiologischer Richtung im Sinne der obigen Ausführungen über die Ausdrucksbewegungen bei dem sogenannten Gedankenlesen gelungen, in einigen Fällen experimentell das Vorhandensein und die Wirksamkeit derselben zu beweisen und aus ihrem Erscheinen das Eintreten eines bestimmten geistigen Vorganges als Reaktion auf einen äusseren Reiz zu erschliessen.

Ich werde die Verwendbarkeit dieser Bewegungs-Analysen bei bestimmten nervenpathologischen und psychiatrischen Fällen an anderer Stelle ausführlicher darlegen und beschränke mich hier darauf, einige Beispiele über die Erscheinungen der normalen Haltung und der unwillkürlichen Ausdrucksbewegungen zu geben.

Beide Themata hängen eng mit einander zusammen. Das genaue Studium der normalen Haltung eines Individuums ist nämlich die Voraussetzung dazu, um die feineren Ausschläge an den Kurven zu finden, welche eine Besonderheit des inneren Zustandes verrathen und im obigen Sinne zum Gedankenlesen verwendet werden können. Man kann z. B. nicht ohne Weiteres eine bestimmte Bewegungserscheinung herausheben, welche bei allen Individuen gleichmässig als Kriterium für eine Art von inneren Vorgängen gelten könnte, sondern muss zunächst jedes Individuum als einen eigenthümlichen physiologisch-motorischen Apparat betrachten, dessen normale Innervationsart erst er-

forscht werden muss, bevor man über seine psychomotorischen Ausdrücke bei bestimmten inneren Zuständen etwas aussagen kann.

Ich gebe nun mehrere Belege für das Auftreten von Ausdrucksbewegungen. Die Anordnung des Experimentes ist folgende:

Man lässt eine Person aus einer Anzahl (am besten 2—4) von Worten, welche man ihr in gesprochener oder geschriebener Form bietet, eins auswählen, welches sie innerlich festhalten muss. Dabei liegt die Hand in der aus Figur 4 (s. S. 284) ersichtlichen Weise auf dem Apparat. Nun wird zunächst durch Senkung der Stütze A_5 die Platte B_1 mit der darauf ruhenden Hand in freie Schwebelage gebracht. Nachdem nun die Trommel unter Berührung mit den Schreibhebeln $B_3—5$ in Bewegung gesetzt ist, spricht man die vorher zur Auswahl gegebenen Zahlen oder Worte in beliebiger und öfter veränderter Reihenfolge, welche vorher notiert werden kann, mehrfach vor. Bei dem Aussprechen der einzelnen Reizworte drückt man jedesmal auf einen Morsetaster, welcher einen Strom schliesst, der einen elektromotorisch bewegten Schreibhebel in Tätigkeit setzt. Dieser ist möglichst genau über den Hebeln $B_3—5$ angebracht und deutet jedes Reizwort durch einen kleinen Ausschlag an der Trommel an.

Die Aufgabe besteht nun darin, zu sehen, ob nach einem bestimmten Reizwort, dessen Zugehörigkeit zu einem Signalzeichen aus der vorher festgesetzten Reihenfolge und der Zahl der Zeichen leicht festgestellt werden kann, in den drei Kurven sich auffallende Bewegungen andeuten, welche von dem Typus der gewöhnlichen Haltung des betreffenden Individuums abweichen.

So ist es z. B. in den folgenden Fällen möglich gewesen, aus den Ausschlägen, welche im Gegensatz zu dem Charakter der Kurve bei gewöhnlicher Haltung erfolgten, einen Schluss auf die Zahl oder das Wort zu machen, welches die betreffende Versuchsperson gemerkt hatte.

Am einfachsten zu diagnostizieren sind diese psychomotorischen Bewegungen in den Fällen, wo bei einer im Allgemeinen ruhigen Haltung sehr lebhaftere Reaktionen auftreten.

Versuch I. Dr. A. 8. VII. 96.

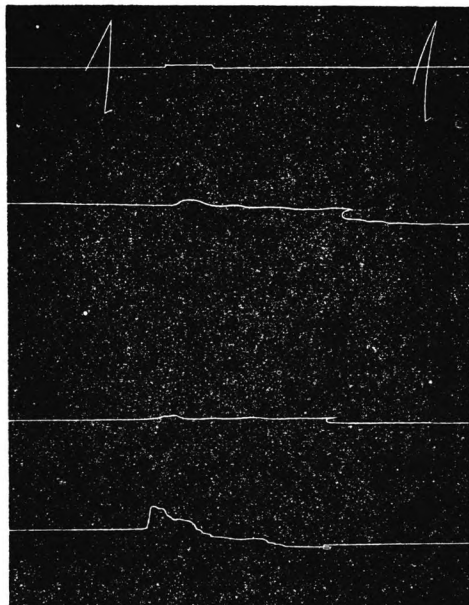
Wahlworte: 1, 6.

Reihenfolge der Reizworte: 6, [1, 1,] 6, 1, 6, 6, [1], 1.

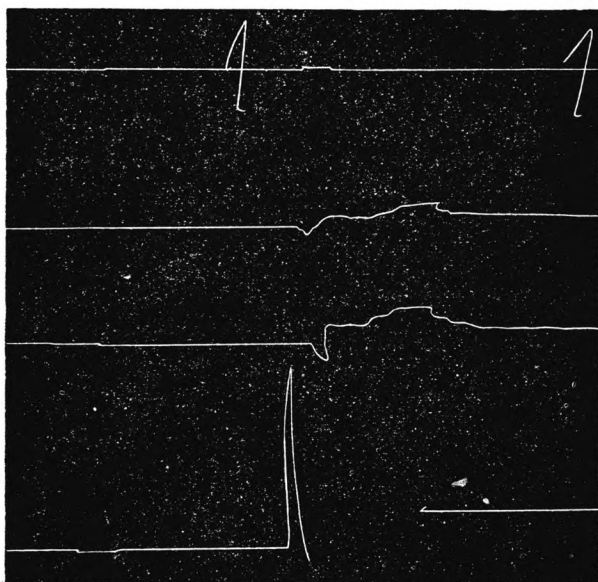
Die 1. Kurve (Figur 5a) betrifft Reiz Nr. 2 und 3, die 2.

(Figur 5b) betrifft Reiz Nr. 8. Die Kurve ist von links nach rechts zu lesen.

Gemerkt war 1, geschlossen wurde auf 1.

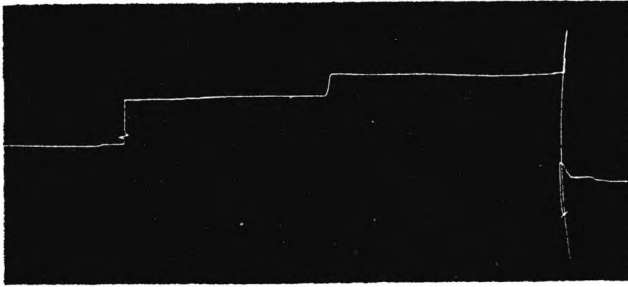


Figur 5a.



Figur 5b.

Analyse: An der obersten Linie sind die Momente des Reizes durch kleine Ausschläge, welche durch Druck auf den Morsetaster beim Aussprechen des Reizwortes elektromotorisch ausgelöst sind, angedeutet. Es zeigt sich nun an den drei Linien Folgendes: Die unterste Linie (Druck) zeigt im Allgemeinen eine feste Haltung. Manchmal wechselt A, was auf anderen Theilen des Kurven-Blattes ersichtlich ist, plötzlich die Lage, indem er ruckweise die Finger bzw. die Hand senkt, und auf dem neuen Niveau verharret, wodurch die folgende Etagenform



Figur 5c.

der Druck-Kurve zu Stande kommt (s. Figur 5c). Diese Niveauschwankungen haben keine ersichtliche Beziehung zu den Reizworten und führen keine Zittererscheinungen nach sich. Auf diese Art des Ausschlages ist also auch dann kein Gewicht zu legen, selbst wenn dieser kurz nach einem Reizwort auftritt. Nur zweimal wird dieser Typus (ruhige Haltung mit plötzlichem Niveau-Wechsel) deutlich durch Reaktionen auf Reizworte unterbrochen (cfr. Figur 5a und 5b), beide Male nach dem Wort 1, während 3 andere Male auf den Reiz 1 kein Ausschlag erfolgt. Die erste (Figur 5a) Reaktion tritt auf in Gestalt einer plötzlichen Hebung (Senkung der Hand), von welcher die Kurve mit einer Anzahl leichter Zitterbewegungen langsam abfällt, bis ein tieferes Niveau erreicht ist, d. h. die Finger wieder etwas gehoben sind. Diese Zittererscheinungen sind sehr bemerkenswerth, weil sie in direktem Gegensatz zu der im Uebrigen vorhandenen völligen Geradlinigkeit der Kurve (abgesehen von dem plötzlichen Niveauwechsel) stehen.

Die zweite Reaktion in der Drucklinie (Figur 5 b) tritt in Gestalt eines sehr hohen spitzwinkligen Ausschlages auf, von welchem sofort ein tiefer Abfall erfolgt (wodurch leider die Feder einige Momente unter den unteren Rand der Trommel geriet). Bei dem Wiedereinsetzen zeigt sich das Niveau bedeutend gehoben, d. h. ist die Hand wieder gesunken.

Entsprechende Ausschläge finden sich in der Kurve der seitlichen Schwankung und des Stosses als Reaktion auf das Reizwort 1. Die erste Reaktion in der mittleren Linie (s. Fig. 5 a), welche als individuellen Typus völlige Geradlinigkeit mit leichten Niveauänderungen zeigt, besteht in einer leichten Welle nach oben, d. h. Bewegung der Hand nach rechts. Die zweite (cfr. Figur 5 b) in einer plötzlichen Senkung (Bewegung der Hand nach links) dann in einer steilen Hebung, gefolgt von leichten ataktischen und Zitterbewegungen, worauf die Kurve der seitlichen Schwankung in einem etwas gehobenen Niveau weiter geht. Die erste Reaktion in der Kurve des Stosses (cfr. obere Linie), die eine sehr ruhige Haltung mit leichten Niveauänderungen zeigt, besteht in einer sanften Welle, welcher zwei weitere ganz leicht angedeutete folgen, die zweite (Figur 5 b) in einem stumpfwinkligen Ausschlag nach unten (Stoss, mit allmählichem Zurückziehen), gefolgt von einem ataktischen Ansteigen des Niveaus (langsameres intermittirendes Zurückziehen).

Es ergeben sich also hier bei einem durch alle Kurven hervortretenden Typus (ruhige Haltung mit plötzlichem Niveauwechsel) bei 9 Reizen nur zweimal deutliche Reaktionen. Diese sind in allen drei Dimensionen deutlich erkennbar und erfolgen beide Male auf das Reizwort 1. Diese aus der Kurve erschlossene Zahl war die gemerkte.

Versuch II. Privatdozent R. 30. Sept. 1895.

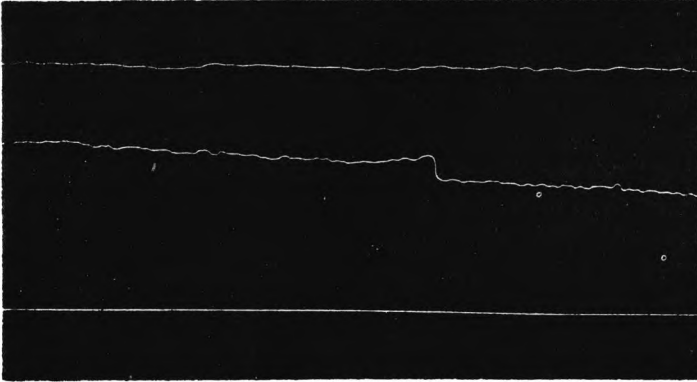
Rechte Hand.

Wahlworte: 1, 4, 6, 9.

Reihenfolge der Reizworte: 1, 4, [9, 6], 1, 4, 9, 6, 1, 4, 9, 6.

Kurve betrifft Nr. 3 und 4 der Reizworte.

Gemerkt war 9. Geschlossen wurde auf 9.
Diese Kurve ist von rechts nach links zu lesen.



Figur 6.

Analyse: 1) Die unterste Linie (Druck) ist eine fast völlig gerade, was bei der damaligen Konstruktion des Apparates (Sept. 1895) zum Theil durch mechanische Mängel, also zu geringe Empfindlichkeit in der Druckkomponente bedingt war. Jedenfalls liess sich diese Komponente nicht verwerthen.

2) Die mittlere Linie (seitliche Schwankung, zeigt eine grosse Menge kleiner Stösse, welche nicht als Reaktion auf die Reizworte erschien sondern als ein individuell bemerkenswerther Tremor. Gleichzeitig macht sich eine ganz allmähliche Hebung (= Bewegung nach rechts vom Untersuchten aus) bemerkbar. Beide Erscheinungen bilden zusammen die generelle Charakteristik der Haltung in Bezug auf die Kurve der seitlichen Schwankung. Nun zeigt sich kurz nach dem 3 Reiz (Reizwort neun) eine plötzliche rasche Hebung von fast $\frac{1}{2}$ cm Höhe, d. h. eine lebhafte Zuckung der Hand nach rechts, in der gleichen Richtung, in welcher die Hand während des Versuches allmählich abweicht. Dies ist die einzige vom Typus der Gesamtkurve abweichende Erscheinung. Nach dem gleichen Reizwort 9 zeigen sich bei dem 7. und 11. Reiz keine entsprechenden Ausschläge.

3) Die oberste Linie (Stoss) zeigt eine grosse Menge von niedrigen Wellen, welche flacher sind und langsamer verlaufen als die seitlichen Schwankungen. Sie stehen in keiner Beziehung

zu den Reizworten und gehören zur individuellen Charakteristik der Kurve. Es ist somit auf dem ganzen Blatt nur eine, aber sehr auffallende Erscheinung in der Kurve der seitlichen Schwankung vorhanden, welche als Reaktion auf das Reizwort 9 erscheint. In der That war die vom Experimentirenden erschlossene Zahl 9 die gemerkte.

Viel schwieriger wird die Analyse in den Fällen, in welchen schon die normale Haltung auffallende Erscheinungen (Niveauwechsel, Zitterbewegungen etc.) bietet, besonders wenn man Reizworte wählt, die durch ihren Vorstellungsinhalt die Versuchsperson intensiver beschäftigen als die in Bezug auf die Affekte indifferenten Zahlworte. Als Beispiel gebe ich einige Experimente mit Farbenworten, bezw. farbigen Karten, welche mit dem ROEMER'schen Apparat sichtbar gemacht wurden.¹

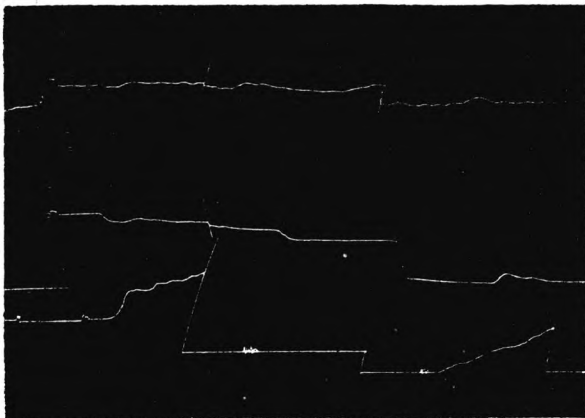
Versuch III. Dr. A. 14. VII. 96.

Wahlfarben: gelb, blau, roth, grün.

Reihenfolge der farbigen Karten: *ge, bl, r, gr, r, bl, ge, [gr, bl, gr], ge, r.*

Die Kurve bezieht sich auf 8—10.

Gemerkt war: grün. Geschlossen wurde auf grün.



Figur 7.

¹ E. ROEMER, Beitrag zur Bestimmung zusammengesetzter Reaktionszeiten, in den *Psychologischen Arbeiten*, herausgegeben von KRAEPELIN, I. Bd., 4. Heft, S. 572.

Analyse: Die Momente des Reizes sind durch die kleinen spitzwinkligen Ausschläge in der unteren Linie in Folge Erschütterung bei dem Auslösen des Apparates markirt. Die eigentliche Markirungslinie ist weggelassen. Unabhängig von den Reizen zeigen sich in allen drei Linien plötzliche Niveauänderungen, besonders am Anfang der mittleren und oberen Linie genau wie in der von dem gleichen Individuum stammenden Kurve Figur 5. Diese gehören zur individuellen Charakteristik und sind nicht mit Reaktionen zu verwechseln. Im Uebrigen zeigt die Linie des Druckes eine ausgezeichnet ruhige Haltung, ebenso die der seitlichen Schwankung.

Nun zeigt die Drucklinie zwei höchst auffallende Erscheinungen, beide nach dem Reiz grün (8. und 10. Reiz). Es erscheint nämlich beide Male eine ataktisch schwankende mit zahlreichen kleinen Zitterbewegungen einhergehende Hebung der Kurve, welche dann durch einen heftigen Ruck unterbrochen wird, der das Niveau wieder sehr vertieft (allmähliche Senkung, dann plötzliche Hebung der Hand). Beide Erscheinungen stimmen in ihrer Art völlig überein, weichen von dem Durchschnittstypus der Linie völlig ab und erfolgen beide Male auf den Reiz grün. Auch bei dem erstmaligen Erscheinen dieses Reizes erfolgt, wie auf dem ersten (nicht wiedergegebenen) Theil des Kurvenblattes ersichtlich ist, schon eine ähnliche Reaktion, die aber etwas zu lange nach dem Reiz eingetreten war, als dass man sie bei einmaligem Auftreten hätte als Reaktion auffassen können. Es erfolgt also unter 12 Reizen, bei dem dreimaligen Erscheinen von grün, jedesmal eine Reaktion durch Senkung der Hand, während eine Reaktion auf einen anderen Reiz in dieser Linie, abgesehen von einer leichten wahrscheinlich zufälligen Niveauverschiebung nach „blau“ in keiner Weise zu bemerken ist.

Die Erscheinungen an der Drucklinie deuteten also auf grün als die gemerkte Farbe.

Viel schwieriger sind die Erscheinungen an den anderen Linien zu beurtheilen. Es zeigen sich nämlich an der mittleren Linie (seitliche Schwankung), welche im Allgemeinen geradlinig ist, mehrfach nach den Reizen Ausschläge und zwar Wellen nach unten und oben und zwar nach Reiz 1 gelb, Reiz 2 blau, Reiz 3 roth, Reiz 4 grün, Reiz 8 grün, Reiz 9 blau, Reiz 10 grün, Reiz 11 gelb, Reiz 12 roth d. h. es treten als Re-

aktion auf fast alle Farbenreize leichte seitliche Schwankungen ein. Da diese Erscheinung bei dem betr. Individuum nach Vorsagen von Zahlen fehlt, liegt der Schluss nahe, dass dasselbe auf die Qualität der durch den Reiz erweckten Vorstellung d. h. auf Farben überhaupt leicht durch feine Zuckungen (speziell seitliche Schwankungen) reagiert. Andererseits ist erkennbar, dass diese Reaktion auf grün bei dreimaligem Reiz regelmässig erfolgt, während roth, blau, gelb nur zwei Mal Reaktionen nach sich ziehen.

Auch bei der oberen Linie (Stoss) zeigte sich, abgesehen von leichten Zittererscheinungen, welche zum Typus der Kurve gehören, mehrfach Reaktionen auf Reize nämlich auf Reiz 2 blau, Reiz 3 roth, Reiz 4 grün, Reiz 7 gelb, Reiz 8 grün (leichte Senkung), Reiz 10 grün (leichte Hebung) Reiz 11 gelb. Darunter ist grün 3 mal, gelb 2 mal, roth und blau einmal vertreten.

Eine Koinzidenz von Bewegungen in den drei Dimensionen ist nur auf den Reiz grün vorhanden und zwar jedesmal, bei im Ganzen dreimaliger Anwendung dieses Reizes. Es wurde demnach geschlossen,

- 1) dass *A* bei diesem Versuch im Allgemeinen auf Farbenreize bzw. die ausgelösten Vorstellungen leicht reagiert und zwar am meisten durch seitliche Schwankung.
- 2) Im Hinblick auf die Reaktionen in der Druck-Linie, dass grün die gemerkte Farbe sei. Die Lösung ad 2 stimmte. Durch die Beobachtung ad 1 ergibt sich ein neues interessantes Problem, ob nämlich bestimmte Vortellungs-Inhalte mit bestimmten Bewegungen verknüpft sind.

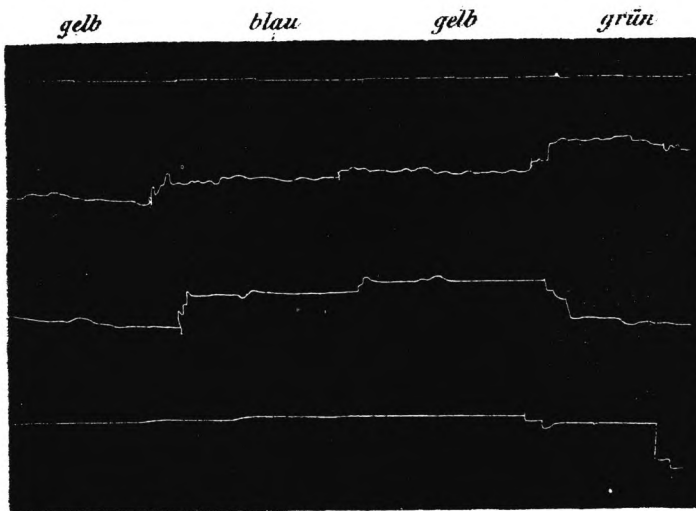
Versuch III. Mechaniker H. 15. VII, 96.

Wahlfarben: blau, roth, grün, gelb.

Reihenfolge der farbigen Kanten: *r*, *ge*, *bl*, *gr*, *gr*, *r*, [*ge*, *bl*, *ge*, *gr*], *r*, *bl*.

Kurve betrifft Nr. 7—10 der Reizworte.

Gemerkt war gelb, geschlossen wurde auf gelb.



Figur 8.

Analyse: Die Linie des Druckes zeigt im ganzen ersten Theil der Kurve (auf der Figur nicht mit dargestellt) ohne Beziehung zu den Reizen als durchgehende Eigenschaft eine allmähliche Steigung mit plötzlicher Senkung (d. h. allmähliches Senken mit plötzlichen Hebungen der Hand). Auf die Reize Nr. 1 roth, Nr. 3 blau, Nr. 4 grün zeigen sich einige etwas raschere Hebungen (Senkung der Hand). Nach dem 6. Reiz wird die Drucklinie ausserordentlich ruhig und ist auf dem abgebildeten Stück (Reiz 7—10) fast geradlinig. Es ist also im Ablauf des Versuches allmählich erst eine feste Haltung in der Drucklinie aufgetreten. Die Erscheinungen an dieser lassen sich in keiner Weise zum Erschliessen des gemerkten Wortes verwenden.

Die mittlere Linie zeigt unabhängig von den Reizen öfter leichte Schwankungen. Bemerkenswerth ist, dass einige Male nach den Reizen Nr. 5 grün und 6 roth diese Wellen verschwinden und die Kurve geradlinig wird. Es tritt also hier nach dem Reiz im Gegensatz zu den leichten Wellen, welche die individuelle Charakteristik der Kurve ausmachen, eine Haltung auf, die man vielleicht als Ausdruck der Aufmerksamkeit auffassen kann.

Abgesehen von diesen Erscheinungen zeigen sich nun aber (cfr. die Figur 8) 2 sehr auffallende Niveau-Schwankungen, die

erste etwas verspätet nach dem Reiz 7 (gelb) in Gestalt einer plötzlichen von Zittererscheinungen unterbrochenen Hebung (Bewegung der Finger nach rechts), die zweite ebenfalls verspätet nach dem Reiz 9 (gelb) in Gestalt einer raschen von einigen Stillständen unterbrochenen Senkung (Bewegung nach links). Diese Erscheinungen fallen aus dem Typus der Kurve völlig heraus und sind auch von dem Stillstand, der sich nach andern Reizworten bemerklich macht, völlig zu unterscheiden. Beide male treten sie nach dem Reiz gelb auf.

Die obere Linie (Stoss) zeigt vielfach ohne Beziehung auf die Farbenreize Zittererscheinungen (Stoss-Tremor). Sehr bemerkenswerth ist, dass mehrfach, nach verschiedenen Reizen (cfr. Nr. 5 grün, 6 roth, 7 gelb, 8 blau, 9 gelb, 11 roth) dieses Zittern für kurze Zeit aufhört oder geringer wird. Im Gegensatz zu dem Stoss-Tremor, welcher die generelle Charakteristik der Kurve bildet, zeigen sich also mehrfach nach den Farbenreizen eigenthümliche Haltungen, wie es schon in geringerem Maasse bei der Kurve der seitlichen Schwankung bemerkt war.

Im Widerspruch zu den typischen Zittererscheinungen und den mehrfach als Reaktion auf die Farbenreize auftretenden Haltungen zeigen sich nun nach Reiz 7 (gelb) und 9 (gelb) genau korrespondirend mit den lebhaften seitlichen Bewegungen (cfr. die mittlere Linie) starke Niveau-Schwankungen, von denen die erste genau wie die unter ihr ersichtliche seitliche Schwankung mit Zittererscheinungen einhergeht. Diese Erscheinungen heben sich also als etwas Besonderes aus den andern Bewegungsvorgängen in dieser Dimension heraus und treten beide Male wie die korrespondirenden Niveau-Schwankungen der mittleren Linie etwas verspätet auf den Reiz gelb auf. Die aus diesen Erscheinungen erschlossene Farbe gelb war in der That die gemerkte. —

Aus den vorstehenden Mittheilungen ist ersichtlich, dass die experimentelle Darstellung von Ausdrucksbewegungen mit dem beschriebenen Apparat möglich ist, dass jedoch im einzelnen Fall die Deutung der Kurve grosse Mühe verursacht und nur nach einem sehr sorgfältigen Studium der normalen Haltung gelingen kann.

Sobald man das Problem des sogenannten Gedankenlesens aus dem heiteren Gebiet des Spieles und der Salon-Unterhaltung heraushebt und diese Erscheinungen zu einem Gegenstand der

Analyse und Messung macht, zeigen sich alsbald sehr ernsthafte Schwierigkeiten, die eine Reihe von Voruntersuchungen über die normale Haltung und deren physiologische Veränderungen bedingen. Wer in diesen Dingen nichts als ein Spiel sieht und möglichst rasch verblüffende Resultate haben will, möge seine Hände von diesen Untersuchungen fern halten, denn der häufige Misserfolg und die grosse Mühe, die erforderlich ist, um eine einzige Kurve zu analysiren, wird ihn bald abschrecken. Andererseits scheint mir die Hoffnung gerechtfertigt, dass es auf dem betretenen Wege gelingen wird, eine Reihe von motorischen Begleiterscheinungen psychischer Vorgänge aufzudecken und beweisbar zu machen.

Ich betrachte die mitgetheilten Kurven nur als einen bescheidenen Anfang des experimentellen Studiums auf dem ausichtsreichen Gebiet des psychomotorischen Ausdruckes.