Die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit.

Von

Julius Merkel.

Einleitung.

Die experimentellen Untersuchungen, welche sich das nähere Studium der zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit zur Aufgabe gestellt haben, suchen die Zeit zu ermitteln, welche die Auslösung eines Willensimpulses erfordert. Bei allen Versuchen, wo es gilt, nach Apperception oder vollzogener Unterscheidung irgend eines Eindruckes eine Reaction auszuführen, ist eine Willenszeit vorhanden, welche jedoch, wenn die Reactionsweise vorher bekannt ist, sehr kurz, ja verschwindend klein ausfallen kann, jedenfalls aber einer exacten Messung sich entzieht. Wird jedoch die Reaction von dem empfangenen Eindrucke selbst abhängig gemacht, so wird hierdurch allerdings erreicht, dass der Willensimpuls erst nach vollendeter Unterscheidung erfolge, allein es werden gleichzeitig gewisse Zeiträume in den psychophysischen Act eingeschoben, in denen die Auswahl der Reactionsbewegung erfolgt.

Die ersten Versuche, welche eine getrennte Bestimmung der Unterscheidungs- und Wahlzeiten geben sollten, sind von Donders[1]) und seinem Schüler de Jaager[2]) ausgeführt worden. Hinsichtlich einer eingehenderen Darstellung und Kritik derselben auf die Aus-

1) Donders, Archiv für Anatomie und Physiologie, 1868, S. 657 f.

2) de Jaager, De physiologische Tijd bij psychische Processen. Utrecht 1865.

führungen des Herrn Prof. Wundt[1]) in der 2. Auflage der physiologischen Psychologie und die Abhandlung von Dr. M. Friedrich[2]): »Ueber die Apperceptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen« verweisend, sei hier nur hervorgehoben, dass die von Donders und de Jaager mitgetheilten Zahlen neben der Dauer der Willensimpulse und Wahlacte auch die zur Unterscheidung der gewählten Eindrücke erforderlichen Zeiten enthalten.

Eine getrennte Bestimmung des für die Wahl und den Willensimpuls erforderlichen Zeitraumes wurde erst möglich, nachdem Herr Prof. Wundt den von Donders angewandten Methoden eine einwurfsfreie Methode zur gesonderten Bestimmung der Unterscheidungszeit hinzugefügt hatte. Die in der physiologischen Psychologie und in dem Aufsatze über psychologische Methoden[3]) eingehend erörterte Methodik zur Ermittelung der Unterscheidungs- und Wahlzeit gründet sich auf die Combination folgender Versuchsgattungen:

Es wird erstens auf einen bekannten Reiz durch eine im voraus bestimmte Bewegung reagirt, wodurch die einfache Reactionszeit erhalten wird. (R)

Es wird zweitens bei unregelmäßigem Wechsel von 2 oder mehreren bekannten Eindrücken in vorher bestimmter Weise reagirt, nachdem der jeweils applicirte Reiz in seiner Qualität, Intensität u. s. w. erkannt ist, und so die Reactionszeit bei gleichzeitiger einfacher oder mehrfacher Unterscheidung gewonnen. (R_u)

Es wird drittens nach Unterscheidung eines Eindruckes aus einer bestimmten Reihe von Eindrücken, die in unbekannter Weise einander folgen, eine davon abhängige Reaction ausgeführt (Wahl zwischen zwei oder mehreren Bewegungen), oder die Bestimmung getroffen, nur bei gewissen Reizen zu reagiren, bei anderen dagegen es zu unterlassen (Wahl zwischen Bewegung und Ruhe). Die in solcher Weise erhaltenen Zeiten schließen neben der zur Reaction und Unterscheidung erforderlichen Zeit auch den zur Wahl und Auslösung des Willensimpulses nöthigen Zeitraum ein, welchen Prof. Wundt kurz als die Wahlzeit bezeichnet. (R_{uw})

---

1) Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 2. Aufl., II, S. 251 f.

2) Wundt, Philosophische Studien, I, S. 39 f.

3) Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl. II, S. 247 f. — Wundt, Philos. Studien, I, S. 1 f.

Die Reaction selbst kann bei 2 Eindrücken durch die beiden Hände, bei mehreren durch die einzelnen Finger erfolgen.

Die Differenz $R_u - R$ liefert alsdann die Unterscheidungszeit, die Differenz $R_{uw} - R_u$ hingegen die Wahlzeit.

Gegen diese Methodik sind von Dr. R. Tigerstedt und stud. med. J. Bergqvist[1]) in der Abhandlung: »Zur Kenntniss der Apperceptionsdauer zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen« verschiedene Einwände erhoben worden, die, soweit sie die hier zu besprechenden Versuche berühren, kurz zurückgewiesen werden sollen.

Zunächst behaupten die genannten Forscher, dass in den nach der zweiten Versuchsgattung gewonnenen Zeiten (R_u) größere Willenszeiten enthalten seien, als in den nach der ersten sich ergebenden einfachen Reactionszeiten (R), und dass die Differenz beider Zeiten die Zeit liefere, um welche die Unterscheidung eines zusammengesetzten Objectes größer sei, als die eines einfachen Lichtreizes.

Was zunächst die letztere Behauptung anlangt, so galt es bei unsern Versuchen, sofort nach dem ersten Eindruck der Beleuchtung zu reagiren, also in den meisten Fällen noch ehe die erleuchtete weiße Fläche wirklich unterschieden war. Dieser Moment dürfte mit demjenigen, in welchem die Unterscheidung eines auf derselben befindlichen Objectes beginnt, so nahe zusammenfallen, als es überhaupt nur erreichbar ist. Bei beiden Versuchsgattungen aber bereitete die Spannung der Aufmerksamkeit die Reaction, welche ja vorher schon bekannt war, in völlig gleicher Weise vor, sodass der Willensimpuls in beiden Fällen voraussichtlich gleiche und jedenfalls nur sehr kurze Zeiten erforderte. Das Gefühl einer andauernden Willensthätigkeit bei der Reaction, wie es bei den Wahlversuchen sehr wohl empfunden wurde, war bei den Reactions- und Unterscheidungsversuchen nicht vorhanden.

Dass analoge Verhältnisse auch bei den von den genannten Forschern angestellten Versuchen obwalteten, dafür spricht die von denselben angeführte Thatsache[2]) gelegentlicher vorzeitiger Reactionen, bei denen die Apperception durch die Nachwirkung des Retinabildes geschehen sein soll. Bei unseren Versuchen wurden derartige Störungen bald durch die Uebung überwunden.

---

1) W. Kühne und C. Voit, Zeitschrift für Biologie, XIX, S. 5 f.
2) a. o. O. S. 42.

Was die an Stelle der zweiten Methode eingeführte modificirte Methode der Verfasser anlangt, so beweisen die nach derselben erhaltenen Resultate, nach denen eine Bestimmung der Unterscheidungszeit nicht zu erreichen war, evidenter als theoretische Betrachtungen, dass sie in der Combination zweier Versuchsgattungen derselben Art besteht. Denn wenn auch die Unterscheidung einer weißen Fläche eine etwas kürzere Zeit erfordern sollte, als die Unterscheidung einer einfachen Zahl, so wird sich das nicht sicher herausstellen, wenn beiderlei Eindrücke unregelmäßig wechseln, gerade wie sich beim Wechsel von Farbenempfindungen für die einzelnen Farben im allgemeinen gleiche Apperceptionszeiten ergeben haben. wiewohl ihre Lichtintensitäten bei gleicher Beleuchtung wesentlich verschieden sind.

Die mittels zweimaliger Anwendung der Wahlmethode zwischen Bewegung und Ruhe für verschiedene Reize erhaltenen Apperceptionszeiten verdienen deshalb durchaus kein Vertrauen, weil diese Methode, wie später näher gezeigt werden wird, durch die jeweils benutzten Reize wesentlich modificirt wird, indem man dem durch Reaction zu beantwortenden bald mehr, bald minder die Aufmerksamkeit zuwenden kann, und bei schwerer zu appercipirenden Reizen die Aufmerksamkeit, welche der Apperception gewidmet wird, dem Wahlacte verloren geht. So dürfte man beim Wechsel von Zahlen mit einer weißen Fläche der letzteren die Aufmerksamkeit in bevorzugter Weise zuwenden können, wenn dieselbe eine Reaction zu veranlassen hat, während dasselbe irgend einer Zahl gegenüber nicht in dem Grade möglich sein wird. Indem wir auf diese Ursache vorzugsweise die in der genannten Abhandlung mitgetheilte Apperceptionszeit für dreistellige Zahlen zurückführen, werden für uns auch die Folgerungen hinfällig, welche in Bezug auf die Differenz der Willenszeiten der beiden ersten Versuchsgattungen gezogen worden sind.

Die von Dr. R. Tigerstedt und J. Bergqvist angenommene Adaptationszeit[2]) kann bei unsern Versuchen unmöglich die Größe von 0,166—0,186 Secunden erreicht haben, da unsere Reactionszeiten nicht wesentlich größer sind. Dieselbe geht übrigens in alle Versuchs-

1) a. o. O. S. 12.
2) a. o. O. S. 16.

gattungen gleichmäßig ein und ist daher in unsern Unterscheidungs- und Wahlzeiten eliminirt; möglicherweise kann sie zur Erklärung des Unterschiedes der Reactionszeiten bei Lichtempfindungen und Schalleindrücken herbeigezogen werden.

Das durch das Chronoskop und den Inductionsapparat verursachte Geräusch störte allerdings bei den ersten Versuchen die Reagirenden, allein bald hatten sich dieselben so daran gewöhnt, dass sie es während der Versuche kaum noch wahrnahmen. Die Beleuchtung glich ungefähr derjenigen eines durch Gas erhellten Raumes.

Nach diesen Bemerkungen wenden wir uns zu den Untersuchungen, welche bis jetzt nach der im Eingange charakterisirten Methode zur Bestimmung der Wahlzeiten angestellt wurden.

Die ersten Versuche wurden von Dr. M. Friedrich[1]) ausgeführt. Als Reize dienten 2 Farbeneindrücke. Für die Wahl zwischen Bewegung und Ruhe ergaben sich, wenn hier und im folgenden als Einheit der Zeit 0,001″ zu Grunde gelegt wird, die folgenden Zeiten:

W. Wundt,	E. Tischer,	M. Friedrich,
152	184	183

während für die Wahl zwischen 2 Bewegungen, für welche jedoch relativ nur eine geringe Anzahl von Versuchen angestellt wurde, entsprechend die Zeiten: 188, 330 und 287 sich herausstellten. Die ersteren Zeiten geben mit den für die Unterscheidung zwischen zwei Farbeneindrücken gefundenen Zeiten (*W. W.* 86, *E. T.* 47 und *M. F.* 50) für alle Beobachter eine nahezu constante Summe, während die einzelnen Summanden nicht unerheblich von einander abweichen.

G. Buccola[2]), welcher die Wahlzeiten zwischen Bewegung und Ruhe bei Localisations- und Farbeneindrücken bestimmte, erhielt für erstere im Mittel 28, für letztere 66 und schließt aus der Verschiedenheit beider Zeiten, dass empirisch die Adaptirung der Aufmerksamkeit an eine Qualität oder Intensität weit schwieriger sei, als die Concentration derselben auf einen bestimmten Ort.

Bei Anwendung zweier an Intensität verschiedener Schalleindrücke sind von Dr. E. Tischer[3]) die Wahlzeiten für eine ganze

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 39f.
2) G. Buccola, Rivista di filosofia scientifica, anno I, vol. I, f. 2. 1881.
3) Wundt, Philos. Studien, I, S. 495f.

Reihe von Personen ermittelt und für die Wahl zwischen Bewegung und Ruhe folgende Mittelwerthe gewonnen worden:

W. Wundt,	Besser,	C. Wolf,	Riedel,	Merkel,
52	71	86,5	110,3	134,5

Dr. Wolf,	Hubrig,	Dr. Trautscholdt,	Dr. Tischer,
138	154	170	178,8

während die entsprechenden Zeiten bei der Wahl zwischen zwei symmetrischen Bewegungen die folgenden waren:

Wt.	*C. Wf.*	*B.*	*Rl.*	Dr. *Wf.*	*Ml.*	*Tt.*	*Tr.*	*H.*
33	74	77	109	131,8	170	172,5	177,5	179

Es weichen also hier die beiderlei Wahlzeiten nicht wesentlich von einander ab, ja bei einzelnen Personen sind die Wahlzeiten zwischen Bewegung und Ruhe größer als diejenigen für die Wahl zwischen zwei Bewegungen, welch' letztere bei den Versuchen von Dr. Friedrich die ersteren erheblich an Größe übertreffen. Die individuellen Unterschiede in den Wahlzeiten laufen auch hier denjenigen in den Unterscheidungszeiten entgegen, da die Summe der Unterscheidungs- und Wahlzeiten sich nahezu als constant herausgestellt hat.

Ein analoges Ergebniss hat in neuester Zeit Dr. E. Kraepelin[1] bei der Untersuchung des Verlaufes der Willensthätigkeit bei Veränderung der augenblicklichen Disposition des Bewusstseins durch die Einwirkung von Alcohol gefunden. Die von ihm erhaltenen Wahlzeiten zwischen zwei Bewegungen waren bei Benutzung von Vocalzeichen als Reizen:

Dr. Trautscholdt,	Dr. Tischer,	Dr. Lehmann,	Dr. Kraepelin.
89	86	76	46

Eine Vergleichung der Wahlzeiten sowohl zwischen 2 Bewegungen als auch zwischen Bewegung und Ruhe, welche sich bisher für dieselben Personen bei verschiedenen Eindrücken ergeben haben, lässt diejenige Uebereinstimmung nicht erkennen, welche man zu erwarten berechtigt sein dürfte. Im Hinblick hierauf scheint bei Ausführung neuer experimenteller Untersuchungen eine eingehendere theoretische Prüfung der Methoden geboten, die uns über die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit Aufschluss geben sollen. Betrachten wir

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 596.

vorerst die Methode, nach welcher die Wahlzeiten zwischen Bewegung und Ruhe bestimmt werden, und nehmen wir der Einfachheit wegen nur 2 Reize an.

Zwei Fälle sind es, welche hier dem Reagirenden entgegentreten; es gilt bei dem einen der Reize die Entscheidung zu treffen, dass eine Reaction auszuführen ist, und dieselbe alsdann durch einen Willensimpuls auszulösen, oder es gilt bei dem andern Reize sich zu entscheiden, dass eine Reaction nicht stattzufinden hat, und vom Willen eventuell einen hemmenden Impuls auszusenden. Nur die im ersten Falle verfließenden Zeiten werden bei der zu Grunde liegenden Versuchstechnik gemessen, die im letzteren Falle erforderlichen Zeiträume gehen aber der Beobachtung gänzlich verloren. Es kann nun offenbar bei Anwendung dieser Methode von einer Wahl zwischen Bewegung und Ruhe nur dann die Rede sein, wenn die Annahme zulässig erscheint, dass jene beiden Zeitcomplexe, welche im Falle einer stattfindenden Reaction und bei Unterlassung oder Unterdrückung einer solchen verfließen, annähernd dieselben sind. In wie weit diese Annahme zutrifft, hängt wesentlich von der Wahl der Reize ab, sie wird am wenigsten statthaft sein, wenn dieselben derart gewählt werden, dass dem einen vorzugsweise die Aufmerksamkeit zugewandt werden kann, ohne dadurch die Erkennung des andern unmöglich zu machen (Localisationseindrücke, unter Umständen auch qualitativ verschiedene Gesichtseindrücke), sie wird am ehesten berechtigt sein bei Eindrücken, deren Unterscheidung bereits die ganze Aufmerksamkeit erfordert (an Intensität verschiedene Schalleindrücke.) Damit hängt zusammen, dass im letzteren Falle die Wahlzeiten etwa eben so groß ausfallen, wie bei der Wahl zwischen zwei symmetrischen Bewegungen, während sie im ersteren Falle sich als wesentlich kürzer erweisen.[1]) Diese Erwägungen scheinen darauf hinzuweisen, dass gerade schwerer zu unterscheidende Eindrücke am besten geeignet seien, uns über die zeitlichen Verhältnisse von Wahlacten genaue

1) Diese Betrachtungen treffen auch die Versuche, welche von J. v. Kries und F. Auerbach (Du Bois-Reymond's Archiv, 1877, S. 297f.) zur Bestimmung der Unterscheidungszeiten unter Mitbenutzung dieser Versuchsgattung angestellt worden sind. Die von diesen Forschern mitgetheilten Zahlen enthalten Unterscheidungs- und Willenszeiten in verschiedener, unbestimmbarer Weise, sodass ihre Vergleichung unter einander weder für erstere noch für letztere Zeiten zu sicheren Aufschlüssen führt.

Aufschlüsse zu geben; allein die bei der jetzt zu besprechenden Methode zur Bestimmung der Wahlzeiten zu erhebenden Bedenken gegen die Wahl solcher Eindrücke richten sich auch bei dieser Methode gegen dieselben.

Bei der zweiten, die Wahlzeit zwischen zwei Bewegungen bestimmenden Methode muss nach der Apperception oder Unterscheidung der benutzten Eindrücke die entsprechende Reactionsweise ausgewählt werden, und der Willensimpuls hat alsdann die Ausführung der Reaction zu bewirken. Hier lassen sich streng genommen drei psychophysische Thätigkeiten unterscheiden. Der Apperception des äußeren Eindrucks folgt eine kurze Ueberlegung, welche Reactionsweise dem empfundenen Reize entspricht, sodann die Apperception dieser Reactionsbewegung und schließlich die Auslösung derselben durch einen Willensimpuls. Die Apperception der Reactionsbewegung oder die Auswahl der Richtung, nach welcher der Wille den Reactionsbefehl zu senden hat, sowie die Ausführung des letzteren selbst enthalten zusammengenommen einen psychophysischen Act der Willensthätigkeit, welcher uns allein interessirt, die vorangehende Ueberlegung hängt jedenfalls mit der Willensthätigkeit nicht zusammen, sondern von Gedächtniss und Association ab. Dieselbe wird daher wesentlich bedingt durch die Auswahl der Reize und der Reactionsweisen, welche denselben entsprechen sollen. Ob wir auf weiß mit der rechten, auf schwarz mit der linken Hand oder auf einen schwachen Schall rechts, auf einen starken links, oder auf die Buchstaben *a* und *b* oder die Zahlen 1 und 2 beziehentlich mit dem ersten und zweiten Finger einer bestimmten Hand reagiren sollen — alle diese Reactionen werden im allgemeinen verschiedene Zeiten erfordern, welche ihren Grund (wenigstens bei derselben Reactionsweise) ausschließlich in einer leichteren oder schwierigeren associativen Verbindung der Reize mit den Reactionsbewegungen haben dürften. Um hiernach die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit möglichst ungetrübt von fremden Einflüssen zu erhalten, dürften sich vor allem diejenigen Reize am besten eignen, welche möglichst leicht mit den zu Gebote stehenden Reactionsweisen associirt werden können, ohne dass eine derartige Association durch langjährige Uebung bereits gebildet oder durch die Mechanik des Nervensystems bedingt ist, welche zugleich eine wesentliche Verkürzung der Willenszeit herbeiführen wird.

Letzteres ist z. B. bei den von Donders und de Jaager angestellten Versuchen der Fall, bei denen gehörte Laute oder gesehene Lautzeichen durch Aussprechen zu beantworten waren, oder auf einen Reiz an den Füßen durch gleichseitige Handbewegung zu reagiren war. Es dürften sich sonach die verschiedenen Werthe der Wahlzeiten bei den nämlichen Personen und denselben Reactionsbewegungen bei verschiedenen Reizen durch eine verschieden lange Associationszeit erklären. Doch ließe sich zur Erklärung dieses Unterschiedes möglicherweise noch ein anderer Umstand herbeiziehen. Jedem, der an Wahlversuchen theilgenommen, wird die Beobachtung nicht entgangen sein, dass sich das Bewusstsein in einem anderen Zustande befindet, wenn man Wahlen zu vollziehen hat, als da, wo es sich um bloße Reactionen oder Unterscheidungen handelt. Sollten bei diesem veränderten Zustande des Bewusstseins die Unterscheidungen, welche den Wahlen voranzugehen haben, sobald dieselben nicht infolge der Einfachheit der Reize ohne alle Schwierigkeit vollzogen werden können, nicht selbst längere Zeit erfordern? Dass sich die Unterscheidungszeiten ändern, je nachdem man dieselben für sich oder in Verbindung mit Wahlversuchen vor und nach denselben bestimmt, hebt Dr. Tischer[1]) gegen den Schluss seiner Abhandlung ausdrücklich hervor; es ergaben sich in beiden Fällen beziehentlich die Werthe:

Für	*Tr.*	*Tt.*	*Ml.*	*H.*	Dr. *Wf.*	*C. Wf.*	*Rl.*	*B.*	*Wt.*
$U_2 =$	6	8,5	10,7	10,75	33	35,3	53	79,3	131,6
und	23,2	15,7	29,5	27	54,3	106	79	111	182

Bilden wir die Verhältnisse, in welchen die letzteren Zeiten im Vergleich zu den ersteren sich vergrößert haben, so erhalten wir:

Tr.	*Tt.*	*Ml.*	*H.*	Dr. *Wf.*	*C. Wf.*	*Rl.*	*B.*	*Wt.*
3,9	1,85	2,75	2,5	1,6	3	1,5	1,4	1,4

Dieselben weisen augenscheinlich nicht nur auf eine z. Th. wesentliche Zunahme der Unterscheidungszeiten hin, sondern diese stellt sich auch im allgemeinen bei denjenigen Personen am beträchtlichsten heraus, welche die kürzesten Unterscheidungszeiten besitzen. Sollte sich dies in verstärktem Maße auf die Unterscheidungszeiten übertragen, welche in den bei den Wahlversuchen bestimmten Zeiten selbst enthalten sind, so würde dieser Umstand zu einer naturgemäßen Er-

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 539 u. 540.

klärung der von verschiedenen Forschern constatirten merkwürdigen Thatsache beitragen, nach welcher bei beträchtlichen individuellen Unterschieden, welche die Unterscheidungs- und Wahlzeiten für sich betrachtet darbieten, dennoch ihre Summe für verschiedene Personen nahezu als constant sich erwiesen hat.

Sonach dürfte für das Studium der zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit die letzte Methode, welche bei jedem Eindrucke eine Reaction verlangt, vorzuziehen sein, und bei der Wahl der Reize solchen der Vorzug gegeben werden müssen, deren Unterscheidung möglichst leicht ist, so dass sie auch unter verändertem Zustande des Bewusstseins ohne Schwierigkeit vollzogen werden kann, und die sich zugleich in einfache Association mit den zu Gebote stehenden Reactionsweisen bringen lassen.

Allen diesen Forderungen dürften die Versuche entsprechen, welche im Sommersemester 1882 unter der Leitung des Herrn Prof. Wundt in dessen psychophysischem Laboratorium von den Herren stud. math. Lorenz, cand. math. Mehner und mir angestellt wurden, und die von mir während der Sommerferien, besonders um die individuellen Unterschiede und die allgemeinen Normen der Willensthätigkeit hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes näher kennen zu lernen, an möglichst vielen Personen und in möglichst gleichmäßiger Weise durchgeführt wurden. Die Bearbeitung dieser Versuche bildet den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung, deren letzter Theil außerdem eine Untersuchung über den Einfluss der Uebung auf die Wahlversuche enthält.

I. Methode und Technik der Versuche.

Die Methode und Technik der vorliegenden Versuche ist bereits von Herrn Prof. Wundt[1]) in den Grundzügen der physiologischen Psychologie, sowie von Dr. M. Friedrich[2]) in den philosophischen Studien beschrieben worden; wir geben hier nur in aller Kürze das, was der Zusammenhang erfordert und zur Ergänzung nöthig ist.

---

1) Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl., II, S. 254 f.
2) Wundt, Philos. Studien, I, S. 40 f.

Als Reize wurden qualitativ verschiedene Gesichtseindrücke und zwar die Zahlen:

1 2 3 4 5 I II III IV V

gewählt. Bei den einfachen Reactionsversuchen war das Gesichtsfeld weiß. Die Zahlen, deren Höhe etwa 13mm betrug und die sich in einer Entfernung von 250mm vom Auge des Beobachters befanden, waren auf der Innenseite einer von Herrn stud. math. Lorenz construirten kreisförmigen Scheibe befestigt, welche an der Hinterwand eines Kastens drehbar angebracht war, und wurden durch eine in letzterem befindliche Geißler'sche Röhre erleuchtet. Zu dem Ende wurde die Scheibe so gestellt, dass die jeweils zu erleuchtende Zahl in die Mitte einer Oeffnung der Hinterwand des Kastens zu stehen kam; dieser gegenüber befand sich eine kleine Röhre, durch welche der Reagirende blickte. Derselbe sah also immer nur eine kreisförmige Fläche erleuchtet, in deren Mitte sich, falls es sich nicht um bloße Reactionsversuche handelte, die betreffende Zahl befand, welche appercipirt werden sollte oder eine Wahl zu veranlassen hatte. Unterhalb sämmtlicher Zahlen waren kleine Löcher angebracht worden, welche dem Reagirenden als Richt- und Accommodationspunkte[1]) dienten; außerdem befanden sich über denselben auf der Außenseite des Kastens dieselben Zahlen zum Zweck der Einstellung von Seiten des Ablesenden. Die Reaction hatte bei den einfachen Reactionsversuchen sofort nach der Beleuchtung durch einen im voraus bestimmten Finger, bei den Unterscheidungsversuchen nach Erkennung der beleuchteten Zahl mit demselben Finger, bei den Wahlversuchen endlich bei den Zahlen 1, 2, ... mit dem ersten, zweiten u. s. w. Finger der rechten Hand zu erfolgen; für die römischen Ziffern wurden in analoger Weise die einzelnen Finger der linken Hand benutzt.

Die Versuche selbst bestanden aus einzelnen Versuchsreihen, bei welchen die beiden folgenden Schemata verwandt wurden, in denen für die Buchstaben *m*, *n* und *o* in beliebiger Reihenfolge die einzelnen Finger der beiden Hände substituirt wurden, bis sämmtliche bei der

1) Nicht als Fixationspunkte, wie Dr. Tigerstedt und J. Bergqvist (a. o. O. S. 17) aus der Darstellung von Dr. Friedrich irrthümlich gefolgert haben. Da der Mittelpunkt der Zahl in constanter Entfernung über dem leuchtenden Punkt sich befand, so war es leicht, jedesmal die Gesichtslinie in der richtigen Weise einzustellen.

jeweils benutzten Anzahl von Eindrücken in Betracht kommenden Finger erschöpft waren. Bei den Versuchen mit Unterscheidung und Wahl kamen natürlich stets alle Finger ins Spiel.

1.

3 einfache Reactionen mit dem Finger *m*:	$R_{(m)}$
4 Versuche mit Unterscheidung mit demselben Finger:	$Ru_{(m)}$
8 Versuche mit Unterscheidung und Wahl:	Ruw
4 Versuche mit Unterscheidung mit dem Finger *n*:	$Ru_{(n)}$
3 einfache Reactionen mit demselben Finger:	$R_{(n)}$

2.

3 einfache Reactionen mit dem Finger *m*:	$R_{(m)}$
3—4 Versuche mit Unterscheidung mit demselben Finger:	$Ru_{(m)}$
6 Versuche mit Unterscheidung und Wahl:	Ruw
3—4 Versuche mit Unterscheidung mit dem Finger *n*:	$Ru_{(n)}$
3 einfache Reactionen mit demselben Finger:	$R_{(n)}$
6 Versuche mit Unterscheidung und Wahl:	Ruw
3—4 Versuche mit Unterscheidung mit dem Finger *o*:	$Ru_{(o)}$
3 einfache Reactionen mit demselben Finger:	$R_{(o)}$

Wiewohl das zweite Schema 8—10 Versuche mehr enthält, so ergaben sich doch nicht längere Zeiten, als bei Benutzung des ersten. Bei den Unterscheidungs- und Wahlversuchen zwischen 2 Eindrücken kann natürlich nur das erste Schema Verwendung finden, bei den Unterscheidungs- und Wahlversuchen zwischen 3 Eindrücken nur das zweite, bei 4 Eindrücken 2mal das erste, bei 5 das erste und zweite u. s. w. Nach Beendigung jeder solchen Reihe, welche etwa 10 bis 15 Minuten erforderte, trat eine Pause ein.

Die bei 2, 3, 4 u. s. w. Eindrücken erforderlichen Unterscheidungs- und Wahlzeiten wurden für sich berechnet und dabei stets so viel Einzelreihen zusammengenommen, dass alle jeweils in Betracht kommenden Finger betheiligt waren; es schloss sich daher die Berechnung bei 2 Eindrücken direct an die nach dem Schema 1) gewonnenen Einzelreihen an, bei 5 Eindrücken wurden hingegen eine Reihe nach dem Schema 1) und eine solche nach dem Schema 2) combinirt.

Es wurden alsdann die bei den Reactions-, Unterscheidungs- und Wahlversuchen für die einzelnen Finger erhaltenen Zahlen zum arithmetischen Mittel vereinigt und mittels der Formeln:

$$U_{(\lambda)} = Ru_{(\lambda)} - R_{(\lambda)}$$
$$W_{(\lambda)} = Ruw_{(\lambda)} - Ru_{(\lambda)}$$

die Unterscheidungs- und Wahlzeiten mit dem Finger λ berechnet.

Bei den Unterscheidungszeiten wurde aus den Werthen für die einzelnen Finger wieder das arithmetische Mittel genommen, da für jeden Finger gleich viel Versuche angestellt wurden; bei Berechnung des Mittelwerthes für die Wahlzeiten, wo im allgemeinen für die einzelnen Finger eine verschiedene Anzahl von Versuchen vorlag, wurde jeder Fingerwerth m-fach gezählt, wenn er das Mittel aus m Versuchen war. Die mittleren Variationen V_R, V_{Ru}, V_{Ruw} wurden zunächst für die einzelnen Finger bestimmt und sodann in der zuletzt geschilderten Weise die Mittelwerthe berechnet.

Die Anordnung der bei der Ausführung der Versuche zur Anwendung kommenden Apparate lässt Figur 1 (Taf. I) erkennen.

Der das Zeigerwerk des Hipp'schen Chronoskops arretirende Strom kommt von den beiden Daniell'schen Elementen E_2 nach dem Stromwender W_1, geht von da nach dem Rheochord Rh, dem Galvanometer G, dem Chronoskop Ch und durch den Stromwender W_1 zu den Elementen zurück. Eine geringeren Widerstand bietende Nebenleitung wird durch Schließung des Stromschließers W_2 diesem Strome auf dem Wege $E_2\ a\,b\,b'\,a'\,g\,h\,d\,c\ E_2$ eröffnet, wenn das weiter unten zu beschreibende psychophysische Clavier Cl auf der Strecke $g\,h$ geschlossen ist. Bei der Drehung des die Schließung von W_2 besorgenden Hebels wird gleichzeitig der secundäre Strom des durch 6 Daniell'sche Elemente E_6 (welche in der Zeichnung der Einfachheit wegen fortgelassen sind), in Gang gesetzten Inductoriums J durch die im Kasten befindliche Geißler'sche Röhre R gesandt, und zwar auf dem Wege $k\,c'\,d'\,f\,e\,m\ R\,l\,i$. Durch die Reaction wird auf den Strecken $g\,h$ und $e\,f$ sowohl die Nebenleitung, als auch der Inductionsstrom unterbrochen. W_1 kann nach beiden Seiten geschlossen werden, so dass die Ströme zum Chronoskop und durch die Nebenleitung von W_1 an auch den entgegengesetzten Weg verfolgen können. Durch abwechselndes Schließen dieses Stromwenders nach der einen und der andern Seite wird bekanntlich ein dauerndes Magnetischwerden des Ankers im Chronoskop verhindert. Das Rheochord dient zur Regulirung der Stromstärke, welche so zu wählen ist, dass das

Zeigerwerk eben noch momentan arretirt wird. Der Gang der Versuche ist alsdann der folgende:

Der Ablesende bringt durch Drehung der Scheibe S die für die Reactionen bestimmte weiße Fläche oder eine Zahl in das Blickfeld des Reagirenden, stellt hierauf mittels des doppelten Stromschließers W_1 das Zeigerwerk des Chronoskops fest und setzt das Räderwerk desselben in Gang. Nach einer bald kürzeren, bald etwas längeren Zwischenzeit schließt er den Stromwender W_2; die dadurch eingeschaltete Nebenleitung schwächt den durch das Chronoskop gehenden Strom so sehr, dass das Zeigerwerk desselben zu spielen beginnt, während gleichzeitig die Geißler'sche Röhre den Kasten erleuchtet. Durch die Reaction wird die Nebenleitung unterbrochen, die Zeiger des Chronoskops werden wieder arretirt und die Beleuchtung wird gleichfalls aufgehoben. Mit der Oeffnung von W_1 und W_2 ist der Versuch beendet. Die Unterbrechungen der Nebenleitung und der Leitung für den Inductionsstrom, welche bei jeder Reactionsbewegung möglichst schnell und gleichzeitig zu erfolgen hatten, geschahen durch Freilassen der Tasten eines Claviers. Dasselbe wurde von mir nach dem Vorbilde eines vom Mechaniker Herrn Krille nach den Angaben des Herrn Prof. Wundt für die Vorversuche construirten Instruments zusammengesetzt und erhielt schließlich die durch Figur 2 veranschaulichte Einrichtung. Die einzelnen Tasten (Figur 2*a*), welche um einen gemeinsamen Draht x drehbar waren und durch Spiralfedern aus hartem Stahldraht von der gleichen Windungszahl möglichst schnell emporgehoben wurden, trugen am hintern Ende durch Messingschrauben befestigte Kupferbleche, während vorn kupferne Klemmschrauben hindurchgingen, in welche unten Platinstifte eingesetzt waren. Je zwei derselben berührten beim Niederdrücken der Tasten wiederum ein Kupferblech, auf welches an den Berührungsstellen Platinplättchen aufgelöthet waren (Figur 2*b*). Um nun den Strom durch alle diese Platincontacte zu senden, wurden die Klemmschrauben je zweier Tasten, welche nebeneinanderliegende Kupferbleche berührten, also nicht leitend verbunden waren, durch spiralförmig gewundene, der Bewegung nicht hinderliche Kupferdrähte in Verbindung gesetzt. Der Strom nahm alsdann den in Figur 2 von g nach h führenden Weg, bei dem die durch unterbrochene Linien charakterisirten Theile in der durch Figur 2*b* gekennzeichneten Weise

durchlaufen wurden. Wurde irgend eine Taste losgelassen, so fand bei dem entsprechenden Platincontacte die Unterbrechung dieser Stromleitung statt, die zur Einschaltung der Nebenleitung für den das Chronoskop arretirenden Strom verwendet wurde.

Eine ähnliche Leitung (*ef* in Figur 2) bildeten die andern Enden der Tasten, nur geschah hier die Schließung und Oeffnung durch Berührung der oben genannten Kupferbleche mit Kupferfedern, von denen ebenfalls je 2 durch Kupferunterlagen verbunden waren, während die weitere Verbindung bei den an den Tasten befindlichen Kupferblechen durch spiralförmig gewundene feine Kupferdrähte bewirkt war. Die Kupferfedern wurden übrigens so gestellt, dass sie beim Niederdrücken der Tasten die Kupferbleche der letzteren nur eben berührten. Der dadurch gebildete Contact war für den Inductionsstrom völlig hinreichend und die Unterbrechung geschah so möglichst gleichzeitig mit der Reaction.

Unterhalb der Tasten befand sich noch eine dritte Schließung durch Quecksilbernäpfchen, in welche die Enden U-förmig gebogener, mit den einzelnen Tasten verbundener Kupferdrähte eintauchten, doch fand dieselbe bei den gegenwärtigen Versuchen keine Verwendung. Ueberdies trugen die Tasten, wie Figur 2*a* erkennen lässt, je einen längeren Draht, welcher an seinem Ende die Nummer der Taste zeigte, die durch eine an der Hinterwand des Kastens, unter dem sich das Clavier befand, angebrachte Spalte hindurch kam, und aus deren Bewegung der Ablesende bei den Wahlversuchen erkennen konnte, ob richtig reagirt worden sei.

II. Resultate der Unterscheidungs- und Wahlversuche.

Wir geben zunächst eine Zusammenstellung der Resultate, welche die im Sommersemester 1882 von den Herren cand. math. M. Mehner (*M. M.*), stud. math. G. Lorenz (*G. L.*) und von mir (*J. M.*) ausgeführten Versuche ergeben haben. Dabei möge es gestattet sein, die Ergebnisse einzelner Versuchsreihen, welche von mir zu einer späteren Zeit bei Herrn Mehner erhalten wurden, bereits an dieser Stelle zu berücksichtigen.

Um nicht durch allzu umfangreiche Zahlentabellen zu ermüden, theilen wir für die unser Interesse in Anspruch nehmenden Zeiten nur die Mittelwerthe aus allen zusammengehörigen Werthen eines Versuchstages mit. Da jedoch, wie die früher angedeutete Berechnungsweise der Mittelwerthe für die Unterscheidungs- und Wahlzeiten bei den einzelnen Reihen erkennen lässt, in diese Mittelwerthe Versuche mit verschiedenen Fingern eingehen, so schicken wir eine Tabelle für die Reactionszeiten R_1, R_2, . . R_5, R_I, R_{II}, . . R_V der einzelnen Finger voraus, welche die Mittel aller überhaupt angestellten einfachen Reactionsversuche repräsentiren.

Tab. I.

Reactionszeiten für die einzelnen Finger.

Reagirender.	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_I	R_{II}	R_{III}	R_{IV}	R_V
G. L.	188,8	187,8	193,4	192,4	192,5	189	187,6	191	190,5	195
J. M.	189,4	188,6	190,2	190,4	190,9	189	188,9	192	194,3	186
M. M.	190,8	190,6	192,4	194,8	190,3	190,6	193,4	188,3	191	188

Die wider Erwarten geringen Unterschiede für die Reactionszeiten der verschiedenen Finger dürften wohl zumeist darin begründet liegen, dass die Arretirung des Zeigerwerkes des Chronoskopes nicht erst dann erfolgte, wenn der betreffende Finger, der die Reaction zu vollziehen hatte, bereits eine gewisse Strecke emporgehoben war, sondern schon bei der geringsten Aufhebung der Platincontacte. Sie lassen es durchaus als berechtigt erscheinen, wenn wir in den nachfolgenden Tabellen für die einfachen Reactionszeiten nur die Mittelwerthe von je einem Tage mittheilen, zumal da in den einzelnen Reihen die Verschiedenheit der Reactionszeiten für die verschiedenen Finger keine wesentlich größere war. Dagegen zeigten die bei den Unterscheidungsversuchen und in noch evidenterer Weise die bei den Wahlversuchen gewonnenen Zeiten wesentlich größere Differenzen, so daß die Unterscheidungs- und Wahlzeiten zunächst für die einzelnen Finger berechnet werden mussten und erst aus diesen Werthen das arithmetische Mittel gezogen werden konnte. Die Verschiedenheiten der Unterscheidungszeiten rührten überdies nicht daher, dass dieselben nach den Wahlen größer sich herausgestellt hätten, als vor denselben,

sondern dürften jedenfalls auf verschiedene, kaum zu eruirende Ursachen zurückzuführen sein; vielleicht würden sie wesentlich vermindert werden, wenn man eine größere Anzahl Unterscheidungsversuche anstellte. Auf die Verschiedenheiten der Wahlzeiten für die einzelnen Finger kommen wir später zurück.

Die Versuche kamen in der Weise zur Ausführung, dass bei der Unterscheidung und Wahl zwischen 2 Eindrücken die Zahlen 1 und 2 und die entsprechenden Finger der rechten Hand gewählt wurden, bei den folgenden Unterscheidungs- und Wahlversuchen aber immer die nächstfolgende Zahl mit dem zugehörigen Finger hinzutrat. Die einzelnen Versuchsreihen wurden zu Gesammtreihen vereinigt, welche Reactionen, Unterscheidungen und Wahlen bei Benutzung aller jeweils in Betracht kommenden Finger enthielten, und an die sich die Berechnung anschloss. Bevor wir zur Mittheilung der täglichen Mittel für die Reactionszeiten (R), die Unterscheidungszeiten (U) und die Wahlzeiten (W) übergehen, möge die Berechnungsweise der analogen Mittelwerthe für die Gesammtreihen an einem einfachen Beispiele illustrirt werden. Wir wählen dazu eine Versuchsreihe für die Unterscheidung und Wahl bei zwei Zahlen, welche sich am 5. Juli für Herrn Mehner ergab. Die in eckigen Klammern befindlichen Zahlen waren zu unterscheiden oder hatten die Wahl zu veranlassen, die Zahlen innerhalb der runden Klammern bezeichnen die Finger, mit denen die Reaction ausgeführt wurde.

	$R_{(1)}$	$Ru_{(1)}$	$Ruw_{(1,2)}$	$Ru_{(2)}$	$R_{(2)}$
	192	204 [1]	287 [2]	237 [2]	194
	198	224 [1]	330 [2]	208 [2]	205
			307 [2]		
	180	220 [2]	307 [1]	194 [1]	186
			362 [1]		
			312 [2]		
Mittelwerthe:	190	216	333 [1]	213	195
			309 [2]		

Daraus berechnen sich:

$$R = \tfrac{1}{2}(R_{(1)} + R_{(2)}) = 192{,}5, \quad \left\{\begin{matrix} U_{(1)} = Ru_{(1)} - R_{(1)} = 26 \\ U_{(2)} = Ru_{(2)} - R_{(2)} = 18 \end{matrix}\right\}, \quad U = \tfrac{1}{2}(U_{(1)} + U_{(2)}) = 22,$$

$$\left\{\begin{matrix} W_{(1)} = Ruw_{(1)} - Ru_{(1)} = 117 \\ W_{(2)} = Ruw_{(2)} - Ru_{(2)} = 96 \end{matrix}\right\}, \quad W = \frac{2\,W_{(1)} + 4\,W_{(2)}}{6} = 103.$$

In analoger Weise erfolgt die Berechnung von R, U und W auch für größere Reihen, sodass sich die allgemeinen Formeln aufstellen lassen:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{\lambda=1}^{\lambda=p} \lambda \, R_{(\lambda)},$$

$$U = \frac{1}{n} \sum_{\lambda=1}^{\lambda=p} \lambda \, U_{(\lambda)},$$

$$W = \frac{a\,W_{(1)} + b\,W_{(2)} + \ldots}{a + b + \ldots},$$

in denen die $U_{(\lambda)}$ und $W_{(\lambda)}$ sich berechnen aus:

$$U_{(\lambda)} = Ru_{(\lambda)} - R_{(\lambda)},$$
$$W_{(\lambda)} = Ruw_{(\lambda)} - Ru_{(\lambda)},$$

wo überall für λ der Reihe nach die sämmtlichen Zahlen zu setzen sind, die den benutzten Fingern entsprechen, n die Anzahl der letzteren und a, b . . . die Anzahl der in $W_{(1)}$, $W_{(2)}$ . . . zum arithmetischen Mittel vereinigten Werthe repräsentirt. Die Formeln für R und U gelten übrigens nur unter der Voraussetzung, dass immer gleichviel Reactions- und Unterscheidungsversuche für jeden Finger vorliegen. Für $n = 2$, $p = 2$, $a = 2$, $b = 4$ geben diese Formeln die Relationen des vorangehenden Beispiels.

Bei Berechnung der mittleren Variationen (deren Durchführung hier überflüssig ist) für die Reactions-, Unterscheidungs- und Wahlversuche bestimmen wir die Differenzen der einzelnen Werthe für jeden Finger von dem entsprechenden Mittelwerthe, addiren dieselben, indem wir sie alle positiv rechnen, und nehmen schließlich das arithmetische Mittel. Die so erhaltenen Werthe sind die Mittelwerthe der mittleren Variationen für die mit jedem Finger ausgeführten Versuche und sollen kurz durch V_R, V_U und V_W bezeichnet werden. Somit haben wir sowohl bei Berechnung der Unterscheidungs- und Wahlzeiten, als auch bei Bestimmung der mittleren Variationen die Unterschiede der bei den einzelnen Fingern gewonnenen Zeiten berücksichtigt, wollen aber auf die Mittheilung der Mittelwerthe *Ru* und *Ruw* der bei sämmtlichen Unterscheidungs- und Wahlversuchen eines Tages erhaltenen Zeiten verzichten, da die Werthe U und W den Relationen:

$$Ru - R \text{ und } Ruw - Ru$$

im allgemeinen nur nahezu entsprechen können. (In unserm Beispiele würde sich nach diesen Formeln $U = 22$ und $W = 106{,}5$ ergeben.)

In den folgenden Tabellen gibt die Columne A die Anzahl der Eindrücke und Fingerbewegungen, welche bei den Unterscheidungs- und Wahlversuchen benutzt wurden, während unter D das Datum des Versuchstages angegeben ist; R, U und W geben die Mittelwerthe aller Reactions-, Unterscheidungs- und Wahlzeiten des vorgenannten Versuchstages, V_R, V_U und V_W die entsprechenden Mittelwerthe der mittleren Variationen. Bei den Wahlen enthält überdies die Columne n die Anzahl der Versuche, welche zur Berechnung des Mittelwerthes vorlagen; die Anzahl der jeweils zum Mittel vereinigten Reactions- und Unterscheidungszeiten war im allgemeinen eine ähnliche. Da, wo bei 2, 3 oder 4 Eindrücken nur eine Gesammtreihe von einem Tage vorlag, wurde dieselbe mit der am nächstfolgenden Versuchstage erhaltenen combinirt. Die Ordnung der Tabellen erfolgt nach der Größe des Mittelwerthes für die Wahlzeiten bei 2 Eindrücken, resp. zwischen 2 Bewegungen.

Tab. II.

G. L.

D	A	R	V_R	U	V_U	W	V_W	n
1. VII. 82.	2	189,5	6	26	7	24	9	6
5. VII.		190	3	23	11	25	20	12
8. VII.	3	189	6	23,5	9	34	20,5	24
28. VI.	4	191	5	22	9,5	45	32	15
12. VII.		192	3	23	9	49	36	13
1. VII.	5	192	5	21,5	9	77	25	16
12. VII.		188,5	8	28	14,5	81	36	16
17. VII.	6	199	9	30	11	120,5	48	20
19. VII.	7	192	5	24	9	147,5	67	25
22. VII.	8	190,5	4,5	25,5	8	197,5	60,5	26
26. VII.		187	7,5	24	16	213	71	25
2. VIII.	9	189	6,5	22	13	257	82	30
5. VIII.	10	188,5	6,5	24,5	10	298	81,5	40

Tab. III.

J. M.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
7. u. 10. VI.	2	192	3	24	8	81,5	23	18
5. VII.		194,5	7	22	13	82	28	18
14. u. 17. VI.	3	189	4,5	22	7	95	13,5	22
21. u. 24. VI.		189	6	23,5	8	100	19	20
28. VI.	4	189	4	22,5	8,5	200,5	33	26
8. VII.		189	4	23,5	4,5	201	15,5	16
1. VII.	5	188,5	5	23	12	281,5	35	22
12. VII.		188,5	4	23	6,5	280	30	22
8. VII.	6	188	3	23,5	8	360	28	25
11. VII.		189	5	22	10	342	31	16
15. VII.	7	188,5	4	25	11	401	29,5	25
19. VII.		187	6	21	7	390	32	16
19. VII.	8	193	4	23	8,5	442	29	25
26. VII.		190	6	24	7	432	46,5	24
22. VII.	9	191,5	5,5	23	10	444	35,5	30
5. VIII.		189	4,5	23	8	446,5	46,5	30
2. VIII.	10	186,5	5,5	22	10	448	33	40

Tab. IV.

M. M.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
3. u. 7. VI.	2	191	4	23	7,5	108	23,5	18
5. VII.		191,5	4	23	8	108,5	25,5	18
21. u. 24. VI.	3	193,5	4,5	22	8	197,5	20	20
8. VII.		194	4	22,5	10	195,5	28	22
24. u. 28. VI.	4	194	4	21,5	7,5	256	33	31
8. VII.		192	4	20,5	8,5	251	28,5	16
17. VI.	5	190,5	2	22,5	11	310	37,5	22
12. VII.		194,5	4	20	8	294	34	20
15. VII.	6	192,5	4	23,5	10	346,5	30	21
20. IX.		188,5	2,5	22	4,25	351	21	24
19. VII.	7	193	6,5	21,5	9,5	396,5	34	25
20. IX.		189	2,5	22	5,5	389,5	23	25
22. VII.	8	193	8,5	21,5	8,25	420,5	48,5	48
21. IX.	9	188,5	3	22	4,5	434,5	31	48
22. IX.	10	189	3	22	4,75	440,5	32	50

Bei den Unterscheidungszeiten ergaben sich im Mittel für sämmtliche benutzten Zahlen im allgemeinen dieselben Werthe, wenigstens konnten die geringen Unterschiede nicht wohl auf eine verschieden lange Apperceptionszeit der Zahlen zurückgeführt werden. Uebrigens machte sich gerade bei diesen Versuchen ein Umstand störend geltend, welcher hier nicht unerwähnt bleiben darf. Um überhaupt bei den

Unterscheidungsversuchen andere Zahlen zu erhalten, als bei den einfachen Reactionsversuchen, musste die Aufmerksamkeit bei beiden Versuchsgattungen eine möglichst gleiche sein; häufig jedoch wurde vom Reagirenden den Unterscheidungsversuchen größere Aufmerksamkeit zugewandt, als den einfachen Reactionsversuchen, und so ergab sich eine Anzahl von Beobachtungsreihen, welche negative Unterscheidungszeiten lieferten. Diese Reihen sind entweder ganz fortgelassen, oder es sind nur ihre Wahlzeiten verwerthet worden, die alsdann mit den Unterscheidungszeiten anderer, in dieselbe Versuchsgattung gehörender Reihen combinirt wurden, falls dieselben am nämlichen Versuchstage erhalten waren. Letzteres geschah indess nur bei den Versuchen über Unterscheidung und Wahl zwischen 5 und 6 Eindrücken, weil gerade hier beträchtlich weniger Versuche vorlagen.

Die absoluten Werthe der Unterscheidungszeiten für 2 bis 10 Eindrücke schwanken, wie ein Blick auf alle drei Tabellen zeigt, um einen Mittelwerth hin und her, ohne dass ein Aufsteigen derselben mit der Zunahme der Eindrücke sich geltend machte, wie man wohl erwarten könnte. Die Wahlzeiten bei *M. M.* und *J. M.* zeigen hingegen ein stetiges Wachsthum, das einer gegen die Abscissenachse (*A*-Achse) bald convexen, bald concaven Curve entspricht, die bei 10 Eindrücken ($A = 10$) bereits ihren höchsten Punkt nahezu erreicht zu haben scheint; auch weichen die Anfangsordinaten und besonders die Endordinaten dieser Curven nur wenig von einander ab, während, wie wir später genauer erfahren werden, der Verlauf beider Curven dennoch wesentliche Verschiedenheiten aufweist. Anders verhalten sich die Wahlzeiten bei *G. L.*; dieselben zeigen zwar auch eine Zunahme mit der Anzahl der Eindrücke, sind aber ihrem absoluten Werthe nach viel kleiner, als die der beiden andern Beobachter. Während jedoch bei letzteren nur sehr selten bei den Wahlversuchen eine falsche Reaction vorkam, die alsdann auch eine wesentlich verschiedene Zeit aufwies im Vergleich zu den andern Wahlzeiten und daher bei der Berechnung ausgeschlossen wurde, kamen bei *G. L.* häufiger Verwechslungen vor, eine Erscheinung, welche immer mit einer geringeren Wahlzeit bei den richtigen Reactionen verknüpft ist. Auch erreichen bei *G. L.* die mittleren Variationen bei den Wahlversuchen zum Theil die doppelte Höhe der entsprechenden Variationen bei den andern Beobachtern.

Einzelne, im ganzen nur wenige Reihen zeigten für alle in den vorangehenden Tabellen enthaltenen Zeiten wesentlich höhere Werthe, die zum Theil durch ausnahmsweise Störungen, denen der Reagirende ausgesetzt war, zum Theil aber durch Unvollkommenheiten der Versuchstechnik ihre Erklärung fanden. Namentlich war auf die Beleuchtung besonderes Augenmerk zu lenken. Waren die Reactionsobjecte nicht völlig hell, so ergaben sich sofort höhere absolute Werthe für die einzelnen Zeiten oder wenigstens größere Variationen. Bei 5 Reizen angekommen, wurden die Versuche in anderer Weise durchgeführt, als vorher, indem drei Beobachter zusammenwirkten, von denen der eine am Chronoskop die Zeiten abzulesen, der andere die übrigen Manipulationen auszuführen, der dritte zu reagiren hatte. Die dadurch bewirkte schnellere Aufeinanderfolge der Einzelversuche ergab für die ersten Versuchsreihen höhere Zeiten; dieselben erreichten bei *J. M.* in der ersten dieser Versuchsreihen im Mittel die folgenden Größen:

A	R	V_R	U	V_U	W	V_W	n
5	236	14	27	22	329	51	16

Als jedoch etwas langsamer vorgegangen wurde, ergaben sich wieder normale Zeiten.

Während so die vorstehenden Versuche wohl schwerlich genügen dürften, über die allgemeinen Normen des zeitlichen Verlaufes der Willensthätigkeit gewisse Gesetze aufzustellen und in die individuellen Verschiedenheiten derselben einen sicheren Einblick zu gewinnen, haben sie uns hingegen auf die Beachtung verschiedener Punkte hingewiesen, welche bei neuen Versuchen nicht außer acht gelassen werden durften. Diese bestanden: 1) in der Herstellung einer möglichst gleichmäßigen Beleuchtung, 2) in einer ziemlich schnellen, möglichst gleichmäßigen Aufeinanderfolge der Einzelversuche bei den verschiedenen Versuchspersonen, 3) in der Einhaltung einer möglichst gleichen Zwischenzeit zwischen den einzelnen Versuchstagen, 4) in der Wahl einer constanten Tageszeit für jede Versuchsperson, endlich 5) selbstverständlich in der Fernhaltung jedes störenden Einflusses.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, wurden in den nun folgenden Versuchen bei der Beleuchtung immer gleich viel Elemente benutzt, deren Zinkkolben oft amalgamirt wurden, während die verdünnte Schwefelsäure durch Hinzugießen einiger Tropfen Säure jedesmal an-

nähernd auf die frühere Concentrationsstufe gebracht war; es unterblieb ferner die sofortige Berechnung der Zeiten aus den Zeigerstellungen am Chronoskop vor und nach den Versuchen, bei denen überdies außer dem Reagirenden und dem Beobachtenden Niemand zugegen war. Um trotzdem den Gang der Versuche im allgemeinen verfolgen zu können, wurden in den Versuchspausen die Mittelwerthe der Reactions-, Unterscheidungs- und Wahlzeiten jeder Einzelreihe aus der Differenz der Zeigerstellungen der beiden letzten Versuche zweier aufeinanderfolgender Versuchsgattungen berechnet. Es wurde ferner bei jeder Versuchsperson nahezu dieselbe Anzahl von Versuchsreihen durchgeführt, und zwar wurden bis zu 7 Eindrücken an zwei verschiedenen Versuchstagen Versuche angestellt. Bei den Unterscheidungsversuchen folgten jedesmal 4 derselben und bei den Wahlen 8—10, im übrigen wurde die frühere Versuchsweise beibehalten.

Eine verschieden lange Apperceptionszeit für die verschiedenen Zahlen konnte auch hier bei keinem der Reagirenden constatirt werden. Was die Wahlzeiten anlangt, so galt es hier nur, die durch die Uebung noch nicht beeinflusste Normaldauer der Wahlacte kennen zu lernen; daher übersteigt die Anzahl der Wahlen, welche in sämmtlichen Reihen für die gleiche Anzahl von Eindrücken ausgeführt wurden, nie die Zahl 60, eine Zahl, die noch nicht groß genug war, um einen bestimmt hervortretenden Einfluss der Uebung auf die Wahlzeit erkennen zu lassen.

An den Versuchen nahmen die folgenden Herren in dankenswerther Weise Antheil: Dr. ph. Ernst Tischer (Dr. *T.*), stud. theol. et phil. Franz Krohn (*F. K.*), stud. theol. et phil. or. Richard Krohn (*R. K.*), cand. theol. Johann Hubrig (*J. H.*), sowie die Herren Lehrer Reinhold Eichler (*R. E.*), Louis Fliegel (*L. F.*) und August Bergmann (*A. B.*).

Während bei denjenigen Personen, die an derartigen Uebungen noch nicht theilgenommen, die an den ersten 2 Tagen gewonnenen Zahlen in der Regel noch unbrauchbar waren, konnten sämmtliche bei den Herren Dr. Tischer und J. Hubrig erhaltenen Zahlen bei Berechnung der nachfolgend verzeichneten Mittelwerthe Berücksichtigung finden. In den Tabellen halten wir an der bereits bei den früheren eingeführten Bezeichnungsweise fest und ordnen wiederum nach der Größe des Mittelwerthes der Wahlzeiten bei 2 Eindrücken.

Tab. V.

Reactionszeiten für die einzelnen Finger.

Reagirender.	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_I	R_{II}	R_{III}	R_{IV}	R_V
R. K.	194,2	194,5	192,1	197,1	193,9	193,9	193,6	195	201	200
F. K.	194,8	192,8	194,5	199,1	195	194	192,4	195	200,5	196
Dr. *T.*	177,4	176,5	176,6	179	174,3	170,4	170	171	183	182
J. H.	175	173,5	177	178	176	181	180,5	181	183,5	184
R. E.	184,6	185,4	185,3	190,4	190,5	188	189,2	190,3	194,5	193
L. F.	186,2	185	186,4	190,2	187	188,3	188	189	194	192
A. B.	185,6	185,5	184,4	186,6	183,4	184,3	183,5	184	183	185

Unterscheidungs- und Wahlzeiten.

Tab. VI.

R. K.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
27. VII. 82.	2	202	5	19	6,5	90	25	24
28. VII.		195	2,5	21	5	83	13	16
28. VII.	3	195	4	22	7	112,5	28	14
29. VII.		198,5	7,5	21	7	119	27	28
29. VII.	4	194	4,5	21	8	295	28,5	16
30. VII.		195	5,5	24,5	8	304	25	32
30. VII.	5	192	8	23,5	7	359	30	20
31. VII.		196	5,5	23	10,5	358	30	20
31. VII.	6	193	4	24	8,5	384	27	25
1. VIII.		194	3	26	6,5	394	32,5	25
1. VIII.	7	192	4,5	24	8,5	405,5	37	25
2. VIII.		193	3,5	24,5	7	406,5	40,5	25
2. VIII.	8	195	4	24	6,5	414,5	35,5	42
3. VIII.	9	194	3,5	23	8	418	32,5	40
4. VIII.	10	196	3	22	7	417	41	40

Tab. VII.

J. H.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
24. VIII.	2	179	5	25	8	97	26	32
25. VIII.		182	3	24	5,5	98	20	16
25. VIII.	3	173	5	24,5	7	144	17	30
27. VIII.		175	7	25	9	147	23	30
27. VIII.	4	174	2,5	24	5	221	24	32
28. VIII.		176	4	25	8,5	227	31	16
28. VIII.	5	179	3	25	5,5	295	25	32
29. VIII.		175,5	4	23	9	283	22	24
30. VIII.	6	178	5	26	6	324	28	30
31. VIII.		174	3,5	23,5	8	331	32	30
26. II. 83.	7	183	3,5	22,5	10	354	26	24
		180	3	26	9	342	30	30
27. II.	8	181,5	4,5	23	8,5	374,5	33	48
1. III.	9	182	3,5	23,5	6,5	399	36	48
2. III.	10	180	4	24	9	399,5	34,5	50

Tab. VIII.

R. E.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
20. IX. 82.	2	184,5	3	23,5	6	102	14	24
22. IX.		187	3	24	5	101	12	24
22. IX.	3	183,5	4,5	21,5	5	140,5	18	30
23. IX.		182,5	3	21	6	141	16	30
23. IX.	4	185,5	2,5	22	4,5	209,5	20,5	36
26. IX.		184	4	20	4,5	190,5	21,5	20
26. IX.	5	186,5	3,5	21,5	3,5	242	28	30
28. IX.		186	3,5	20	4	245,5	27,5	28
10. X.	6	187	3	21	3	261,5	29	30
11. X.		187	4	20,5	4	275,5	18	30
13. X.	7	189,5	3	20,5	3,5	308	22,5	55
14. X.	8	190	3	21	4	363	22	56
17. X.	9	189,5	3,5	20	4,5	394,5	20	55
18. X.	10	190	3,5	21	4	396	22,5	56

Tab. IX.

A. B.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
8. X.	2	187,5	2,5	20	3,5	105	12,5	32
11. X.		189,5	3	21	4,5	100,5	10,5	24
11. X.	3	187	2	20	5	186	13	30
14. X.		187	3,5	20	7	182	15,5	30
14. X.	4	188	3	20	4	210	15	32
18. X.		186,5	3,5	21	3,5	206,5	14	24
18. X.	5	185,5	3	20	5	287,5	19	32
21. X.		186	2,5	22	4,5	293,5	22	24
21. X.	6	183	4,5	20,5	6,5	308,5	16	30
25. X.		179	4	23	5	327	27	30
25. X.	7	183	3,5	21	4,5	356	24	30
28. X.		185	2,5	22	6	350,5	28	30
4. XI.	8	185	3	21	5	391	19	56
8. XI.	9	184	3,5	22	5,5	402,5	26	56
11. XI.	10	185	4	20	4,5	407	23	60

Tab. X.

L. F.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
2. X.	2	187	3,5	23	4	104,5	13	32
3. X.		188	4	19	4,5	108,5	9	24
3. X.	3	186	1,5	22	3	145	16	30
5. X.		186	3	22	4	142	21,5	30
5. X.	4	185	3,5	22	4,5	194	20	32
6. X.		187	5	20	3,5	206	21	24
6. X.	5	187	4	21	4,5	225	31	32
8. X.		186,5	6	23	5	231	23	24
8. X.	6	188	2,5	21	6	309	26	30
10. X.		187	3,5	22	4,5	314,5	29	30
10. X.	7	187	4,5	22	6	380	26	30
13. X.		187	2,5	21	4,5	369,5	32	30
15. X.	8	183	5	21	5,5	389	28	56
17. X.	9	188	4,5	19	7	397	35	56
21. X.	10	191	3,5	20	5,5	404	29	60

Tab. XI.

F. K.

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
27. VII.	2	197,5	5	21	6,5	125,5	17	24
28. VII.		197,5	3,5	20,5	7	116	14	16
28. VII.	3	197	4	21,5	11	143	18	14
29. VII.		198	7	22,5	6	154	25	28
29. VII.	4	197	5	22	9	172	14	16
30. VII.		195	3	21,5	6	182	21	32
30. VII.	5	194	5	21	12	203	21	20
31. VII.		195	7	20,5	7,5	198	19	20
31. VII.	6	194	6	22	13	249	20	25
1. VIII.		195	4	22	9,5	239	27	25
1. VIII.	7	192,5	5	20,5	11	304	28,5	25
2. VIII.		195	4	21	6	289	39,5	25
3. VIII.	8	194	6,5	20	9,5	357,5	34	42
4. VIII.	9	193,5	5,5	21,5	8	398	42	40
5. VIII.	10	195,5	4,5	21	6,5	402	39	40

Tab. XII.

Dr. *T.*

D	*A*	*R*	V_R	*U*	V_U	*W*	V_W	*n*
24. VIII.	2	184	4	25	6	154,5	25	32
25. VIII.		175,5	4	23,5	6	155	11,5	16
24. u. 25. VIII.	3	189	3,5	25	6	214	20	30
25. u. 26. VIII.		182	3	23,5	6	224	32	30
26. VIII.	4	172	5	24	6	259,5	30	32
28. VIII.		181	3,5	25	4	255,5	26	16
28. VIII.	5	181	4	24	5,5	308	22	24
29. VIII.		175	3	25	5	303	31	24
29. VIII.	6	175	4	25	5,5	336,5	21	25
30. VIII.		173	3,5	24	5	334	21	25
30. VIII.	7	171	3,5	24,5	5	359	29	30
31. VIII.		168	4	24,5	5	357,5	36,5	30
31. VIII.	8	172	4	24	6,5	382	24	48
1. IX.	9	176,5	3	24	5	393	23	48
3. IX.	10	173,5	3	24,5	5,5	395	20,5	50

Die erste dieser Tabellen (V) zeigt auf den ersten Blick, dass auch hier die Reactionszeiten für die einzelnen Finger wesentliche Verschiedenheiten nicht aufweisen; nur die Reactionszeiten für den vierten Finger sind im allgemeinen etwas beträchtlicher als die der übrigen; auch gelang es manchem der Reagirenden erst nach Ausführung einer Anzahl von Versuchen, bei den Wahlversuchen mit diesen Fingern zu reagiren, ohne gleichzeitig die 5. Finger mit emporzuheben.

Die Unterscheidungszeiten zeigen ebenfalls ein bestimmtes, mit der Zunahme der Eindrücke hervortretendes Wachsthum nicht, sie stimmen jedoch für die einzelnen Finger wesentlich besser überein, als diejenigen der früheren Versuchspersonen. Auch die mittleren Variationen V_U zeigen keine stetige Zunahme, sondern schwanken um einen Mittelwerth hin und her. Gleiches gilt von den mittleren Variationen V_R.

Bei den Wahlzeiten findet hingegen bei allen Reagirenden mit der Zunahme der Eindrücke ein stetiges Wachsthum statt, dieselben stimmen übrigens bei der gleichen Anzahl von Eindrücken an den beiden Versuchstagen zum Theil sehr gut überein, zum Theil zeigen sie eine geringe Abweichung, die deshalb nicht auf einen Einfluss der Uebung zurückgeführt werden kann, weil die Zahlen des zweiten Tages ebenso oft größer als kleiner wie diejenigen des ersten sind. Sie mögen z. Th. auf eine verschiedene Disposition zu den Versuchen,

z. Th. auf unbekannte Ursachen zurückzuführen sein; so schien z. B. die Helligkeit, welche im Versuchszimmer vorherrschte, auf die Resultate einen wenn auch geringen Einfluss auszuüben. Die mittleren Variationen V_W zeigen eine Zunahme mit der Anzahl der Eindrücke, die jedoch nicht regelmäßig auftritt.

Mit Rücksicht auf diese allgemeinsten Ergebnisse der vorliegenden Versuche wird es gestattet sein, die weitere Discussion an die Mittelwerthe aller Reactions- und Unterscheidungszeiten, sowie aller jeweils bei derselben Anzahl von Eindrücken gewonnenen Wahlzeiten anzuknüpfen. Wir zählen hier, wo es sich um Mittelwerthe aus Versuchen verschiedener Tage handelt, die Tagesmittel der einzelnen Versuchsgattungen nicht mehr m-fach, wenn sie selbst das Mittel aus m Versuchen sind, weil wir es für das wahrscheinlichste halten, dass bei unsern Versuchen der aus einer geringeren Anzahl von Beobachtungen hervorgegangene Tageswerth annähernd derselbe geblieben wäre, wenn man auch eine etwas größere Anzahl von Versuchen angestellt hätte. Wir betrachten also alle Tageswerthe als gleichbedeutend, zumal da in den meisten Fällen die Anzahl der Versuche an den 2 verschiedenen Tagen, wenn nicht völlig gleich, so doch wenig verschieden war.

A. Die Gesammtmittel der einfachen Reactionszeiten.

Berechnen wir die Gesammtmittel der einfachen Reactionszeiten aus den Tabellen, welche gleichzeitig die mittleren Variationen derselben enthalten, so ergeben sich für sämmtliche Versuchspersonen die in nachstehender Tabelle verzeichneten Zeiten.

Tab. XIII.

Reagirender:	Dr. *T.*	*J. H.*	*A. B.*	*L. F.*	*R. E.*	*J. M.*	*G. L.*	*M. M.*	*R. K.*	*F. K.*
R	176,6	178,1	185,4	186,9	187,2	189,9	190,6	191,6	195	195,4
V_R	3,6	4	3,2	3,8	3,4	4,8	5,8	4	4,5	5

Diese Zahlen reihen sich sämmtlich in die von verschiedenen Forschern für die rechte oder linke Hand bei Lichtreizen erhaltenen Reactionszeiten ein, sie bestätigen ferner von neuem die bekannte Thatsache, dass die Reaction auf einen Lichteindruck einen wesent-

lich größeren Zeitraum in Anspruch nimmt als die Reaction auf einen Schall- oder Tastreiz. So fanden z. B. für die Reactionszeiten auf Lichteindrücke:

Hankel,	Wundt,	Hirsch,	Donders,	de Jaager,	Buccola,
224,6	222	200	193	184	176

während Dr. Tischer[1]) bei Gelegenheit seiner Wahlversuche für die Reactionszeiten bei momentanen Schallreizen im Mittel zu folgenden Werthen gelangte:

W. Wundt,	Dr. *T.*	*J. H.*	*J. M.*
142	114	114	121,

welche etwa um den dritten Theil kleiner sind als die [in vorstehender Tabelle] für die nämlichen Reagirenden mitgetheilten Reactionszeiten bei Lichteindrücken. Herr Prof. Wundt[2]) hat bekanntlich für die Reactionszeiten bei Gesichts- und Gehörsreizen, welche eben nur die Reizschwelle erreichten, gleiche Werthe gefunden und führt daher diese Unterschiede bei stärkeren Reizen wenigstens zum Theil auf eine verschiedene Intensität des Erregungszustandes zurück, in den das Centralorgan des Bewusstseins durch die verschiedenen Sinnesreize versetzt werde.

Die geringen Werthe für die mittleren Variationen erklären sich zum Theil aus der großen Anzahl von Versuchen (etwa 300), welche in jedem Gesammtmittel enthalten sind, zum Theil durch die nämliche Ursache, welche zur Begründung der geringen Verschiedenheiten der Reactionszeiten für die einzelnen Finger namhaft gemacht wurde. Im allgemeinen weisen gerade die Personen, welche die längeren Reactionszeiten besitzen, auch die größeren Mittelwerthe für die mittleren Variationen auf, eine Erscheinung, die bei der Betrachtung der mittleren Variationen der Unterscheidungsversuche ihr Analogon finden wird.

B. Die Gesammtmittel aller Unterscheidungszeiten.

Die Mittheilung der Gesammtmittel sämmtlicher Unterscheidungszeiten (etwa 3—400), welche bei Benutzung von 2 bis zu 10 Eindrücken sich für die einzelnen Reagirenden herausgestellt haben,

1) Wundt, Philos. Studien, I., S. 536.
2) Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl., II., S. 224.

dürfte nur insofern Berechtigung haben, als bei den geringen Werthen und den unbedeutenden Differenzen der einzelnen Tagesmittel nur diese Gesammtmittel ein Urtheil über die etwaigen individuellen Differenzen in dem Apperceptionsvermögen der verschiedenen Versuchspersonen gewinnen lassen dürften. Die Berechnung derselben liefert folgende Werthe:

Tab. XIV.

Reagirender:	*A. B.*	*L. F.*	*F. K.*	*R. E.*	*M. M.*	*R. K.*	*J. M.*	Dr. *T.*	*G. L.*	*J. H.*
U	20,9	21,2	21,2	21,25	22	22,8	22,9	24,4	24,4	24,6
V_U	4,9	4,8	8,5	4,4	8,3	7,4	8,6	5,5	10,5	7,6

Die Verschiedenheiten, welche diese Gesammtmittel der Unterscheidungszeiten für die verschiedenen Reagirenden aufweisen, sind im Vergleich zu den geringen Werthen nicht unbeachtenswerth, dürften aber schwerlich auf Differenzen der psychophysischen Zeiträume der Apperceptionsdauer allein zurückzuführen sein, sondern möglicherweise durch verschiedene physiologische Verhältnisse des Sehorgans der Reagirenden zum Theil mitbedingt sein, zum Theil vielleicht auf einem verschiedenen Grade der Aufmerksamkeit beruhen, den die einzelnen Versuchspersonen den Unterscheidungsversuchen gewidmet haben. Ob die geringeren Werthe der Unterscheidungszeiten, sowie vor allem die erheblich kleineren Werthe der Gesammtmittel aller mittleren Variationen der Herren Lehrer *A. B.*, *L. F.* und *R. E.* durch deren Berufsthätigkeit theilweise ihre Begründung finden dürften, möge nur angedeutet, nicht entschieden werden.

Das Hauptergebniss aller Unterscheidungsversuche aber, nach welchem eine Zunahme der Unterscheidungszeiten bei Vermehrung der zu unterscheidenden Eindrücke sich nicht gezeigt hat, dürfte gewiss durch die Sicherheit ihre Erklärung finden, mit welcher die gewählten einfachen Zahlensymbole im Gedächtniss haften. Da bei der Größe der benutzten Zahlen und der guten Beleuchtung die Erkennung derselben immer leicht möglich war, so genügte es, die Aufmerksamkeit in völlig normalem Zustande zu erhalten, und ohne einen der zu erwartenden Eindrücke in den Vordergrund des Bewusstseins treten zu lassen, waren alle Eindrücke dem Reagirenden gleichwerthig.

Anders war dies bei den Unterscheidungsversuchen, welche von den Drr. M. Friedrich und E. Tischer angestellt wurden; beide Beobachter konnten eine Zunahme der Unterscheidungszeiten mit der Vermehrung der zu unterscheidenden Objecte deutlich wahrnehmen.

Dr. Friedrich vermuthet, dass der Unterschied der Unterscheidungszeiten beim Wechsel von 2 und 4 Farbenempfindungen in einem veränderten Zustande der Aufmerksamkeit zu suchen sei, da beim Wechsel von 4 Farben eine besondere psychische Thätigkeit nicht wohl vorhanden sein könne, die bei 2 Farben gänzlich fehle, und hält es für wahrscheinlich, dass die normale Spannung der Aufmerksamkeit bei 2 Eindrücken eine höhere sei, als wenn 4 derselben eintreffen können. »Im ersten Falle kann man sich beide Ereignisse noch vergegenwärtigen, das Bewusstsein ist nur von 2 Vorstellungsbildern in Anspruch genommen, im andern Falle sind es vier Vorstellungen, welche nicht gleichzeitig im Bewusstsein vorhanden sein können.«[1])

Wir können diesen Ausführungen nicht vollkommen beipflichten und vermuthen, dass die Verlängerung der Apperceptionsdauer bei 4 Farben noch auf weitere Ursachen zurückgeführt werden muss. Allerdings ist es bei 2 Farbenempfindungen wohl möglich, dass man jeweils die eine in den Vordergrund des Bewusstseins hebt und so, wenn dieselbe eintritt, eine kürzere Unterscheidungszeit erhält, ohne dass die Unterscheidungszeit beim Nichteintreten derselben für die andere Empfindung in gleichem Maße sich vergrößerte, ein Umstand, der bei 4 Farbenempfindungen seltener hervortreten dürfte, sodass also die Aufmerksamkeit in diesem Sinne wohl zur Erklärung herbeigezogen werden darf. Die Annahme jedoch, dass die Summe der normalen Aufmerksamkeit sich gewissermaßen auf die Anzahl der Eindrücke vertheile und dadurch mit Nothwendigkeit eine Zunahme der Unterscheidungszeiten bei jedem neu hinzutretenden Eindrucke bedingt sei, dürfte bei Erinnerungsbildern nicht diejenige Berechtigung haben, die ihr bei Eindrücken, die sich im Blickpunkt des Bewusstseins befinden, zukommen mag. Die Behauptung aber, dass eine größere Anzahl von Eindrücken nicht gleichzeitig im Bewusstsein vorhanden sein kann, bedarf jedenfalls einer weiteren Beschränkung. Sind die Eindrücke, welche ins Bewusstsein aufgenommen werden

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 58.

sollen, demselben völlig neu, so wird es allerdings nicht möglich sein, auf einmal und in einer kurzen Zeit eine größere Anzahl in dasselbe aufzunehmen und beim Eintritt eines solchen über sein Erinnerungsbild sicher zu verfügen.

Dies trifft indess bei Farbenempfindungen nicht völlig zu, da dieselben längst mehr oder weniger festes Besitzthum des Bewusstseins geworden sind. Erst weitere Untersuchungen werden daher die wahren Ursachen der größeren Unterscheidungszeiten bei 4 Farbenempfindungen aufdecken und zeigen, ob dieselben bei stärkerer Beleuchtung und größerer Sättigung überhaupt noch bestehen bleiben.

Neu waren dem Bewusstsein die Eindrücke, mit denen Dr. Tischer operirte, und überdies war hier durch physiologische und psychologische Bedingungen hinsichtlich der Anzahl der Eindrücke, welche es gleichzeitig aufnehmen konnte, eine enge Grenze gezogen. Wir wollen die einzelnen Momente, welche bei an Intensität gleichmäßig abgestuften Schalleindrücken, wie sie hier Verwendung fanden, auftreten, und auf welche Dr. Tischer an verschiedenen Stellen seiner Abhandlung hinweist, im Zusammenhange hervorheben und daran einige weitere Betrachtungen knüpfen.

Handelte es sich um 2 Schalleindrücke, so boten sich dem Reagirenden 2 Möglichkeiten dar, die auch combinirt auftreten konnten; er hielt entweder den einen Schall im Vordergrunde des Bewusstseins und verglich damit den anderen als den stärkeren oder schwächeren, oder er suchte beide Schalle gleichzeitig im Bewusstsein festzuhalten und verglich den empfangenen Eindruck mit diesen Erinnerungsbildern. Bei drei Eindrücken konnte, wie es bei Herrn Riedel der Fall war, entweder der mittlere in bevorzugter Weise im Bewusstsein bereit gehalten werden, um damit die beiden anderen als den schwächeren oder stärkeren zu vergleichen, oder es konnte das Bewusstsein wiederum allen gleiche Beachtung zuwenden. Bei vier und mehr Eindrücken blieb wohl in der Hauptsache die letzte Möglichkeit übrig, wiewohl eine gewisse Schätzung der jeweils gehörten Stärke im Hinblick auf das dem Bewusstsein gegenwärtige gesammte Schallintervall auch hier hinzutreten mochte. Dass bei dieser Sachlage eine Zunahme der Unterscheidungszeiten mit der Vermehrung der Eindrücke von vornherein zu erwarten steht, dürfte keinem Bedenken begegnen, doch dürfte dieselbe vorwiegend ihren Grund darin haben,

dass das Bewusstsein mit Eindrücken zu operiren hat, die demselben noch wenig geläufig sind.

Wählt man nur eine beschränkte Anzahl von an Intensität verschiedenen Schalleindrücken, so dürfte es meines Erachtens durch lange Uebung auch hier möglich sein, ein analoges Resultat zu erzielen, wie bei qualitativ verschiedenen, dem Bewusstsein bereits bekannten Eindrücken, wie andererseits die Ausführung von Unterscheidungsversuchen mit qualitativ verschiedenen, dem Bewusstsein noch nicht geläufigen Eindrücken ebenfalls auf eine Zunahme der Unterscheidungszeiten führen würde. Dass sich aber qualitativ verschiedene Eindrücke dem Bewusstsein viel rascher und sicherer einprägen, als an Intensität verschiedene Eindrücke, und dass gerade bei den letzteren außerordentliche individuelle Unterschiede vorherrschen, ist nicht nur von vornherein einleuchtend, sondern auch durch die genannten Untersuchungen klar erwiesen.

Da wohl die meisten Personen, welche an den Versuchen Dr. Tischer's theilnahmen, die einzelnen Schallstärken an jedem Versuchstage sich wieder in Erinnerung bringen ließen, so dürften diese Versuche uns die am meisten interessirenden, durch die Uebung noch nicht wesentlich beeinflussten Unterscheidungszeiten geben. In welcher Weise aber lange Uebung die Resultate zu modificiren vermag, ob sie sich, wie bei den Herren Dr. Tischer und Dr. Trautscholdt, auf jede Anzahl von Eindrücken in gleichmäßiger Weise erstreckt, oder ob sie bei einer beschränkten Anzahl von Eindrücken soweit gehen kann, dass sich ein Unterschied in den Unterscheidungszeiten bei 2, 3 . . . Eindrücken nicht mehr geltend macht, kann nur durch weitere experimentelle Forschungen entschieden werden.

Nach diesen Erörterungen dürfte das Hauptresultat unserer Unterscheidungsversuche leichter begreiflich erscheinen. Eine abschließende Untersuchung über die Unterscheidung von Zahlen war indess nicht unser Ziel, dieselbe hätte alsdann auch von den Wahlversuchen getrennt erfolgen müssen.

C. Die Gesammtmittel der Wahlzeiten.

Ordnen wir die Gesammtmittel (je 40—60 Versuche) der Wahlzeiten für alle Personen nach der Größe dieses Werthes bei 2 Eindrücken, so ergiebt sich die nachfolgende Tabelle:

Tab. XV.

A	Reagirender:	G. L.	J. M.	R. K.	J. H.	R. E.	A. B.	L. F.	M. M.	F. K.	Dr. T.
2	W	24,5	81,75	86,5	97,5	101,5	102,75	106,5	108,5	121,25	154,75
	VW	14,5	25,5	19	23	13	11,5	11	24,5	15,5	13,25
3	W	34	97,5	115,75	145,5	140,75	184	143,5	196,5	148,5	219
	VW	20,5	16,25	27,5	20	17	14,25	18,75	24	21,5	26
4	W	47	200,75	299,5	224	200	208,75	200	253,5	177	257,5
	VW	34	24,25	26,75	27,5	21	14,5	20,5	28,25	17,5	28
5	W	79	280,75	358,5	289	243,75	290,5	228	302	200,5	305,5
	VW	30,5	32,5	30	23,5	27,75	20,5	27	35,75	20	26,5
6	W	120,5	351	389	327,5	268,5	317,75	311,75	348,75	244	335,25
	VW	48	29,5	29,75	30	23,5	21,5	27,5	25,5	23,5	21
7	W	147,5	395,5	406	348	308	353,75	374,75	393	296,5	358,25
	VW	67	30,75	38,75	28	22,5	26	29	28,5	34	32,75
8	W	205,25	437	414,5	374,5	363	391	389	420,5	357,5	382
	VW	65,75	37,75	35,5	33	22	19	28	48,5	34	24
9	W	257	445,25	418	399	394,5	402,5	397	434,5	398	393
	VW	82	41	32,5	36	20	26	35	31	42	23
10	W	298	448	417	399,5	396	407	404	440,5	402	395
	VW	81,5	33	41	34,5	22,5	23	29	32	39	20,5

Um über den Verlauf der Wahlzeiten und der mittleren Variationen der Wahlreactionen bei den einzelnen Personen ein klareres Bild zu gewinnen, als es die Lectüre der vorangehenden Tabelle zu geben vermag, fügen wir derselben in Figur 3 (Taf. II) eine graphische Darstellung hinzu, aus welcher die absoluten Werthe der vorgenannten Größen annähernd entnommen werden können. Die Anzahl der Eindrücke ist als Abscisse eingetragen, die Ordinaten geben beziehentlich die entsprechenden Wahlzeiten und die mittleren Variationen in dem Maßstabe 1 mm = 0,01″.

Sämmtliche Curven sind gegen das Ende hin (für die Abscissen 8—10) nach der Abscissenachse concav gekrümmt; überdies zeigen sie alle mit alleiniger Ausnahme der Curve *G. L.* beim Uebergange von 9 zu 10 nur noch ein äußerst schwaches Ansteigen, ja bei *R. K.* ist die Ordinate für 9 Eindrücke sogar um ein geringes größer als diejenige bei 10 Eindrücken. Die größte Mannigfaltigkeit bietet der mittlere Theil (Abscissen 4—8) der verschiedenen Curven dar, in welchem convexe und concave Krümmung in verschiedener Weise abwechseln. Der erste Theil (Abscissen 2—4) hingegen ist bei den Curven *G. L.*, *J. M.*, *R. K.*, *J. H.*, *R. E.*, *L. F.* und *F. K.* convex, bei den Curven *A. B.*, *M. M.*, Dr. *T.* aber concav. Während so bei der einen Gruppe von Versuchspersonen die Wahlzeiten nur wenig anwachsen, wenn zu

2 Eindrücken noch ein dritter hinzutritt, dagegen stärker, wenn zwischen 4 Eindrücken zu wählen ist, gestaltet sich dieses Verhältniss bei der andern Gruppe gerade umgekehrt. Bei den meisten Individuen aber scheinen bereits von 9 Eindrücken an die Wahlzeiten nur noch ein langsames Wachsthum aufzuweisen.

Um die Grenzen näher kennen zu lernen, zwischen welchen sich die Wahlzeiten der verschiedenen Individuen bei den verschiedenen Anzahlen von Eindrücken bewegen, bilden wir zunächst die Differenzen D zwischen dem kleinsten und größten Werthe von W bei den einzelnen A unter Weglassung der Werthe von *G. L.* Das gibt für

$A =$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D =$	73	121,5	122	147,5	144	109,5	79,5	52,25	53
	Dr. *T.* u. *J. M.*		*R. K.* u. *F. K.*				*J. M.* u. *F. K.*	*J. M.* u. Dr. *T.*	

Demnach nehmen die individuellen Unterschiede bei den Wahlen für die betrachteten Individuen bis zu 5 Eindrücken zu und dann wieder ab, sie sind bei 9 und 10 Eindrücken am geringsten. Lassen wir aber die Resultate von *M. M.* und *J. M.*, bei welchen die Versuchsbedingungen weniger constante und mit den bei den übrigen Personen vorwaltenden weniger übereinstimmende waren, außer acht, so lauten diese Differenzen:

$A =$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D =$	68,25	103,25	122	147,5	144	109,5	57	25	22
	Dr. *T.* u. *R. K.*		*R. K.* u. *F. K.*					*R. K.* u. Dr. *T.*	

Hiernach sind die Unterschiede bei 9 und 10 Eindrücken im Vergleich zu den übrigen und in anbetracht der Natur dieser Versuche nur sehr gering, sodass sich also bei der größten Anzahl von Eindrücken, bis zu welcher vorgeschritten werden konnte, für die Wahlzeiten bei einer Reihe von Personen ziemlich übereinstimmende Werthe ergeben haben.

Um einen allgemeinen Ueberblick über die individuellen Unterschiede zu erhalten, haben wir in Figur 4 diejenigen Curventheile dargestellt, welche den größten und kleinsten Werthen bei den verschiedenen Personen bei jedem A entsprechen, und zwar sind in den ausgezogenen Curven die Werthe von *M. M.* und *J. M.* ausgeschlossen, dagegen in den unterbrochenen Curventheilen mit berücksichtigt worden.

Da gerade für diejenigen Personen, welche bei 2 Eindrücken im Vergleich zu anderen größere Wahlzeiten lieferten, die Wahlzeiten

bei 10 Eindrücken sich kleiner herausstellten, so fügen wir noch die Gesammtmittel aller Wahlzeiten und ihrer mittleren Variationen für sämmtliche Individuen bei, indem wir auch sie nach ihrer Größe ordnen.

Tab. XVI.

Reagirender:	*G.L.*	*F.K.*	*R.E.*	*L.F.*	*J.H.*	*A.B.*	*J.M.*	Dr.*T.*	*M.M.*	*R.K.*
W	134,6	260,6	268,4	283,8	289,4	295,8	304,2	311,1	321,9	322,7
VW	49,3	27,4	21,6	25,1	28,4	19,6	30	23,9	31	31,2

Diese Tabelle zeigt ebenfalls, dass die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit bei den vorliegenden Versuchen für die verschiedenen Reagirenden im allgemeinen nicht denselben Normen unterworfen sind.

Was die mittleren Variationen bei den Wahlversuchen anlangt, so seigen dieselben bei *G. L.* bis zu 9 und 10 Eindrücken ein fortdauerndes Wachsthum, bei den übrigen Personen dagegen, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, ein bestimmtes Wachsthum nur bis zu derjenigen Anzahl von Eindrücken, bis zu welcher die Wahlzeiten selbst in rascherem Wachsthum begriffen sind. Eine analoge Beziehung zwischen der Größe der Wahlzeiten und ihrer mittleren Variationen bei den verschiedenen Reagirenden, wie wir sie bei den einfachen Reactionen und Unterscheidungen constatiren konnten, zeigt sich hier nicht, im Gegentheil ergaben sich bei *G. L.*, der die kleinsten Wahlzeiten lieferte, gerade die größten mittleren Schwankungen.

Es fragt sich nunmehr, ob und in welchem Grade bei den vorliegenden Wahlversuchen die Uebung die Wahlzeiten beeinflusst hat. Um dies zu prüfen, wollen wir die Mittel der Wahlzeiten für die Finger der linken Hand mit den aus den entsprechenden Reihen berechneten Mitteln der Wahlzeiten für die rechte Hand vergleichen, d. h. also die durch die Uebung am wenigsten begünstigten Wahlzeiten den am meisten bevorzugten gegenüberstellen. Dabei ergeben sich für die rechte und linke Hand die folgenden Differenzen:

G.L.	*J.M.*	*R.K.*	*J.H.*	*R.E.*	*A.B.*	*L.F.*	*M.M.*	*F.K.*	Dr.*T.*
32	5	0,9	6,5	— 0,1	1,5	6	— 4	3	2,5

Dieselben sind also mit Ausnahme des ersten Werthes zum Theil verschwindend klein. Auffallend war bei Herrn Mehner der namentlich

bei den letzten Reihen deutlich hervortretende Umstand, dass die Wahlzeiten für die beiden letzten Finger beider Hände stets die kleinsten waren, ja zuweilen sich vom Mittel der Versuchsreihe ziemlich weit entfernten.

Um überhaupt die Verschiedenheiten der Wahlzeiten bei den einzelnen Fingern, welche den mannigfachsten Ursachen ihren Ursprung verdanken können, an einem Beispiele zu illustriren, wollen wir die Wahlzeiten für sämmtliche Finger, wie sie bei 10 Eindrücken gewonnen wurden, für jede Person mittheilen und unter *D* die Differenz der größten und kleinsten Werthe angeben.

Tab. XVII.

Reagirender:	1	2	3	4	5	I	II	III	IV	V	D
G. L.	260	269	262	249	306	324	348	328	303	369	120
J. M.	446	443	472	458	460	426	452	419	438	447	53
R. K.	444	396	383	418	410	402	416	397	439	444	61
J. H.	400	402	383	389	403	426	396	406	402	403	43
R. E.	400	408	399	391	393	382	403	396	404	392	26
A. B.	415	398	395	409	405	401	414	404	400	415	20
L. F.	418	403	407	398	379	396	414	418	407	398	39
M. M.	448	469	441	447	407	446	429	440	454	417	62
F. K.	383	406	387	421	432	401	411	403	390	438	55
Dr. *T.*	409	405	406	419	408,5	397	400	393,5	418	392	27

Die großen Unterschiede in den Wahlzeiten für die einzelnen Finger der rechten Hand im Vergleich mit denjenigen der linken Hand bei *G. L.* lassen vermuthen, dass derselbe den ersteren Wahlreactionen größere Aufmerksamkeit zugewandt als den letzteren. Auch da, wo bei 2 und 3 Eindrücken die 3 bis 5fache Anzahl von den hier benutzten Versuchen angestellt wurde, wie es bei *J. M.* und *M. M* der Fall war, machte sich nur ein geringer Einfluss der Uebung geltend. Betrachtet man allerdings die bei den meisten Versuchspersonen gewonnenen Wahlzeiten der ersten Versuchsreihen, so sind dieselben erheblich größer als die später gefundenen, allein sämmtliche Werthe dieser Reihen sind so inconstant, dass man aus ihnen nur schließen darf, die zu derartigen Versuchen überhaupt nöthige Uebung sei noch nicht erlangt gewesen.

III. Ueber den Einfluss der Uebung bei den Wahlversuchen.

Beim Studium des Einflusses, den eine länger dauernde Uebung auf die Wahlzeiten hervorbringt, fragt es sich nicht nur, auf welche Minimalzeit die Dauer eines Wahlactes herabgedrückt werden kann, sondern es ist von ebenso großem Interesse, den Gang der Uebung im Einzelnen kennen zu lernen, zu erfahren, wie sich die Wahlzeiten an einem Tage und im Verlauf mehrerer Tage ändern.

Da ferner gerade bei der Untersuchung der Uebung erhebliche individuelle Differenzen bei verschiedenen Reagirenden zu erwarten sein dürften, so empfiehlt es sich auch hier, die Versuche wenigstens an 2 Personen durchzuführen. Ueberall jedoch, wo individuelle Unterschiede studirt werden sollen, ist eine möglichst peinliche Festhaltung an den gleichen Versuchsbedingungen bei den verschiedenen Versuchspersonen geboten, die sich indess nicht mehr auf die Anzahl der Versuche erstrecken kann, wenn man bei allen Reagirenden das Minimum der Wahlzeiten so weit als möglich erreichen will. Es wird alsdann bei der Vergleichung der Wahlzeiten verschiedener Personen in Erwägung zu ziehen sein, wie viele Versuche bis zur Gewinnung der jeweils in Betracht kommenden Zeiten angestellt wurden.

Daher führten wir die im nachfolgenden mitzutheilenden Versuche an 2 von denjenigen Versuchspersonen (*R. K.* und *A. B.*) durch, welche an anderen, als den im vorangehenden behandelten Wahlversuchen noch nicht theilgenommen hatten, und zwischen deren bereits mitgetheilten Wahlzeiten schon ziemlich hohe individuelle Differenzen obwalteten. Um ferner einen etwas tieferen Einblick in die hauptsächlichsten Ursachen der erheblichen Verminderung der Wahlzeiten, die in wider Erwarten kurzer Zeit hervortrat, zu gewinnen, ließ ich auch an mir selbst eine Reihe von Versuchen anstellen, deren Ausführung die Herren G. Lorenz und A. Bergmann gütigst übernahmen.

Die früher beobachtete Versuchsanordnung wurde bei den hier zu besprechenden Versuchen in einer Weise abgeändert, welche einen schneller hervortretenden Einfluss der Uebung erwarten ließ. Es wurden nämlich die einfachen Reactionsversuche vollständig weggelassen und innerhalb kleiner Pausen folgten Versuchsreihen von je 15—16 Beobachtungen nach dem Schema:

2—3 Vers. mit Unterscheidung mit dem Finger m: $Ru_{(m)}$
10 Vers. mit Unterscheidung und Wahl: Ruw
2—3 Vers. mit Unterscheidung mit dem Finger n: $Ru_{(n)}$,

in welchem für m und n in beliebiger Reihenfolge, doch mit möglichster Abwechslung je zwei der in Betracht kommenden Finger gewählt wurden. Die Versuche wurden überdies nur bei Benutzung von 2, 5 und 10 Eindrücken ausgeführt und so lange fortgesetzt, bis sich bei jeder Anzahl von Eindrücken bei etwa 100 Versuchen eine erhebliche Abnahme nicht mehr herausstellte.

Um die Wahlzeiten Schritt für Schritt verfolgen zu können, musste die Berechnung derselben sich an jede einzelne Reihe anschließen. Da aber bei 5 und 10 Eindrücken in jeder Einzelreihe nur Unterscheidungsreactionen für 2 Finger vorlagen, musste die frühere Berechnungsweise dahin abgeändert werden, dass das Mittel aus diesen *Ru*-Zeiten auch zur Berechnung der Wahlzeiten der andern Finger verwerthet wurde.

Die Zeiten für die Unterscheidungsreactionen, welche wir möglichst bei normaler Spannung der Aufmerksamkeit ausführen ließen, schwankten um einen Mittelwerth hin und her und bewegten sich während der ganzen Versuche bei *R. K.* innerhalb des Intervalles 210—229 und bei *A. B.* innerhalb des Intervalles 205—219; bei mir selbst konnten wegen der beschränkten Zeit, in der die Versuche zu einem gewissen Abschluss gebracht werden mussten, nur die nothwendigsten *Ru*-Zeiten mitbestimmt werden.

Diejenigen aufeinanderfolgenden Reihen, bei welchen die Mittelwerthe der Wahlzeiten nicht eine Differenz von 0,01″ zeigten, sind wieder zum arithmetischen Mittel vereinigt worden; bei 10 Eindrücken wurden überdies die Wahlzeiten für die Finger der rechten und linken Hand $W_{(r)}$ und $W_{(l)}$ besonders berechnet, da dieselben bei allen Reagirenden anfangs wesentliche Differenzen darboten, die gegen das Ende der Versuche mehr und mehr schwanden.

In den folgenden Tabellen ist unter n die jeweils zum Mittel vereinigte Anzahl der Wahlzeiten angegeben, und zwar sind die letzteren in der Reihenfolge mitgetheilt, in welcher sie erhalten wurden. Im übrigen sind die früheren Abkürzungen beibehalten; die Ordnung ist nach der Größe des Minimalwerthes erfolgt, den die Wahlzeit zwi-

schen zwei Bewegungen bei den verschiedenen Reagirenden erreicht hat.

Tab. XVIII.

Wahlzeiten zwischen 2 Bewegungen (A_2).

J. M.				*R. K.*				*A. B.*			
D	*W*	V_W	*n*	*D*	*W*	V_W	*n*	*D*	*W*	V_W	*n*
29. III. 83.	80	24	20	24. II.	97	31	20	10. III.	98	16,5	10
	68,5	21	30		85	23	30		86	12	30
	57	19,5	30		104	21	10		75	13,5	30
30. III.	70,5	26,5	10	25. II.	95	37	10		114[1]	56	10
	59,5	21	20		82,5	28	30	12. III.	89	17	10
	48	24	30	26. II.	93	23	10		78	12,5	20
31. III.	61	24	10		76	22	20		67,5	16	40
	50	19,5	50		65	28	20	14. III.	79	15	10
				27. II.	81	30	10		71,5	10,5	20
					66	18	10		62	14	40
					55	27	40	17. III.	73,5	12,5	20
				28. II.	70	15	10		62,5	10	60
					53,5	25,5	50				

Tab. XIX.

Wahlzeiten zwischen 5 Bewegungen (A_5).

J. M.				*R. K.*				*A. B.*			
D	*W*	V_W	*n*	*D*	*W*	V_W	*n*	*D*	*W*	V_W	*n*
2. IV.	239	40	10	1. III.	286	41	10	18. III.	249	42	10
	210	34,5	20		254	35,5	10		221	21	20
	185,5	45	30		220	29,5	40		205	29	50
	170	33,5	40	2. III.	205	30,5	10	19. III.	170	35	20
3. IV.	183	29	10		162	42	20		141,5	27,5	30
	151	24	20		120	29	20		125	28	30
	120	33	20	3. III.	135	38	10	21. III.	139	32	10
	108	38	10		99	32,5	20		124	25,5	20
	95	32	20		73	33,5	30		113,5	19,5	50
	82	27	20	4. III.	95	41,5	10	22. III.	124,5	24	20
4. IV.	98	35	10		70,5	36	50		114,5	19,5	60
	83	31,5	50	5. III.	87	28,5	10				
					71,5	31	50				

1) Durch eine zufällige Störung veranlasst.

Wahlzeiten zwischen 10 Bewegungen (A_{10}).

Tab. XX.

J. M.

D	$W_{(r)}$	$V_{W(r)}$	$W_{(l)}$	$V_{W(l)}$	W	V_W	n
4. IV.	358	52	385	32	370	39	10
	296,5	36	398	40	347	38	20
	297	26	313	45	305	35,5	20
	239	29	297	39	268	34	30
5. IV.	250	39	316	51	289	46	10
	212	45	258	31	230	38	20
	185	39,5	215	46,5	200	43	30
	167	28,5	193	36	180	32	40
6. IV.	168	29	243	42	205,5	35,5	10
	112	38	175	28	143,5	33	10
	98	27	129	32	113,5	29,5	20
	92	35	108	39	100	37	20
	93,5	26	124	31	109	28,5	10
	94	31,5	105	42	99,5	37	50

Tab. XXI.

R. K.

D	$W_{(r)}$	$V_{W(r)}$	$W_{(l)}$	$V_{W(l)}$	W	V_W	n
6. III.	290	40	386	36	338	38	10
	276	29	351	41	313,5	35	20
	270	36	329	42	299,5	39	30
8. III.	238	39,5	324,5	51,5	281	45,5	10
	220	41	302	35	268	38	20
	210	31	250	45	230	38	30
9. III.	169	36	216	49	188	41	20
	147	42	196	44	171,5	43	10
	119	31	180	39	155,5	36	20
10. III.	117	27,5	146	36	131,5	32	10
	97	45	113	22	103,5	33,5	20
	76	29	91	39	83,5	34	40
12. III.	88	31	104	35	97,5	39,5	10
	76	23,5	85,5	36	81,5	30,5	60

Tab. XXII.

A. B.

D	$W_{(r)}$	$V_{W(r)}$	$W_{(l)}$	$V_{W(l)}$	W	V_W	n
29. III.	280	32	317	26,5	298,5	29	10
	266	26	290	18	275,5	23	20
	250	35	281	31	259,5	32	20
	233	19	265	39	246	27	20
31. III.	243	18	274	26	258,5	22	20
	212	30	234	39	223	34,5	30
	189	31	210	23	197,5	28	30
1. IV.	211,5	24	230	32	219	27	10
	170	23	219	27	189,5	24,5	30
	155	26	172	32	163,5	29	40
3. IV.	176	29	197	39	186,5	34	10
	160	24	182	30	173	27,5	20
	160,5	20	164,5	29	162,5	24,5	70

Um zunächst den Gang der Uebung klarer zu überschauen, wollen wir die bei jeder Anzahl von Eindrücken gewonnenen Wahlzeiten graphisch darstellen, indem wir dieselben in dem früheren Maßstabe (0,01″ = 1 mm) als Ordinaten auftragen und die Anzahl der Versuche als Abscissen benutzen. (10 Vers. = 1,5 mm.) Bei *A. B.* soll der in Folge einer zufälligen Störung die übrigen Werthe weit an Größe übertreffende Werth 114 bei 2 Eindrücken nur durch eine unterbrochene Linie charakterisirt werden. (Figur 5.)

Die vielfachen Umkehrpunkte der Curven zeigen, dass mit wenigen Ausnahmen der Werth der ersten Reihe eines jeden Versuchstages größer ist, als der am vorangehenden Tage zuletzt gewonnene Werth; für jeden einzelnen Tag aber lässt sich die Uebung durch eine stetige Curve darstellen, welche in der weitaus überwiegenden Anzahl von Fällen gegen die Abscissenachse durchaus convex ist, seltener als gerade Linie sich darstellt und noch seltener abwechselnd convexe und concave Krümmung aufweist.

Demgemäß nehmen die Wahlzeiten eines Tages im allgemeinen anfangs schneller ab, als gegen den Schluss der Versuche. Dieselben wurden übrigens stets dann abgebrochen, wenn sich infolge der Ermüdung wieder längere Zeiten herausstellten.

In vielen Fällen ist die Abnahme der Wahlzeiten am 2. Versuchstage erheblicher als am ersten, während an den folgenden Tagen der Einfluss der Uebung rasch eine Grenze erreicht. Während ferner bei

2 Eindrücken der Mittelwerth der ersten 10 Wahlzeiten bei *R. K.* etwas größer als der früher gefundene ist, bei *J. M.* und *A. B.* demselben annähernd gleichkommt, weisen bei 5 und 10 Eindrücken die ersten Reihen bereits beträchtlich niedrigere Werthe auf, als die früher erhaltenen. Eine Vergleichung derselben führt zu den in nachstehender Tabelle verzeichneten Differenzen (*D*); der unter *W* zuerst verzeichnete Werth ist der früher gefundene.

Tab. XXIII.

	$A = 2$.			$A = 5$.			$A = 10$.		
Reagirender.	*W*		*D*	*W*		*D*	*W*		*D*
J. M.	81,75	80	1,75	280,75	239	41,75	448	370	78
R. K.	86,5	97	—10,5	358,5	286	72,5	417	338	79
A. B.	102,75	98	4,75	290,5	249	41,5	407	298,5	108,5

Da die Mittelwerthe der Differenzen der Wahlzeiten für die Finger der rechten und linken Hand am ersten Versuchstage für die verschiedenen Reagirenden die folgenden:

J. M.	*R. K.*	*A. B.*
50,5	57,5	31

sind, und sich bereits bei 5 Eindrücken für die neu hinzugekommenen Zahlen etwas größere Wahlzeiten herausstellten, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die obigen geringeren Werthe auf eine Nachwirkung, beziehentlich eine Uebertragung der Uebung zurückzuführen sind, welche bei den vorangehenden Versuchen bei der geringeren Anzahl von Eindrücken gewonnen worden ist.

Die mittleren Variationen zeigen keine durchgehende Ab- oder Zunahme vom Beginn der Versuche der nämlichen Gattung bis zu Ende derselben; die Gesammtmittel derselben bei den einzelnen Reagirenden gibt die nachfolgende Tabelle, welche unter *J. M.*, *R. K.* und *A. B.* in der 2. Columne die Mittelwerthe der früher erhaltenen Variationen bei der gleichen Anzahl von Eindrücken enthält.

Tab. XXIV.

A	*J. M.*		*R. K.*		*A. B.*	
2	22,5	25,5	25,3	19	17,1	11,5
5	33,5	32,5	34,5	30	27,5	20,5
10	36,2	33	37,4	41	28,6	23

Die Zunahme der mittleren Variationen, welche im allgemeinen etwas größer als die bei den früheren Versuchen gefundenen sind, ist hiernach von 2 zu 5 Eindrücken wesentlich größer, als die Zunahme von 5 zu 10 Eindrücken. Auch kam bei den vorliegenden Wahlversuchen zuweilen eine falsche Reaction vor, die dann in der Regel in viel zu kurzer Zeit erfolgte.

Bei allen Versuchspersonen resultirt ferner für die Gesammtmittel der Variationen der Wahlreactionen der linken Hand ein größerer Werth, als für die analogen Werthe der rechten Hand. Die Differenzen betragen für *J. M.*, *R. K.* und *A. B.* beziehentlich 3,8, 4,9 und 3,9. Da auch die bei jeder Anzahl von Eindrücken zuletzt gewonnenen Wahlzeiten für die rechte und linke Hand bei allen Reagirenden noch kleine Differenzen aufweisen, so ergibt sich das bei der Anordnung der Versuche von vorn herein zu erwartende Resultat, dass die linke Hand für die Wahlen in geringerem Maße geübt ist, als die rechte.

Wir haben uns jetzt einer vergleichenden Betrachtung der gefundenen Minima der Wahlzeiten mit den früher erhaltenen, durch die Uebung noch nicht beeinflussten Zeiten zuzuwenden. Zu dem Ende geben wir in der nachfolgenden Tabelle unter *J. M.*, *R. K.* und *A. B.* in der ersten Columne die früheren Wahlzeiten, in der zweiten die bei den vorliegenden Versuchen erhaltenen Minima, unter *D* die Differenzen beider Zeiten und unter *V* die Verhältnisse, in welchen die letzteren im Vergleich zu den ersteren sich verringert haben. Die Columne *n* gibt überdies die Anzahl der Versuche an, welche zur Gewinnung der mitgetheilten Minimalwerthe erforderlich war. (Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Anzahl von Versuchen, bei welcher der mitgetheilte Werth bereits nahe erreicht war.)

Tab. XXV.

A	*J. M.*		*D*	*V*	*n*	*R. K.*		*D*	*V*	*n*	*A. B.*		*D*	*V*	*n*
										(210)					
2	81,75	48	33,75	1,71	140	86,5	53,5	33	1,62	270	102,75	62	40,75	1,66	220
5	280,75	82	198,75	3,42	200	358,5	70,5	288	5,09	230	290,5	113,5	177	2,56	240
					(240)					(240)					(230)
10	448	99,5	348,5	4,50	300	417	81,5	335,5	5,10	310	407	162,5	244,5	2,50	330

Die Betrachtung der einzelnen Werthe der Columnen *D* bei den verschiedenen Reagirenden zeigt, dass die absolute Abnahme der

Wahlzeiten mit Zunahme der Eindrücke ganz erheblich wächst; dasselbe gilt bei *J. M.* auch noch für die Größen *V*, bei *R. K.* und *A. B.* ebenfalls beim Uebergange von 2 zu 5 Eindrücken. Dagegen lässt die Vergleichung der bei den verschiedenen Reagirenden gefundenen correspondirenden Werthe von *D* und *V* neben einzelnen übereinstimmenden Werthen auch sehr bedeutende individuelle Unterschiede wahrnehmen, namentlich bei 5 und 10 Eindrücken. Während hier *R. K.* früher die größten Werthe lieferte und *A. B.* wesentlich niedrigere, bieten die Minima der Wahlzeiten gerade das umgekehrte Verhältniss dar. Eine genauere Vergleichung der früheren Werthe mit den Minimalwerthen gestattet die graphische Darstellung derselben im früher angewandten Maßstabe. (Figur 6.) In derselben charakterisiren von den zwei jeweils zusammengehörigen Curven die oberen die früher bei 2, 5 und 10 Eindrücken gewonnenen Wahlzeiten, während die unteren die bei den nämlichen Anzahlen von Eindrücken für die Wahlacte erhaltenen Minimalzeiten zur Darstellung bringen. Die Vergleichung beider Curven bei jeder Versuchsperson zeigt augenscheinlich, dass die Uebung die Curve für die Wahlzeiten der Abscissenachse mehr und mehr zu nähern und derselben parallel zu machen strebt. Ob dies durch weitere, in kleineren als täglichen Pausen aufeinander folgende Versuche noch weiter zu treiben möglich ist, muss vorläufig unentschieden bleiben.

IV. Versuch einer Erklärung der Hauptergebnisse. Rückblick auf die Resultate anderer Beobachter.

Die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse unserer Wahlversuche, welche noch eine nähere psychologische, beziehentlich physiologische Erklärung erheischen, lassen sich in die folgenden Sätze zusammenfassen:

1) Die Wahlzeiten zeigen bei allen Reagirenden beim Uebergange von 2 zu 10 Eindrücken ein mit der Vermehrung der Eindrücke parallel gehendes Wachsthum, welches anfangs erheblich schneller als gegen das Ende erfolgt.

2) Die Wahlzeiten der verschiedenen Reagirenden zeigen wesentliche individuelle Unterschiede, welche bei 2 Eindrücken bereits her-

vortreten, bis zu 5 Eindrücken bedeutend wachsen, dann wieder abnehmen und bei 10 Eindrücken fast völlig schwinden.

3) Eine länger dauernde Uebung sucht die Wahlzeiten bei jeder Anzahl von Eindrücken wesentlich zu vermindern und zwar um so stärker, je größer die Anzahl der Eindrücke oder die ursprüngliche Wahlzeit ist.

4) Der Einfluss der Uebung äußert sich im Verlaufe eines Versuchstages anfangs stärker als gegen das Ende der Versuche, auch weisen die ersten Versuche eines Tages in der Regel größere Wahlzeiten auf, als die letzten des vorangehenden Tages.

5) Die Minima der Wahlzeiten bei 2, namentlich aber bei 5 und 10 Eindrücken zeigen bei den einzelnen Reagirenden wesentliche individuelle Differenzen.

6) Die mittleren Variationen zeigen bei allen Wahlversuchen im allgemeinen ein bestimmtes Wachsthum nur bis zu der Anzahl von Eindrücken, bis zu welcher die Wahlzeiten selbst noch in rascherem Ansteigen begriffen sind.

Die folgenden Ausführungen schließen sich an die Theorie des Willens an, welche Herr Prof. Wundt[1]) in der 2. Auflage seiner physiologischen Psychologie und in den philosophischen Studien entwickelt hat, und gründen sich in ihrem physiologischen Theile auf die hypothetischen Voraussetzungen, welche im ersteren Werke bei Erörterung der physiologischen Function der Centraltheile (siehe Th. I, S. 218 f.) über das Apperceptionsorgan gemacht worden sind. Auf Grund der letzteren gestaltet sich der Vorgang, wie er uns bei den Wahlen entgegentritt, etwa in folgender Weise.

Durch den Sehnerven zugeleitet, wirkt auf das Sehcentrum irgend einer der jeweils in Betracht kommenden Zahleneindrücke, wird nach dem sensorischen Schriftcentrum geleitet und auf Wegen appercipirt, die von den genannten Centren nach dem Apperceptionscentrum führen. Um alsdann den appercipirten Eindruck durch eine von ihm abhängige und noch nicht eingeübte Reactionsbewegung (also nicht etwa durch Nachschreiben oder Nachsprechen) zu beantworten, wird die Apperceptionsthätigkeit von den in das Apperceptionscentrum

1) Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl., II, S. 205 f. Philos. Studien, I, S. 337 f.

tionscentrum einmündenden, bereits mehr oder weniger unter der Herrschaft des Willens stehenden Leitungen eine auszuwählen haben, welche die vom Willen ausgehende Erregung nach den bei der Reaction betheiligten Nerven und Muskeln führt. Bei den meisten Wahlreactionen scheint es übrigens, dass der Wille, nachdem er den die Bewegung auslösenden Impuls nach einer Richtung gesandt hat, zu wirken aufhört, es sei denn, dass er, wie es bei den Wahlversuchen zwischen Bewegung und Ruhe öfters eintreten mag, einen stärkeren Impuls nachsende, welcher den ersten noch zu hemmen vermag. Zuweilen werden allerdings auch bei den Wahlen zwischen mehreren Bewegungen dem Willensimpulse, welcher die Reaction wirklich herbeiführt, einzelne schwächere, dasselbe anstrebende Impulse vorangehen. Durch fortgesetzte Uebung wird jedoch nicht allein die Apperception der Leitungsbahnen wesentlich schneller erfolgen, sondern es werden auch die letzteren selbst zur Leitung eines Erregungsvorganges mehr und mehr disponirt, je häufiger ein solcher in derselben Richtung geleitet wird. [1])

Wie schnell aber bei den durch die Uebung noch nicht beeinflussten Wahlversuchen die Auswahl der Bewegungsrichtung im Apperceptionscentrum erfolgt, wird wesentlich von dem Grade der Aufmerksamkeit abhängen, welche man den verschiedenen in Betracht kommenden Leitungsbahnen zuzuwenden vermag. Dabei verstehen wir unter Aufmerksamkeit die Adaptation des Apperceptionsorganes auf die zu appercipirenden Vorstellungen, also hier auf die einzelnen Bewegungsreactionen [2]). Handelt es sich nur um 2 oder 3 derselben,

1) Vergl. Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl., I, S. 269.

2) Die Aufmerksamkeit kann hier insofern eine willkürliche genannt werden, als der Wille die Ursache der Adaptation ist, von ihm die Stärke derselben abhängt. Bei der unwillkürlichen Aufmerksamkeit ist es einerseits die Qualität und Stärke der Reize, andererseits deren specifischer Gefühlswerth, welcher die Adaptation hervorruft (vergl. Wundt, Philos. Studien, I, S. 346 f). Ist die Aufmerksamkeit durch einen äußeren Reiz von besonderer Stärke und hohem Gefühlston hervorgerufen oder willkürlich auf äußere Reize adaptirt worden, so scheint es, dass sie in beiden Fällen durch die Willensthätigkeit in höherem oder niederem Grade erhalten werden muss, um eine mehr oder weniger deutliche Apperception zu ermöglichen. Ferner wird stets, wenn auf beiderlei Reize eine Reaction erfolgt, dieselbe durch einen Willensimpuls ausgelöst werden, dem die Apperception der Bewegungsvorstellung vorangegangen ist. Dem ersten Falle, wo die Adaptation unwillkürlich hervorgerufen wird, entsprechen übrigens die in sehr kurzer Zeit erfolgenden

so wird es vielleicht jedem Reagirenden möglich sein, dieselben sofort zu appercipiren, treten aber mehrere hinzu, so wird die Apperception derselben immer schwieriger und undeutlicher, bis bei einer bestimmten Anzahl die Möglichkeit, dieselben als getrennte Objecte zu erkennen, völlig aufhört.

Bei einer geringen Anzahl von Eindrücken kann es freilich auch vorkommen, dass sich die Aufmerksamkeit nach außen dem einen in bevorzugter Weise adaptirt, wodurch eine schnellere Apperception desselben erzielt wird, während sie nach innen gleichzeitig der entsprechenden Bewegungsreaction in stärkerem Grade zugewandt ist, ein Umstand, der eine wesentliche Verminderung der Wahlzeit herbeiführt. Doch sind die in diesem Falle erhaltenen Zeiten, welche bei unsern Versuchen übrigens nur sehr selten auftraten, in der Regel so kurz, dass sie gänzlich aus der Reihe der übrigen herausfallen.

Die Apperception verschiedener Bewegungsvorstellungen weist eine unverkennbare Analogie mit der Apperception äußerer Eindrücke auf. Denken wir uns etwa auf eine Fläche von beliebiger Größe 2 Punkte gezeichnet, so wird es keine erhebliche Mühe verursachen, sie gleichzeitig mit gleicher Energie zu appercipiren; lassen wir aber neue Punkte hinzutreten, so wird dies immer schwieriger werden, bis bei einer gewissen Zahl diese Möglichkeit ganz aufhört. Es findet hier derjenige Vorgang statt, den wir als eine Erweiterung des Blickpunktes, des Bewusstseins bezeichnen können, mit der zugleich eine Verminderung seiner Helligkeit eintritt.[1]) Um alsdann bei verschiedenen Anzahlen von Punkten, die sich vielleicht durch verschiedene Größe oder Farbe unterscheiden und denen man gleichzeitig seine Aufmerksamkeit zuwendet, von einem bestimmten Momente an einen allein zu appercipiren, wird man verschiedene Zeiten nöthig haben; bei 2 Punkten wird dies relativ sehr schnell geschehen, bei der Zunahme der Eindrücke werden auch jene Zeiten anwachsen, bis man zu der Anzahl von Punkten kommt, für welche eine gleichzeitige Apperception nicht mehr möglich ist. Hier wird dann jene Zeit einen

---

Reactionen, welche bei Unterscheidungs- und einfachen Reactionsversuchen gelegentlich auf einen Reiz erfolgen, welcher überhaupt eine Reaction nicht zu veranlassen hat, dem letzteren Falle, in dem die Adaptation willkürlich erfolgt, beispielsweise alle regelmäßig verlaufenden Unterscheidungs- und Wahlversuche.

1) Wundt, Physiol. Psychologie, 2. Aufl., II, S. 206.

Werth erreicht haben, der bei weiterer Zunahme sich jedenfalls in ganz anderer Weise ändert, vielleicht auch innerhalb gewisser Grenzen constant bleibt.

Den einzelnen Punkten sind in unserem Falle die einzelnen Bewegungsvorstellungen äquivalent, welche ebenfalls nur bis zu einer gewissen Anzahl gleichzeitig und als getrennte Gebilde ins Bewusstsein gehoben werden können. Jener Moment aber, von dem an man dieselben nicht mehr in den Blickpunkt des Bewusstseins oder dessen Nähe zu heben vermag, scheint da einzutreten, wo eine wesentliche Zunahme der Wahlzeiten und ihrer mittleren Variationen bei der Zunahme der Eindrücke nicht mehr hervortritt. Doch sind wir zu der Annahme, dass alsdann eine Zunahme der Wahlzeiten überhaupt nicht mehr stattfinde, dass also die Curve für die Wahlzeiten eine horizontale Asymptote besitzen werde, nicht berechtigt; man kann vielmehr vermuthen, dass die Wahlzeit von jenem Momente an bei fortwährender Vermehrung der Eindrücke eine Zeit lang stationär bleibt, dann aber wieder ansteigt und schließlich ins Unendliche sich erhebt, wenn man davon absieht, dass das Vorhandensein einer beschränkten Zahl von Bewegungen dem Ansteigen jener Curve ein bestimmtes Ziel setzt. (Vgl. 1, S. 117.)

Um ferner auf Grund dieser Ausführungen die in 2) (S. 117 u. 118) ausgesprochenen individuellen Unterschiede zu erklären, wollen wir zwei extreme Individuen *A* und *B* bei den Wahlen verfolgen.

Beide werden bei 2 Eindrücken die entsprechenden Bewegungsreactionen noch zu appercipiren vermögen und eine verschiedene Wahlzeit wird ausschließlich durch einen verschiedenen Grad der Aufmerksamkeit bedingt sein. Tritt ein neuer Eindruck hinzu, so schärft *A* seine Aufmerksamkeit und hält die entsprechende Reaction ebenfalls noch in der Nähe des Blickpunktes des Bewusstseins fest, *B* vermag dies aber bei weitem nicht in dem Maße auszuführen; das nämliche gelingt *A* auch noch bei 4 und 5 Eindrücken, während hier *B* nur noch den Gesammtumfang intendirter Bewegungen überblickt, ohne sie einzeln zu appercipiren.

Die Curve von *A* wird dem entsprechend erst langsam und dann schneller emporsteigend jene nahezu constante Höhe da erreichen, wo eine sichere Apperception der Bewegungsreactionen auch ihm unmöglich ist, die Curve von *B* hingegen beginnt im Anfange schneller

zu steigen und nimmt in ihrem weiteren Verlaufe nur noch langsam zu. (Figur 7.) Daraus erhellt deutlich, dass bei einer mittleren Anzahl von Eindrücken sich die größten individuellen Unterschiede herausstellen werden, während dieselben bei der kleinsten Anzahl weniger stark, bei der größten verschwindend klein ausfallen können. Diese zum Theil hypothetischen, zum Theil auf Beobachtungen bei den Versuchen gegründeten Ausführungen werden da am meisten zutreffen, wo die Apperception der äußeren Eindrücke, welche die Wahlen zu veranlassen haben, mit möglichster Leichtigkeit vollzogen werden kann, sodass sich die Aufmerksamkeit möglichst ausschließlich den auszuführenden Wahlacten zuwenden kann. Sie setzen uns dann aber einerseits in den Stand, einzelne weitere Ergebnisse unserer Versuche zu erklären, während sie andrerseits durch die Resultate der Wahlversuche eine gewisse Unterstützung erfahren.

Blicken wir nochmals auf die Curve von *G. L.* zurück, so nimmt dieselbe im Vergleich zu den übrigen nicht nur durch ihre wesentlich tiefere Lage eine exceptionelle Stellung ein, sondern sie unterscheidet sich von ihnen auch dadurch, dass sie in ihrem letzten Theile noch im Steigen begriffen ist. Herr Lorenz scheint daher im Stande gewesen zu sein, selbst bei 10 Eindrücken noch die einzelnen Bewegungsvorstellungen in die Nähe des Blickpunktes des Bewusstseins zu heben; allerdings ist ihm das weder sicher noch in allen Fällen gelungen; denn einerseits sind bei ihm, wie schon früher hervorgehoben wurde, die mittleren Variationen wesentlich größer als bei den übrigen Personen, andererseits kamen bei ihm gelegentlich einmal falsche Reactionen vor.

Wurde ferner bei jedem der Reagirenden zu den eben benutzten Eindrücken ein neuer hinzugefügt, so ergaben sich bei den ersten Wahlversuchen sofort größere Werthe, auch wenn man den neu hinzugekommenen Eindruck lange Zeit nicht einwirken ließ; es war also der Zustand des Bewusstseins durch die bloße Mittheilung, dass es sich auf die Wahl zwischen einer größeren Anzahl von Eindrücken gefasst zu machen habe, ein anderer geworden, die Aufmerksamkeit, einer größeren Anzahl von Bewegungsreactionen zugewandt, konnte nicht entsprechend gesteigert werden, um jede mit der früheren Schärfe zu erfassen, und so resultirte auch bei den früheren Eindrücken eine größere Wahlzeit.

Schließlich konnte man bei den Wahlversuchen bis zu einer gewissen Anzahl von Eindrücken ein Spannungsgefühl in den Muskeln, welche die Reaction eventuell zu vollziehen hatten, deutlich wahrnehmen. Dasselbe ist auf eine vom Apperceptionscentrum ausgehende, mit der Aufmerksamkeit verbundene motorische Erregung zurückzuführen [1]) und war bei Herrn Lorenz, wie man auch aus der ganzen Art und Weise der Reaction erkennen konnte, bei 10 Eindrücken noch in hohem Maße vorhanden.

Bisher wurde zur Erklärung der Versuchsresultate nur die eigentliche Wahlzeit ins Auge gefasst. Um einen einigermaßen richtigen Einblick in das Verhalten der Zeiten zu gewinnen, welche die Willensimpulse erfordern, wollen wir zunächst die bei den Uebungsversuchen gewonnenen Vorstellungen über die Ursachen der Verminderung der Wahlzeiten erörtern.

Bei den Wahlversuchen nimmt man sehr oft den eigentlichen Wahlact und den Willensimpuls als auf einander folgende getrennte Thätigkeiten wahr, und man besitzt überdies ein ungefähres Urtheil darüber, welcher Act die längste Zeit erfordert. Fragt es sich nun, ob an der Uebung die Zeit für die Wahl oder den Willensimpuls den größten Antheil nimmt, so muss diese Frage sicher zu Gunsten des ersteren Zeitraumes entschieden werden. Während man nämlich bei den ersten Versuchen bei mehrfacher Wahl zuweilen die ganze Reihe der Finger im Geiste gleichsam zu durchmustern genöthigt war, ehe man die richtige Wahl treffen konnte, gelang dies nach längerer Uebung wesentlich leichter, ja in vielen Fällen schien man augenblicklich nach der Apperception des Eindruckes über die entsprechende Reactionsweise im klaren zu sein und hatte nur den Willensimpuls auszuüben.

Gegen das Ende der mit mir angestellten Versuche nahm ich mir bei einer größeren Reihe vor, meine Aufmerksamkeit ausschließlich den Wahlen der linken Hand zuzuwenden; trotzdem erfolgten die Reactionen mit den Fingern der rechten Hand in beinahe eben so kurzer Zeit als in der vorangehenden normal durchgeführten Reihe, während bei Beginn der Versuche ein derartiges Beginnen sofort falsche Reactionen zur Veranlassung hatte. Es geht hieraus deutlich

1) Vergl. Wundt, Physiol. Psychologie, I, S. 218.

hervor, dass einige Reactionen bereits nahezu mechanisch geschahen. Immerhin waren die Zeiten in den Fällen, wo man äußerst schnell gewählt zu haben glaubte, größer als die Zeiten bei den Unterscheidungsreactionen, und es dürfte kaum möglich sein zu entscheiden, ob bei den gefundenen Minimis der Wahlzeiten die eigentliche Wahl oder der Willensimpuls die längste Zeit erfordert hat, während diese Entscheidung hinsichtlich der zu Beginn der Versuche erhaltenen Zeiten sicher zu Gunsten der ersteren Zeit ausfallen muss.

Der Umstand, dass die eigentliche Wahlzeit von der Uebung am meisten sollicitirt worden ist, lässt auch das in 3) (S. 118) ausgesprochene Ergebniss leicht begreiflich erscheinen. Da die Wahl weiter nichts als eine Unterscheidung zwischen zwei oder mehreren Bewegungsvorstellungen ist, so wird hier bei der Uebung ein analoges Resultat zu erwarten sein, wie bei Unterscheidungsversuchen zwischen äußeren Eindrücken, welche bei weniger geläufigen Eindrücken eine Zunahme der Unterscheidungszeiten mit der Vermehrung der Eindrücke, bei bekannten Eindrücken jedoch nahe unveränderte Zeiten ergeben haben. Die Gewandtheit, welche der geübte Clavierspieler in der Auswahl einer weit größeren Anzahl von ähnlichen Bewegungen besitzt, lässt vermuthen, dass die eigentliche Wahlzeit durch recht lange Uebung bei 2 bis zu 10 Eindrücken auf eine gleiche und unbedeutende Größe herabgedrückt werden kann.

Sowohl die früheren als die zuletzt angestellten Versuche ließen erkennen, dass die Auslösung eines Willensimpulses vom Zustande des Bewusstseins ebenfalls abhängt und langsamer erfolgt bei mehrfacher Wahl als bei der Wahl zwischen 2 Eindrücken; doch kann man diese Erscheinung wohl als Wirkung der Complicationen auffassen, welche die mit der Vermehrung der Bewegungsrichtungen parallel gehende Theilung der Aufmerksamkeit dem Bewusstsein bereitet. Wenigstens schien dafür die Beobachtung zu sprechen, nach der bei leichter Auswahl der Bewegungsrichtung die Auslösung des Willensimpulses ebenfalls schneller erfolgte. Trotzdem kam es uns vor, als ob dieser letztere Zeitraum bei der Zunahme der Eindrücke zwischen weit engeren Grenzen sich bewege und durch die Uebung viel weniger beeinflusst sei als die eigentliche Wahlzeit selbst. Es rührte das vielleicht daher, dass zur Auslösung der Reactionsbewegungen solche Leitungsbahnen verwandt wurden, welche früher bereits dazu gedient

hatten, irgend welche Bewegungen der einzelnen Finger zu veranlassen.

Die in 4) (S. 118) ausgesprochene Thatsache erklärt sich vielleicht dadurch, dass die einzelnen Reagirenden an jedem Versuchstage durch immer angestrengtere Aufmerksamkeit die Wahlzeiten weiter zu verkürzen suchten, ein Bestreben, das gegen das Ende der Versuche infolge der Ermüdung immer weniger von Erfolg begleitet war. Die größeren Werthe des folgenden Tages erklären sich zum Theil aus einem Verlust an Uebung während der Zwischenzeit, zum Theil daraus, dass es dem Reagirenden nicht immer gelang, gleich bei Beginn der Versuche die gehörige Sammlung zu finden.

Auch die bei den Uebungsversuchen constatirten individuellen Unterschiede dürften zum Theil auf einen verschiedenen Grad der Aufmerksamkeit der einzelnen Reagirenden bei den Versuchen zurückzuführen, zum Theil durch eine verschiedene Beanlagung der einzelnen Versuchspersonen bedingt sein. (Vergl. 5, S. 118.)

In welcher Weise schließlich die mittleren Variationen mit der Aufmerksamkeit zusammenhängen, darüber lassen sich bestimmte Gesetze wohl kaum feststellen, jedenfalls lassen sie weniger auf den Grad ihrer Spannung als auf ihre Variabilität zurückschließen. Auch scheinen sie mehr als die Wahlzeiten selbst unter der Herrschaft der äußeren Versuchsbedingungen zu stehen; so ergaben die Wahlversuche bei *M. M.*, welche keinerlei Störung ausgesetzt waren, dieselben Wahlzeiten wie früher, während die mittleren Variationen wesentlich geringere Werthe annahmen. (Vergl. 6, S. 118.)

Zum Schluss werfen wir noch einen vergleichenden Blick auf die Wahlzeiten, welche für die nämlichen Personen, die an unsern Versuchen theilgenommen haben, bei der Wahl zwischen zwei Bewegungen (mit rechter und linker Hand) und bei Benutzung von Farbeneindrücken und Schallreizen vorliegen. So fand Dr. Friedrich[1]) für Herrn Dr. Tischer als Wahlzeit zwischen 2 Bewegungen bei Farbenempfindungen: 284, während Dr. Tischer[2]) für sich, *J. H.* und *J. M.* bei momentanen Schallreizen folgende Wahlzeiten mittheilt:

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 59.
2) Wundt, Philos. Studien, I, S. 536.

Dr. *T.*	*J. H.*	*J. M.*
177,5	179	170

Diesen Zahlen stehen die von uns für 2 Zahlenvorstellungen gewonnenen Zeiten gegenüber:

Dr. *T.*	*J. H.*	*J. M.*
154,75	97,5	81,75

Die Verschiedenheit der Wahlzeiten für die beiden Hände einerseits und die beiden ersten Finger der rechten Hand andererseits, sowie die verschiedene Associationszeit der Eindrücke und der entsprechenden Reactionsweisen dürften meines Erachtens die großen Differenzen zwischen diesen Wahlzeiten bei verschiedenen Eindrücken nicht erklären. Nach den von uns gemachten Beobachtungen ist es selbst bei der Wahl zwischen 2 Eindrücken erforderlich, die Aufmerksamkeit gerade dem Wahlacte in bevorzugter Weise zuzuwenden; die Aufmerksamkeit, welche man gleichzeitig der Apperception der Eindrücke widmet, wird daher eine wesentlich geringere sein, als wenn es sich um bloße Unterscheidungsversuche handelt. Sind aber die gewählten Eindrücke schwerer zu appercipiren, so wird man diesen Acten eine gewisse Aufmerksamkeit schenken müssen, welche für die Wahlacte indess verloren geht. So können bei schwerer zu unterscheidenden Eindrücken die bei den Wahlversuchen gewonnenen Zeiten entweder längere Unterscheidungszeiten enthalten als die bei bloßen Unterscheidungsversuchen erhaltenen analogen Zeiten, oder aber längere Wahlzeiten als bei Benutzung von Eindrücken, welche leichter appercipirt werden können.

Die verschiedene Größe der Differenzen zwischen den Wahlzeiten bei Schalleindrücken und Zahlenvorstellungen bei Dr. *T.* einerseits und *J. H.* und *J. M.* andererseits (22,75 und 81,5, 88,25) erklärt sich vielleicht dadurch, dass ersterer in der Unterscheidung der Schalleindrücke überaus sicher war und daher den Wahlacten eine größere Aufmerksamkeit schenken konnte als die beiden andern weniger geübten Beobachter. Dafür spricht auch der von Dr. Tischer[1]) hervorgehobene Umstand, nach welchem bei ihm selbst die Verlängerung der Unterscheidungszeiten bei den vor und nach den Wahlen angestellten Versuchen sich auf beide Gruppen gleichmäßig vertheilte, während

1) Wundt, Philos. Studien, I, S. 540.

bei *J. H.* und *J. M.* namentlich die nach den Wahlen gewonnenen Unterscheidungszeiten sich als die zumeist verlängerten erwiesen. Auch rührten bei mir (*J. M.*) die bei den Wahlversuchen verschuldeten falschen Reactionen zumeist daher, dass ich, die Aufmerksamkeit vorwiegend der Wahl zuwendend, die Unterscheidung nicht sicher auszuführen vermochte.

Trotz dieser etwas veränderten Interpretation der von Dr. Tischer erhaltenen Zeiten für die Wahlen zwischen momentanen Schallreizen behalten dieselben ihre Bedeutung. Ob auch bei unsern Versuchen die Apperception der Eindrücke bei den Wahlversuchen selbst längere Zeit erfordert hat, als bei den vor und nach denselben ausgeführten Unterscheidungsversuchen, bei welchen sich nach den Wahlen im allgemeinen längere Zeiten nicht herausstellten, vermögen wir nicht zu entscheiden; jedenfalls dürften bei den geringen Apperceptionszeiten diese Differenzen ebenfalls nur sehr geringe Werthe betragen.

Hinsichtlich der Associationszeit für die Eindrücke und die ihnen entsprechenden Reactionsweisen aber können wir die Vermuthung aussprechen, dass sie bei allen bis jetzt vorliegenden Wahlversuchen den kleinsten Werth haben dürften, wenn wir von den von Donders ausgeführten Versuchen absehen, bei welchen die Reaction auf Sprachlaute oder Schriftzeichen durch Nachsprechen erfolgte, wobei nicht allein die Associationszeit auf eine verschwindende Größe herabgesunken ist, sondern die Uebung auch die Wahlzeit wesentlich herabgemindert hat.

Fig 1.

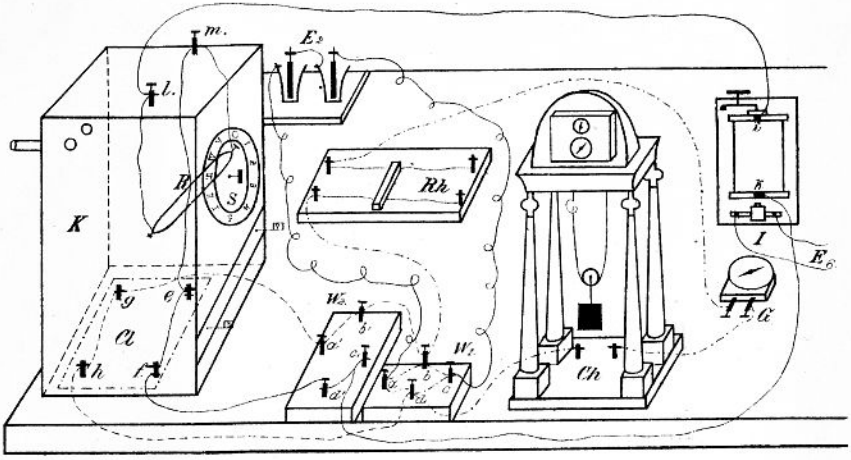


Fig 2.

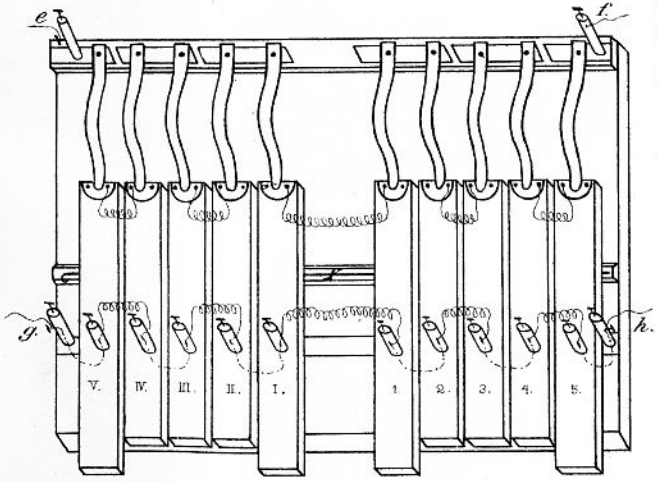


Fig 2b.

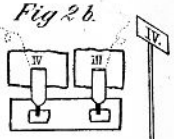
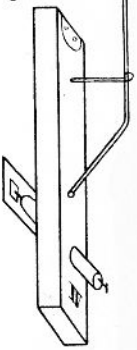


Fig 2a.



Merkel, del. Verlag v Wilh. Engelmann, Leipzig. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

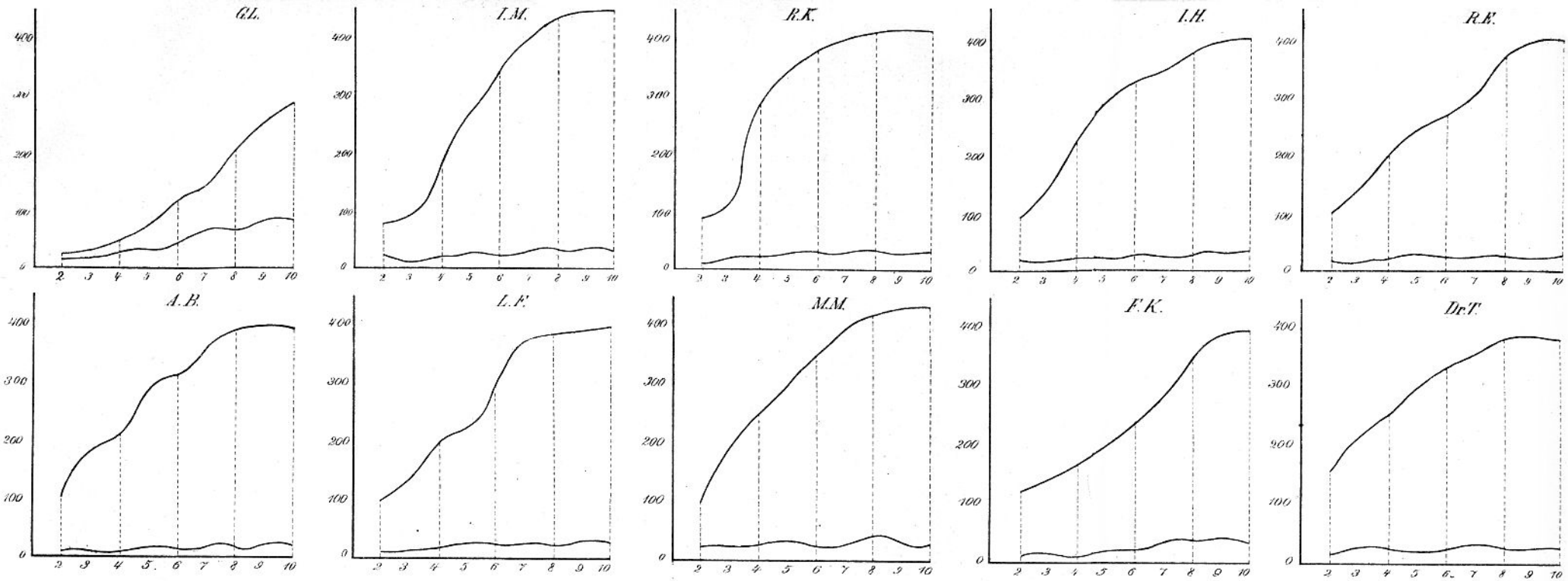


Fig. 3.

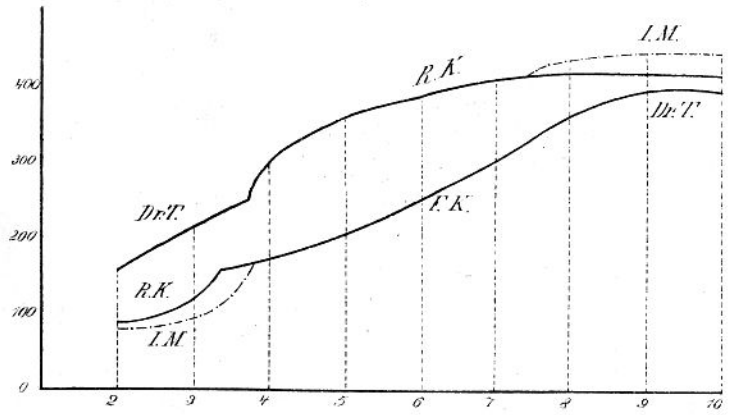


Fig. 4.

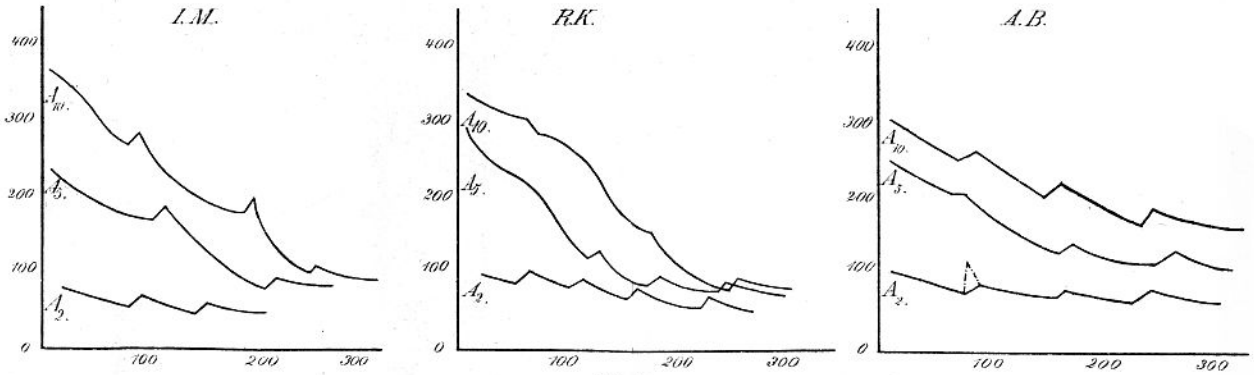


Fig. 5.

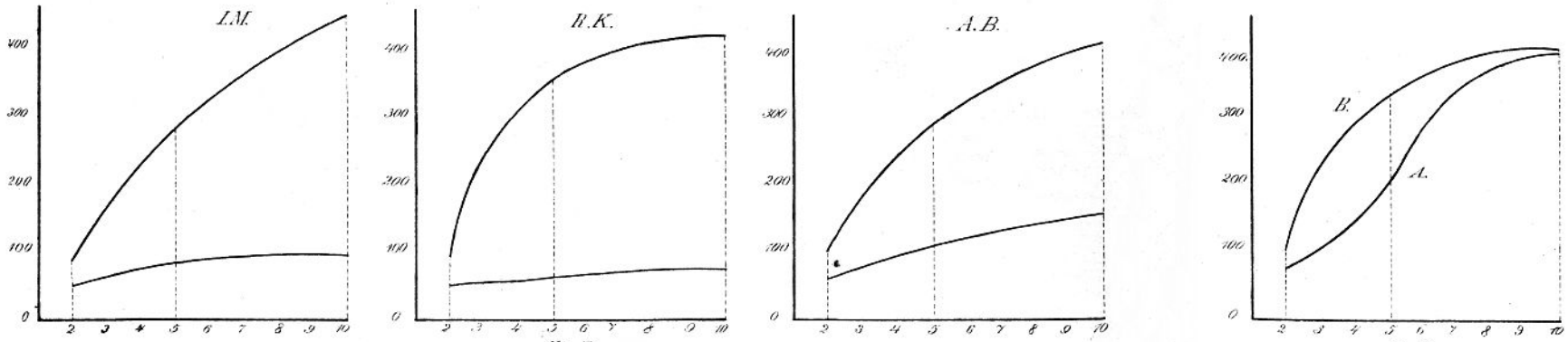


Fig. 6.

Fig. 7.