

Die Zeitschwellen gleichartiger und disparater Sinneseindrücke.

Von

Eduard Moffat Weyer.

Mit Figur 1 u. 2 im Text.

Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung verfolgte den Zweck, die Angaben Exner's¹⁾ über den gleichen Gegenstand nachzuprüfen und einige Unklarheiten und Lücken seiner Arbeit auszufüllen. Dabei konnten in gewissem Grade die Vorarbeiten Hamlin's²⁾ und Drew's³⁾ benutzt werden. Das Ziel meiner Bemühung war ein anderes als das von Exner, indem ich darauf ausging, die Erscheinung der Zeitverschiebung disparater Sinneseindrücke, welche dieselben unter verschiedenen Zuständen der Apperception erleiden, zu ergründen, wie dies Wundt⁴⁾ und v. Tschisch⁵⁾ in anderer Weise mittelst der sogenannten Complicationsmethode gethan haben. Ich war mit dieser Untersuchung vom Sommersemester 1897 ab im hiesigen Institut beschäftigt. Die Versuchsanordnung verdanke ich in wesentlichen Punkten Herrn Geh. Rath Professor Dr. Wundt, der mit großem Wohlwollen und Interesse den Fortgang der Arbeit verfolgte, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank aussprechen

1) S. Exner, Untersuchungen der einfachsten psychischen Processe. III. Abtheil. Pflüger's Arch. Bd. XI. 1875. S. 403 ff.

2) Miss A. G. Hamlin, Least observable Interval between Stimuli addressed to disparate Senses and Organs of the same Sense. Amer. Journal of Psychol. Vol. VI. 1895. S. 565.

3) F. Drew, Attention. Amer. Journ. of Psych. Vol. VII. 1896. S. 533.

4) Wundt, Grundzüge der Physiol. Psychol. 4. Aufl. II. Bd. S. 393 ff.

5) W. v. Tschisch, Philos. Studien. Bd. II. 1885. S. 603.

möchte. Als Versuchspersonen dienten: Mr. G. E. Wilkinson, Herr Robert Müller, Herr Dr. Gustav Störking, Herr Hans Lindau, Herr Hermann Jacobson, Mr. Friedrich Bolton und Herr Adolph Tyszko. Insbesondere bin ich auch Herrn Prof. Dr. Ernst Meumann, Herrn Robert Müller und Herrn E. Mosch für ihre Theilnahme zum Dank verpflichtet.

Meine Versuche zerfallen in zwei Hauptgruppen, von denen die erste die Ermittlung der Zeitschwellen für die einzelnen Sinne behandelt. Diese Schwellen werden wesentlich von den physiologischen Verhältnissen der Sinnesorgane bedingt, sie sind nicht aus der psychologischen Natur der Empfindungen zu erklären. Dagegen werden in der zweiten Gruppe die Schwellenverhältnisse beim Zusammenwirken von Reizen, die disparaten Sinnesgebieten angehören, untersucht. Ueber die relative Wichtigkeit der physiologischen Factoren in diesem Fall waren bisher die Meinungen der Forscher getheilt, und gewöhnlich wurde dabei zu wenig auf den Einfluss der Aufmerksamkeit Rücksicht genommen, welche die zeitliche Unterscheidung der Reize entweder erschweren oder erleichtern kann. Wiewohl die Betrachtung beider Classen von verschiedenen Standpunkten ausgeht, so ist es doch von Wichtigkeit, von der einen Classe zu der andern überzugehen. Daher auch die Meisten, welche Versuche betreffs disparater Sinnesgebiete angestellt haben, zugleich auch über die einzelnen Sinne experimentirten. Unter diesen Forschern muss ein historischer Ueberblick des Problems mit Exner beginnen, dessen Versuche aus dem Jahre 1875 nicht nur die ersten sind, sondern auch die umfassendste Darstellung beider Zweige des Gegenstandes darbieten.

Seit jener Zeit ist wenig darüber erschienen, was beide Seiten der Aufgabe zugleich berücksichtigte. Erst in der neuesten Zeit ist durch die Arbeiten von Hamlin und Drew die gleiche Frage wieder angeregt worden.

I. Historisch-kritische Bemerkungen.

Ausgehend von der persönlichen Gleichung der Astronomen, suchte Exner die kleinste Zeit zu bestimmen, die zwischen zwei Sinnesindrücken verstreichen muss, damit diese als gesondert wahr-

genommen werden; er bezeichnet dieselbe als »kleinste Differenz«. Die Verschiedenheiten dieser Zeitschwellen formulirt er folgendermaßen: »Die Sinneseindrücke können nacheinander dieselben Sinneselemente treffen, sie können verschiedene Elemente desselben Sinnesorganes treffen, sie können analoge Elemente eines paarigen Sinnesorganes, und endlich Elemente verschiedener Sinnesorgane treffen«¹⁾.

Zur Ermittlung der Zeitschwellen für die Gesichtsempfindung, die er für Netzhautcentrum und Netzhautperipherie verschieden fand, benutzte er theils einen elektrischen Funken, theils zwei Lichtpunkte, von der Flamme eines Gasrundbrenners ausgehend, die durch zwei benachbarte Lücken einer stenopäischen Brille ins Auge fiel, mit welcher Anordnung eine verschieden schnell rotirende Scheibe mit Ausschnitt zum Behuf intermittirender Netzhautreizung verbunden wurde. Als Hilfsmittel bei der Untersuchung des Gehörssinnes dienten ein Savart'sches Rad und die von überspringenden Funken erzeugten Geräusche. Beide Untersuchungsarten lieferten gleiche Ergebnisse, nur waren die der letzteren Art genauer. Auch wurde das Urtheil nicht geändert, wenn statt des gewöhnlich gebrauchten Bleistreifens als Feder für das Rad, worauf die Zähne desselben stoßen, ein Streifen von Messing, Kartenblatt oder Holz verwendet wurde. Exner schreibt: »Die Grenze, bei welcher ich die beiden Funken bisweilen noch als zwei erkenne, bisweilen auch nicht mehr, liegt bei 0,00198 Secunden Differenz. Bei 0,00205 Secunden Differenz ist der Doppelschlag schon vollkommen deutlich als solcher zu erkennen«²⁾. Bei gleichzeitiger Reizung des Gesichts- und Gehörssinnes waren die Reize für den ersteren überspringende Funken, für den letzteren ein Glockensignal. Für den Tastsinn war der Reiz ein zu dem Zeige- und Mittelfinger geleiteter Inductionsstrom, der nach der von Exner beschriebenen Wirkung höchst wahrscheinlich stärker als der von mir benutzte war. Zur genauen Herstellung und Messung der Intervalle diente eine von dem Helmholtz'schen Rotations-Apparate³⁾ getragene Scheibe, die ähnlich wie bei dem von Wundt angegebenen Zeitsinn-Apparate⁴⁾ eine unabhängige Verschiebung zweier

1) a. a. O. S. 405.

2) a. a. O. S. 417.

3) Eine Beschreibung dieses Apparates findet man in Sitzungsber. d. Wiener Acad. Math.-naturw. Cl. 2. Bd. LVIII. S. 601.

4) Wundt, Grundzüge der Physiol. Psychol. 4. Aufl. Bd. II. S. 421 ff.

Zeiger gestattete, die beim Passiren von Quecksilberkuppen einen Inductionsstrom schlossen, dessen Oeffnungsfunken beobachtet wurde. Die Reize wurden bei Exner paarweise in Reihen erzeugt. In der Bestimmung der »kleinsten Differenz« befolgte er keine festen Regeln, sondern untersuchte abwechselnd verschiedene Intervalle und ermittelte so dasjenige, bei dem die Urtheile constant wurden. Bei der Bestimmung dieser Grenze verfuhr er jedoch nach keinem festen Princip. So bemerkt er in Bezug auf die Zeitschwelle zweier Gehörsreize: »Es zeigte sich, dass ich zehnmal hintereinander richtig bestimmte, welches Ohr zuerst gehört habe, wenn die eine Empfindung der andern um 0,064 Secunden voraus war; ich irrte mich aber schon sehr oft, wenn der eine Eindruck nur um 0,059 Secunden früher erfolgte als der andere«¹⁾. Die »kleinste Differenz« wird daher von ihm als 0,064 Secunden angegeben. An anderer Stelle ist gesagt, dass, »wenn der Funken«, d. h. der Gesichtszreiz, »in Wirklichkeit 0,015 Secunden später kam als der Glockenschlag, schon mit einer solchen Sicherheit ‚Funken nach‘ geurtheilt wurde, dass auf fünf Urtheile kein falsches mehr kam«²⁾. Als Schwellenwerth wurde hier gleichfalls 0,015 Secunden genommen. Die Angaben lassen leider darüber im Zweifel, ob ein Urtheil nach jedem Eindruck, oder erst nach mehreren Wiederholungen desselben gefällt wurde. In letzterem Falle würde die Wahrscheinlichkeit von Fehlern allerdings vermindert und die Schwelle beträchtlich erniedrigt werden. Was ferner die Exner'sche Arbeit vermissen lässt, ist eine zweckmäßige Erregung der Aufmerksamkeit der Versuchspersonen. Er beurtheilt den Einfluss, den diese auf die Zeitschwellen ausübt, richtig, ist aber mit der Auffindung der individuellen Verschiedenheiten zufrieden, ohne nach dem Grunde derselben zu fragen. Von den sieben Beobachtern, bei denen stets der Gesichtszreiz dem Gehörsreiz voranging, erlangte er Schwellenwerthe von 0,063 Secunden bis zu 0,160 Secunden. Bei genauerer Prüfung hätte ihm aber nicht entgehen können, dass das, was er als individuelle Verschiedenheiten hinnimmt, durch die Unterschiede der Apperception bedingt wird. Wie schon längst beobachtet und auch neuerdings wieder von Hamlin bemerkt worden ist, vermag ein starker oder zuweilen auch ein ungewöhnlich schwacher Reiz die

1) a. a. O. S. 420.

2) a. a. O. S. 424.

Aufmerksamkeit so sehr auf sich zu lenken, dass die Auffassung eines andern Reizes darunter leidet.

Schließlich, vom Standpunkt der Selbstbeobachtung aus, unterschied Exner bei seinen Experimenten drei Arten der Aufmerksamkeit, von denen die zweite für die Untersuchung disparater Sinne vorhanden war. Er schreibt: »Wir stellen [die Aufmerksamkeit] auf einen bestimmten der beiden Reize ein Dann tritt im Gedächtnissbilde der andere Reiz mit dem ersten in Beziehung auf, entweder als vorausgegangen oder als nachfolgend Der Eindruck, auf den man nicht eingestellt hat, ist im Gedächtnissbilde viel schwächer als der eingestellte, er steht gewissermaßen trüb, zeitlich schlecht fixirt da. Gewöhnlich ist man geneigt, den subjectiv stärkeren, eingestellten Reiz für den ersten zu halten, sowie man auch geneigt ist, einen objectiv bedeutend stärkeren Reiz für den ersten zu halten. Doch kann sich auch das ganze Verhältniss umkehren; so war es bei den Versuchen zwischen Gefühl und Gesicht«¹⁾.

Die von Miss Hamlin²⁾ benutzte Einrichtung bestand aus einem Pendel³⁾ von eigenthümlicher Art, wodurch nur einzelne Paare von Eindrücken erzeugt wurden, die in ein vom Instrumente entferntes Zimmer fortgeleitet werden konnten; eine räumliche Sonderung, die bei Exner nicht erfüllt war. Die Adjustirung des Pendels zu ändern, um von einem zum anderen bestimmten Intervalle überzugehen, war aber nicht ohne Schwierigkeit möglich, und, da das größte messbare Intervall nur 44 σ lang war, wurden meist hundertmal die Eindrücke mit demselben zwischenliegenden Zeitraum erzeugt. Die zeitliche Reihenfolge der Eindrücke wurde regellos und oft gewechselt, aber so, dass die Gesamtzahl von jeder Art am Ende gleich war. Die Urtheile wurden dann mittelst der sogenannten Methode der richtigen und falschen Fälle berechnet. Reizmittel für das Auge war immer das Aufleuchten einer Geißler'schen Röhre, für das Ohr der Schall eines Telefons oder das Knistern eines Inductionsfunken, und für den Tastsinn ein mäßiger Inductionsschlag auf die Spitzen des Mittel- und Zeigefingers. Die Versuche,

1) a. a. O. S. 430.

2) Miss A. J. Hamlin, Amer. Journ. of Psychol. Vol. VI. S. 565.

3) Eine Beschreibung derselben steht in Amer. Journ. of Psychol. Vol. VI. S. 581.

welche sich nur auf disparate Sinnesgebiete oder bei demselben Sinne auf verschiedene Elemente beziehen, wurden ohne bestimmte Beeinflussung der Aufmerksamkeit ausgeführt. Uebrigens wurde dabei eine Einstellung der Aufmerksamkeit beobachtet, die Exner ebenfalls bemerkt hatte, jedoch nur bei ungleichzeitiger Reizung beider Ohren¹⁾.

Dazu stellte Miss Hamlin eine geringere Anzahl Versuche mit unwillkürlicher und willkürlicher Einstellung der Aufmerksamkeit an, um die Unterschiede beider Reihen zu berechnen. Die Resultate der letzteren Art sind einigermaßen mit den von mir beim unwissentlichen Verfahren erhaltenen vergleichbar.

Diese Untersuchung von Miss Hamlin setzte Drew²⁾ in ausgedehnteren Versuchen fort. Er bediente sich im wesentlichen desselben Apparates und probirte unter gleichgültiger und zerstreuter Aufmerksamkeit die Reize mit verschiedenen Intensitäten, welche bei bestimmten Intervallen von einander getrennt waren. In dieser Arbeit kamen auch einige Versuche, die den meinigen ähnlich waren, vor, wo die Aufmerksamkeit auf einen der Reize gelenkt war; jedoch werden keine Schwellen für diesen Fall bestimmt. Denn Drew untersuchte hauptsächlich nur die Verhältnisse von Werthen, die unter verschiedenen Zuständen der Aufmerksamkeit beobachtet wurden, und legte kein besonderes Gewicht auf die genauen numerischen Resultate.

In einer kurzen Arbeit³⁾, die sich gegen Richet⁴⁾ wendet,

1) »Wir stellen die Aufmerksamkeit ein auf den ersten Sinnesreiz, der uns treffen soll, natürlich ohne zu wissen, welcher es ist; aber nicht auf diesen allein, sondern — ich kann mich nicht anders ausdrücken — auf den Zustand des Sensoriums im Momente dieses ersten Sinnesreizes. Durch die Einstellung hierauf wird dieser Moment im Gedächtniss fixirt, und es lässt sich im Gedächtnissbilde erkennen, welcher der beiden Sinnesreize der eingestellte war: dieser war dann der erste. Der zweite Reiz fehlt in diesem Gedächtnissbilde, sobald es der strengen Einstellung angehört. Die Grenze des Erkennbaren wird erreicht, wenn es nicht mehr möglich ist, den ersten Sinnesreiz allein zu fixiren. Das Wogen der Aufmerksamkeit ist hier ungemein deutlich. Bei derselben Zeitdifferenz gelingt es bisweilen, den ersten Reiz zu isoliren, bisweilen gelingt es nicht, trotz intensivster Anstrengung der Aufmerksamkeit.« Exner, Pflüg. Archiv. Bd. XI. S. 429.

2) Drew, Attention, experimental and critical. Amer. Journ. of Psychol. Vol. VII. S. 533.

3) Bloch, Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1884.

4) Richet, De la Sensibilité. 1877.

welcher meinte, dass die Empfindungen im Gehirn und nicht in den peripherischen Organen beharren, ermittelte endlich Bloch die Zeitschwelle mehrerer successiver Gesichtsrize und untersuchte zugleich die relative Geschwindigkeit der Gehörs- und Tasteindrücke.

In einer weiteren Arbeit¹⁾ bestimmte er sodann die größten Intervalle, bei denen disparate Reize, welche er paarweise auf verschiedene Sinne einwirken ließ, gleichzeitig aufgefasst wurden. Für den Gehörsinn wurde ein momentaner Schall, für den Gesichtssinn ein Streifen weißes Papier, für den Tastsinn eine schwache Berührung der Fingerspitze benützt. Ueber den Apparat, das Verfahren und die Berechnungsmethode bleibt man jedoch wegen der ungenauen Beschreibung in Ungewissheit. Es ist auffallend, dass Bloch nichts über die Wirkung der Aufmerksamkeit verlauten lässt, obgleich er kaum seine Untersuchung durchgeführt haben kann, ohne den bestimmenden Einfluss derselben zu bemerken. Er erklärt alle seine Resultate auf der Basis physiologischer Factoren, namentlich mit Hülfe der Zeit, welche, wie er annimmt, verfließe, während die Empfindungen in der Peripherie beharren, und des Zeitmaßes, welches während der Leitung derselben nach dem Sensorium verbraucht werde.

Werfen wir nun einen Blick auf die Untersuchungen, welche Weiteres zur apperceptiven Seite des Problems beitragen, so ist die Aufgabe derselben von der meinigen verschieden, da sie sich auf die gleichzeitige Auffassung von Vorstellungen beziehen, während ich den zeitlichen Abstand zu bestimmen suchte, bei dem die Vorstellungen immer noch ungleichzeitig bleiben.

Sie behandeln nämlich die Frage: Wenn in einer Reihe von aufeinanderfolgenden Gesichtseindrücken ein momentaner Eindruck anderer Ordnung gleichzeitig mit einem Glied derselben eingeschoben wird, mit welchem Glied der ablaufenden Vorstellungsreihe wird dann die hinzutretende Vorstellung in der Apperception verbunden? Diese Bedingungen waren in den älteren astronomischen Durchgangsbeobachtungen, als dieselben mittelst der sogenannten Augen- und Ohr-Methode ausgeführt wurden, realisirt. Der Methode nach wird ein Passageapparat benutzt, dessen Gesichtsfeld gewöhnlich von

1) Bloch, *La vitesse comparative des Sensations*. *Revue Scientifique*. Bd. XXXIX. 1887. S. 585 ff.

also einen Theilstrich des Zifferblattes, und auf den hinzutretenden andersartigen Eindruck gerichtet wird. Weil aber die Aufmerksamkeit hauptsächlich dieser hinzutretenden Vorstellung zugekehrt ist, so erklärt sich hieraus die vorwaltende Neigung zu negativen Verschiebungen. Außerdem wird der Spannungswechsel der Aufmerksamkeit durch die Geschwindigkeit der Succession der Eindrücke bestimmt. Ist dieselbe in dem Augenblick vollendet, wo der nächste Eindruck der Reihe wirklich entsteht, so wird die Zeitverschiebung null sein. Sobald aber die Anpassung wegen Zunahme oder Abnahme der Geschwindigkeit noch nicht oder früher vollendet ist, so kommen im ersten Falle positive und im letzteren negative Verschiebungen vor. Sodann wird die Sache auch noch von Seiten der Gesichtseindrucksreihe complicirt. Die Zeitpunkte der Apperception sind Wendepunkte in der Spannung, welche wir der Reihe nach in Beziehung zu der ablaufenden Reihe der Gesichtsvorstellungen zeitlich localisiren. Die Gesichtsvorstellungen sind aber ihrerseits demselben Gesetz unterworfen, daher eine langsame Succession derselben die negative, eine raschere die positive Verschiebung begünstigt.

von Tchisch bemerkt in seiner Interpretation der negativen Verschiebungen, es sei leicht zu erklären, »dass momentane Reize vor ihrem Entstehen appercipirt werden«. An einer anderen Stelle sagt er: »Durch dieses Wiederholen wird die Apperception nicht nur vorbereitet, sondern dieselbe reproducirt unmittelbar den Eindruck«. Ich fasse dies so auf, dass der Process, welcher zur klaren Apperception führt, anfangen kann, bevor der betreffende Reiz in Wirklichkeit gegeben ist. Immerhin sind diese Sätze möglicher Weise irreleitend, und in der That ist die gegebene Interpretation offenbar von James missverstanden worden, wenn er sagt: »Die Wundt'sche Erklärung der Versuche — wenn ich sie verstehe — fordert zu glauben, dass ein Beobachter . . . fortwährend und ohne Ausnahme eine Hallucination des Klingelschlages, bevor derselbe geschieht, bekomme, und nicht den wirklichen Klingelschlag darnach höre. Ich zweifle, ob dies möglich ist, und ich kann mich nicht auf ein Analogon dazu in dem Rest unserer Erfahrung besinnen«. James' eigene Erklärung¹⁾ der Thatsachen geht von der Voraussetzung aus, dass die

1) W. James, Principles of Psychology. Vol. I. S. 410 ff.

Wundt hat darauf hingewiesen, dass die Zeitverschiebungen, im Gegensatze zu dem, was zunächst erwartet werden könnte, im ganzen häufiger negativ sind. Wenn das Intervall zwischen zwei Gesichtszeichen $\frac{1}{36}$ Secunde war, und die Gehörseindrücke in Intervallen von einer Secunde auf einander folgten, beliefen sich die Verschiebungen durchschnittlich auf Null. Wurden aber die Intervalle zwischen den Gesichtszeichen vergrößert, so nahm die Verschiebung nach und nach in der negativen Richtung zu. Eine Verkleinerung derselben anderseits veranlasste positive Verschiebungen, aber hier wurde sehr bald eine Grenze erreicht. In zweiter Linie kommt eine Beobachtung über die Wirkung zu- und abnehmender Geschwindigkeit in Betracht. Der Apparat gestattet solche Beobachtungen, da der Zeiger sich genau mit dem Pendel bewegt, so dass die mittleren Strecken seines Laufes schneller, die an den Enden dagegen langsamer durchmessen werden. Es zeigte sich, dass bei zunehmender Geschwindigkeit die negative Verschiebung wächst, bei abnehmender kleiner wird und endlich positiv werden kann. Die von v. Tschisch gemachten Beobachtungen stimmten, abgesehen von den numerischen Verhältnissen, mit den obigen überein, nur dass bei abnehmender Geschwindigkeit die Verschiebung immer noch positiv blieb, so lange bloß ein eingeschobener Reiz benutzt wurde; ebenso wenn er noch einen zweiten Reiz zu dem ersten hinzufügte, wo aber die negative Verschiebung abnahm. Erst beim Hinzufügen weiterer Reize wurde die Verschiebung positiv. Zugleich stellte sich heraus, dass die Verbindung disparater Reize größere Aenderungen hervorruft, als wenn die Reize gleichartige sind.

Die von diesen Beobachtern gegebene Erklärung der Erscheinung ruht auf einem einheitlichen Princip und setzt die Wundt'sche Apperceptionslehre voraus. Nach ihr muss irgend eine Vorstellung einen gewissen Grad der Deutlichkeit erlangen, ehe sie in der fortlaufenden Reihe anderer Vorstellungen zeitlich scharf localisirt werden kann. Dieses Deutlichwerden der Vorstellung ist eng an das Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit gebunden. Hiervon ist nun nach Wundt das Zusammenfallen der Eindrücke verschiedener Reihen gänzlich abhängig. Es ist bei der Ausführung dieser Versuche nothwendig, dass bei der Verbindung der Eindrücke die Aufmerksamkeit des Beobachters gleichzeitig auf den Gesichtseindruck,

also einen Theilstrich des Zifferblattes, und auf den hinzutretenden andersartigen Eindruck gerichtet wird. Weil aber die Aufmerksamkeit hauptsächlich dieser hinzutretenden Vorstellung zugekehrt ist, so erklärt sich hieraus die vorwaltende Neigung zu negativen Verschiebungen. Außerdem wird der Spannungswechsel der Aufmerksamkeit durch die Geschwindigkeit der Succession der Eindrücke bestimmt. Ist dieselbe in dem Augenblick vollendet, wo der nächste Eindruck der Reihe wirklich entsteht, so wird die Zeitverschiebung null sein. Sobald aber die Anpassung wegen Zunahme oder Abnahme der Geschwindigkeit noch nicht oder früher vollendet ist, so kommen im ersten Falle positive und im letzteren negative Verschiebungen vor. Sodann wird die Sache auch noch von Seiten der Gesichtseindrucksreihe complicirt. Die Zeitpunkte der Apperception sind Wendepunkte in der Spannung, welche wir der Reihe nach in Beziehung zu der ablaufenden Reihe der Gesichtsvorstellungen zeitlich localisiren. Die Gesichtsvorstellungen sind aber ihrerseits demselben Gesetz unterworfen, daher eine langsame Succession derselben die negative, eine raschere die positive Verschiebung begünstigt.

von Tchisch bemerkt in seiner Interpretation der negativen Verschiebungen, es sei leicht zu erklären, »dass momentane Reize vor ihrem Entstehen appercipirt werden«. An einer anderen Stelle sagt er: »Durch dieses Wiederholen wird die Apperception nicht nur vorbereitet, sondern dieselbe reproducirt unmittelbar den Eindruck«. Ich fasse dies so auf, dass der Process, welcher zur klaren Apperception führt, anfangen kann, bevor der betreffende Reiz in Wirklichkeit gegeben ist. Immerhin sind diese Sätze möglicher Weise irreleitend, und in der That ist die gegebene Interpretation offenbar von James missverstanden worden, wenn er sagt: »Die Wundt'sche Erklärung der Versuche — wenn ich sie verstehe — fordert zu glauben, dass ein Beobachter . . . fortwährend und ohne Ausnahme eine Hallucination des Klingelschlages, bevor derselbe geschieht, bekomme, und nicht den wirklichen Klingelschlag darnach höre. Ich zweifle, ob dies möglich ist, und ich kann mich nicht auf ein Analogon dazu in dem Rest unserer Erfahrung besinnen«. James' eigene Erklärung¹⁾ der Thatsachen geht von der Voraussetzung aus, dass die

1) W. James, Principles of Psychology. Vol. I. S. 410 ff.

Gesichtseindrücke eine Bewegungsempfindung, und der eingeschobene Reiz eine Empfindung der Stellung hervorrufen. Seiner Meinung nach ist daher die Wahrnehmung, die man gewinnt, davon abhängig, dass es der eingeschobenen Empfindung gelingt, die Bewegungsempfindung zu unterbrechen und für einen Augenblick ihre Stelle einzunehmen. Die eingeschobene Empfindung scheint aber in Wirklichkeit nie in einem zwischen den Gesichtseindrücken liegenden Intervalle zu entstehen, sondern die Erfahrung zeigt im Gegensatz zu dieser Voraussetzung, dass die complicirende Vorstellung stets mit einer der disparaten Vorstellungen zu einer simultanen Gesamtvorstellung verbunden wird. Die von Angell und Pierce¹⁾ aufgestellte Theorie weicht ebensowohl von der Wundt'schen wie von James'schen ab, kann aber hier übergangen werden, weil sie sich, ebenso wie die Theorie von James, zu den Ergebnissen der vorliegenden Versuche in keinerlei Beziehungen bringen lässt.

Zum Schluss noch eine Bemerkung über die Resultate der Versuche von v. Tschisch. Derselbe fand, dass auf die Größe der Zeitverschiebung »die Qualität des Reizes ohne Einfluss bleibt; sowohl bei einem Gehörsreize, als bei einem tactilen, auch bei einem elektrischen Hautreize erweist sich dieselbe annähernd gleich«. Dem gegenüber habe ich gefunden, dass unter gleichen Umständen verschiedenartige Eindrücke durch verschiedene Intervalle von einem disparaten Eindruck gesondert werden müssen, wenn sie gesondert von demselben appercipirt werden sollen.

II. Beschreibung der benutzten Apparate und Versuchsmethoden.

Meine Versuchsanordnung bestand aus zwei wesentlichen räumlich getrennten Theilen; der eine diente zur Erzeugung der Reize, die in ein Dunkelzimmer fortgeleitet wurden und dort in geeigneter Weise auf die Versuchsperson wirkten. Der Apparat war derselbe, den Wundt schon in seiner »Mechanik der Nerven« beschrieben und zu den dort dargestellten Versuchen benutzt hat, eine Modification des von Fick und Helmholtz angegebenen Pendelmyographions.

1) Angell and Pierce, Amer. Journ. of Psych. Bd. IV. 1892. S. 525.

Ich musste aber zu meinen Versuchen eine Scala (vergl. Fig. II) anbringen, die eine genaue Abstufung und Messung des Intervalles zwischen den einzelnen Reizen gestattete.

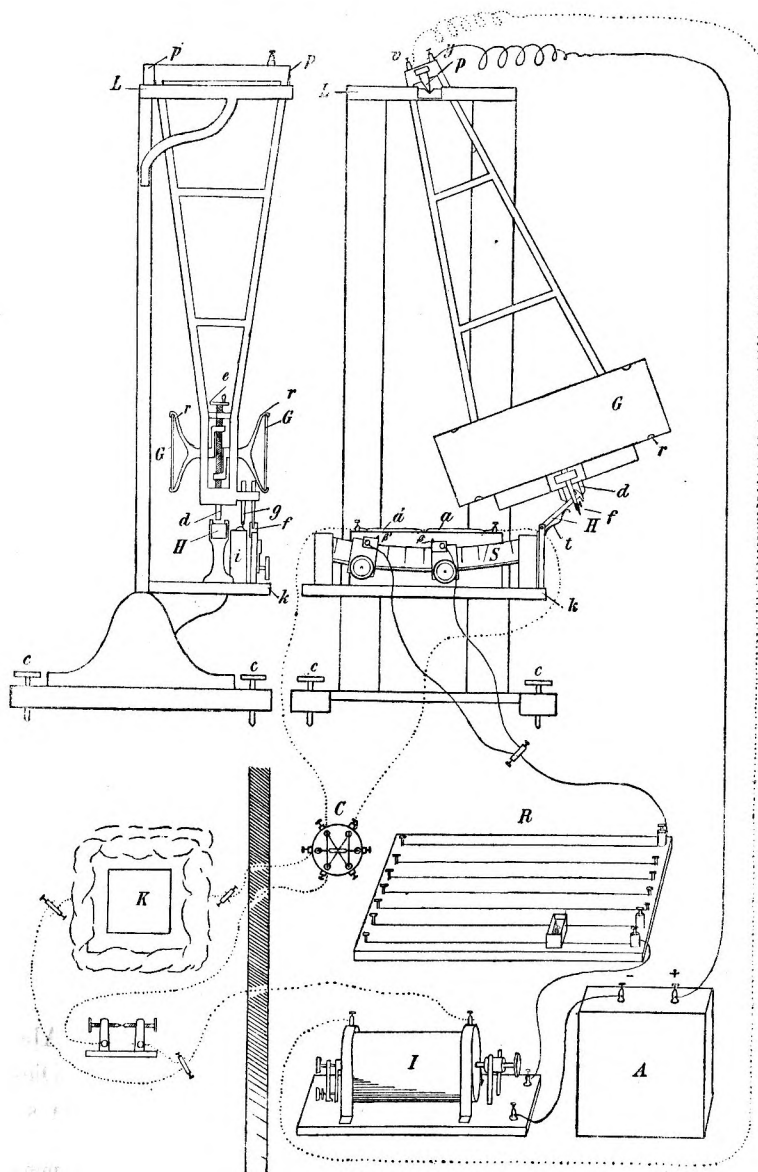


Fig. 1.

Der Apparat bestand demnach aus einem massiven Holzgestell, das, mit Fußschrauben *c* versehen, eine genaue verticale Orientirung ermöglichte (Fig. 1). In einem oben angebrachten metallenen Achsenlager *L* ruht auf zwei dreikantigen Stahlschneiden *p* und *p'* ein eisernes Pendel in der Form eines spitzwinkligen, gleichschenkligen Dreiecks. An dem untern Ende des Pendels — der Basis des Dreiecks — befindet sich vorn und hinten ein messingener Rahmen *r*, auf welchem je eine Glasplatte *G* aufgeschraubt ist. Ich benutzte den vorderen dieser Rahmen, um eine unten genauer beschriebene Stahlspitze *f* anzubringen, welche durch die Schraube *e* erhöht und erniedrigt werden kann. Die ganze Länge des Pendels beträgt 57 cm. Am unteren Ende symmetrisch zur Mitte der Basis und nahe derselben, etwa 1 cm von einander entfernt, sind zwei Daumen (*d*) angebracht, die zur Festhaltung des Pendels in der Ablenkungsstellung dienen, wie die Figur rechts darstellt, und zwar mittelst zweier seitlicher Halter *H*, die unter diese Daumen eingreifen¹⁾. Jeder der Halter besteht aus einem zwischen Spitzen drehbaren Hebel, der auf einer Feder *t* ruht und einen Ansatz trägt. Beide Hebel können nach innen und nach außen gerichtet werden, wodurch zwei Amplituden erzielt werden können. Das Holzgestell des Apparates trägt unten eine horizontale Holzplatte *k*, welche die oben erwähnte Scala *S* trägt, die dem Wege der Pendelspitze *f* parallel gekrümmt ist. Dieselbe ist in Fig. 2 in der Vorderansicht dargestellt. Sie besteht aus einem stark vernickelten, schwach gebogenen, $4\frac{1}{2}$ mm dicken, etwa 23 mm breiten und etwa 20 cm langen Messingstück; die Theilung umfasst je 55 Scalentheile, die symmetrisch zum Nullpunkt, dem Mittelpunkt der Scala nach beiden Seiten hin aufgetragen sind. An dem Messingstück *S* und über der Theilung desselben sind zwei ziemlich complicirte Vorrichtungen angebracht, welche auf der Rückseite einer Platte ähnlich sehen. Dieselben dienen als Träger der Platinspitzen β und β' , die mit der Innenseite sich gegenüber stehen. Sie können näher zu einander und weiter von einander geschoben werden, und treffen die Platten zusammen, so stehen die Platinspitzen mit einem kleinen Abstand hinter einander und auf einem und demselben Scalenthail. Dies geschieht dadurch, dass sich die Spitzen nicht gerade, sondern schräg

1) Bloß der rechte Halter ist des Raumes wegen in der Zeichnung der Vorderansicht dargestellt.

gegenüber stehen. Der linke dieser Träger ist in Fig. 2 *D* in der Seitenansicht dargestellt, wobei man am besten sehen kann, wie die Platinspitzen durch das Hartgummistück *h* (vergl. auch die Ansicht von oben *B*) sowohl gegen den eigenen Träger, wie gegen einander isolirt sind. Ferner sieht man an der Form des Trägers, wie sie die Seitenansicht *D* zeigt, dass der Träger so construirt ist, dass

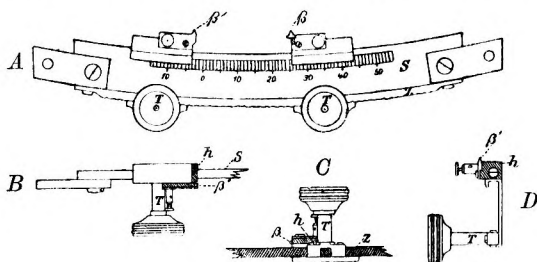


Fig. 2.

er das Messingstück *S* umfasst und glatt auf demselben entlang bewegt werden kann. Die Verschiebung wird mittelst der Trieb- schraube *T*, welche in eine an der unteren Seite des Messingstückes angebrachte gezähnte Leiste *z* eingreift, bewerkstelligt, wie es in *C* (Ansicht von unten) zu sehen ist. Es würde von Vortheil gewesen sein an den schräg abgeschliffenen Theil des Trägers, welcher oberhalb der Theilung läuft, einen Nonius anzubringen, oder eine Mikrometer- schraube in Zusammenhang mit der Trieb- schraube zu benutzen, wenn die zu erzielende größere Genauigkeit der Ablesung nicht dadurch illusorisch würde, dass nach mehrmaligen Wiederholungen der Reize die Platinspitzen β und β' durch Verbrennung stumpfer werden, weil beide beim einmaligen Schwingen des Pendels mit der am Pendel angebrachten Federspitze *f* in Berührung kommen, wodurch jedesmal zwei momentane Stromschlüsse bewirkt werden. Den an die Ad- justirung des Apparates gebundenen wahrscheinlichen Fehler glaube ich mit Rücksicht auf die Messungen der chronographischen Controll- versuche, deren Ergebnisse nachher angegeben sind (siehe Tabelle II), durch $\pm 0,046 \sigma$ nicht zu klein geschätzt zu haben¹⁾. Infolge der

1) Die Weise, in welcher ich zu dieser Schlussfolgerung gelangt bin, ist folgende: Aus jeder Gruppe von drei oder mehr Messungen, die ohne Aenderung der Lage der Spitzen gemacht wurden, zog ich das Mittel, und aus allen Messungen zusammen nahm ich dann wiederum ein Mittel. Auf diese Weise berechnete ich

Kleinheit dieses Fehlers glaubte ich den Apparat bei Benützung der größten Geschwindigkeit des Pendels verwenden zu können, um nicht nur die entsprechenden Zeitmengen für ganze Scalentheile, sondern auch in einigen Fällen die für die halben und viertel zu bestimmen.

Die ganze Schwingungsdauer des Pendels war 1,3459 Secunden. Ein Scalentheil ist 1,128 mm groß, welchen Raum das Pendel bei maximaler Geschwindigkeit (am Nullpunkt) bei der größeren Amplitude von $38^{\circ} 47' 2,64''$ in $1,21 \sigma$, bei der kleineren von $16^{\circ} 42' 4''$ in $2,82 \sigma$ durchlief. Die absoluten Zeitgrößen (t), welche zum Passiren des Raumes zwischen dem Nullstrich und jedem successiven Theilstrich der Scala nothwendig sind, berechnete ich mit Benützung der Legendre'schen Tafeln¹⁾ nach der von Wundt²⁾ angegebenen Formel:

$$t = \frac{T \cdot F\left(\varphi, \frac{A}{2}\right)}{F\left(90, \frac{A}{2}\right)},$$

worin T die Zeit einer Viertelschwingung, A die Amplitude der Pendelschwingungen bedeutet und

$$\sin \varphi = \frac{\sin \frac{a}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

ist. a bezeichnet den Theil des Schwingungsbogens von dem Mittelpunkt aus, dessen entsprechender Zeitwerth zu bestimmen ist. Die auf diese Weise erhaltenen Werthe sind für beide Ablenkungen aus der folgenden Tabelle zu ersehen:

den wahrscheinlichen Fehler des Mittels einer Gruppenmessung, welcher jedoch zu groß gefunden werden musste, da die Variationen, welche dem Chronographen zuzuschreiben sind, nicht gänzlich ausgeschlossen waren. Directe Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers für das einzelne Versuchsergebniss ergab einen größeren Werth von $\pm 0,14 \sigma$. Auch dieser Fehler ist aus dem des Chronographen und aus dem der Adjustirung zusammengesetzt.

1) Legendre, *Traité des Fonctions elliptiques*. 1826. Tafel IX. Tome II.

2) W. Wundt, *Mechanik der Nerven und Nervencentren*. Erste Abth. 1871. S. 10.

Tabelle I¹⁾.

| Amplitude 38° 47' 2,64" | | | | | | Ampl. 16° 42' 4" | | |
|-------------------------|------------|----------|------------------|------------|----------|--------------------------------|------------|----------|
| Scalen- theil | <i>a</i> | <i>t</i> | Scalen- theil | <i>a</i> | <i>t</i> | Scalen- theil | <i>a</i> | <i>t</i> |
| 1 | 3' 18" | 1,21 | 26 | 1° 25' 45" | 31,60 | 21 ¹ / ₂ | 8' 15" | 7,05 |
| 2 | 6' 36" | 2,42 | 27 | 1° 29' 2" | 32,82 | 5 | 16' 29" | 14,10 |
| 3 | 9' 54" | 3,63 | 28 | 1° 32' 20" | 34,05 | 7 ¹ / ₂ | 24' 44" | 21,17 |
| 4 | 13' 2" | 4,84 | 29 | 1° 35' 38" | 35,28 | 10 | 32' 59" | 28,27 |
| 5 | 16' 29" | 6,05 | 30 | 1° 38' 57" | 36,51 | 12 ¹ / ₂ | 41' 14" | 35,40 |
| 6 | 19' 47" | 7,26 | 31 | 1° 42' 14" | 37,74 | 15 | 49' 28" | 42,55 |
| 7 | 23' 5" | 8,48 | 32 | 1° 45' 32" | 38,97 | 17 ¹ / ₂ | 57' 43" | 49,77 |
| 8 | 26' 23" | 9,69 | 33 | 1° 48' 50" | 40,20 | 20 | 1° 5' 58" | 57,06 |
| 9 | 29' 41" | 10,90 | 34 | 1° 52' 8" | 41,43 | 22 ¹ / ₂ | 1° 14' 12" | 64,42 |
| 10 | 32' 59" | 12,12 | 35 | 1° 55' 26" | 42,66 | 25 | 1° 22' 27" | 71,81 |
| 11 | 36' 17" | 13,33 | 36 | 1° 58° 44" | 43,90 | 27 ¹ / ₂ | 1° 30' 42" | 79,30 |
| 12 | 39' 34" | 14,54 | 37 | 2° 2' 2" | 45,14 | 30 | 1° 38' 57" | 86,95 |
| 13 | 42' 52" | 15,78 | 38 | 2° 5' 19" | 46,38 | 32 ¹ / ₂ | 1° 47' 11" | 94,66 |
| 14 | 46' 10" | 16,98 | 39 | 2° 8' 37" | 47,62 | 35 | 1° 55' 26" | 102,54 |
| 15 | 49' 28" | 18,18 | 40 | 2° 11' 55" | 48,86 | 37 ¹ / ₂ | 2° 3' 41" | 110,56 |
| 16 | 52' 46" | 19,40 | 41 | 2° 15' 13" | 50,11 | 40 | 2° 11' 55" | 118,74 |
| 17 | 56' 4" | 20,62 | 42 | 2° 18' 29" | 51,35 | 42 ¹ / ₂ | 2° 20' 10" | 127,15 |
| 18 | 59' 22" | 21,83 | 43 | 2° 21' 49" | 52,60 | 45 | 2° 28' 25" | 135,78 |
| 19 | 1° 2' 40" | 23,05 | 44 | 2° 25' 7" | 53,85 | 47 ¹ / ₂ | 2° 36' 39" | 144,67 |
| 20 | 1° 5' 58" | 24,27 | 45 | 2° 28' 25" | 55,10 | 50 | 2° 44' 54" | 153,86 |
| 21 | 1° 9' 15" | 25,49 | 46 | 2° 31' 43" | 56,35 | | | |
| 22 | 1° 12' 33" | 26,71 | 47 | 2° 35' 0" | 57,61 | | | |
| 23 | 1° 15' 51" | 27,93 | 48 | 2° 38' 18" | 58,87 | | | |
| 24 | 1° 19' 9" | 29,15 | 49 | 2° 41' 36" | 60,13 | | | |
| 25 | 1° 22' 27" | 30,37 | 50 | 2° 44' 54" | 61,39 | | | |

1) Um noch längere Intervalle, als die, welche die Tabelle enthält, abzumessen, stellte ich eine der Spitzen auf den 50. Scalentheile (vom Mittelpunkt ausgehend), und die andere die erforderliche Distanz davon entfernt. Der Werth z. B. für 70 Scalentheile wird dann die Summe der Werthe für 50 und 20, welche aus der Tabelle zu finden sind.

Außerdem ermittelte ich die Zeitgrößen für die Distanzen zwischen dem Nullpunkt und gewissen Theilstrichen für die Amplitude $38^{\circ} 47' 2''$ mittelst der graphischen Methode am Chronographen (Tab. Ia)¹⁾. Um den in jeder Messung eintretenden Zeitfehler möglichst constant zu erhalten, welcher dadurch verursacht wurde, dass die Anker der Schreibhebel von den Elektromagneten des benutzten Chronographen ungleichmäßig abrissen, leitete ich den Strom so, dass die beiden, zu den Schreibspitzen gehörenden Magnete von denselben Elementen magnetisirt und stets in derselben Ordnung gebraucht wurden, so dass der Fehler immer ein positiver war. Der Fehler kann sehr genau bei den Messungen der kleineren Zeitstrecken, wo wenig Irrthum in der obigen Berechnung möglich war, bestimmt werden.

Tabelle Ia.

| Scalen- theile | Zeit mittelst des Chrono- graphen | Diff. | Zeit mittelst der Formel | Scalen- theile | Zeit mittelst des Chrono- graphen | Diff. | Zeit mittelst der Formel |
|-------------------|---|-------|-----------------------------------|-------------------|---|-------|-----------------------------------|
| 2 | 2,87 | 0,45 | 2,42 | 15 | 18,65 | 0,47 | 18,18 |
| | 3,07 | 0,65 | | | 18,85 | 0,67 | |
| | 3,28 | 0,86 | | | 18,85 | 0,67 | |
| | 3,07 | 0,65 | | | 19,06 | 0,88 | |
| | 3,07 | 0,65 | | | 18,85 | 0,67 | |
| | 3,07 | 0,65 | | | 19,06 | 0,88 | |
| | 3,07 | 0,65 | | | 18,89 | 0,71 | |
| 3 | 4,30 | 0,67 | 3,63 | 25 | 31,35 | 0,98 | 30,37 |
| | 4,30 | 0,67 | | | 30,74 | 0,37 | |
| | 4,10 | 0,47 | | | 31,15 | 0,78 | |
| | 4,30 | 0,67 | | | 31,15 | 0,78 | |
| | 4,25 | 0,62 | | | 30,94 | 0,57 | |
| 4 | 5,12 | 0,28 | 4,84 | | 31,35 | 0,98 | |
| | 5,33 | 0,49 | | | 31,15 | 0,78 | |
| | 5,53 | 0,69 | | | 31,12 | 0,75 | |
| | 5,53 | 0,69 | | | | | |
| | 5,38 | 0,54 | | | | | |

1) Vergl. Wundt, Physiol. Psychol. 4. Aufl. Bd. II. S. 338.

Zur Erzeugung der Reize benutzte ich Inductionsströme, welche durch geeignete Vorrichtungen in die entsprechenden specifischen Reize umgesetzt wurden. Als Stromquelle des primären Stroms diente ein Accumatorelement *A* (vergl. Fig. 1). Der Strom floss vom positiven Pol zum oberen Ende *y* des Pendels, durch dieses hindurch zum Federcontact *f*; dann floss er durch diese Spitzen zu einem Rheochord *R* und zur primären Rolle eines Rumkorff'schen Inductoriums *I*, von da zurück zum negativen Pol. Der inducirte Strom wurde in das Dunkelzimmer, wo der Beobachter saß, geleitet. Zur Erzeugung gleichartiger Sinnesreize gebrauchte ich die rasch aufeinander folgenden Funken eines Funkenziehers als Gesichts- oder Gehörsreize. Bei dem Gesichtsreize befand sich der Funkenzieher in einem kleinen, ganz mit Watte umwundenen Kasten *K*, in dessen vordere Seite zwei starke Glasplatten hinter einander eingesetzt und mit Filz umgeben waren, so dass der Beobachter die Funken sehen, aber ihr Knistern nicht hören konnte. Mit Rücksicht auf die Beleuchtung sind meine Gesichtsversuche in zweierlei Weise angestellt, da sie theils in absoluter Dunkelheit und während des Zustandes der Dunkeladaptation der Netzhaut, theils im Gegensatze hierzu bei hellem Tageslichte ausgeführt wurden.

Ich bemühte mich in beiden Fällen, die Umstände zu wiederholen, unter welchen man im gewöhnlichen Leben die Gegenstände um sich her betrachtet. Die Funkenbilder wurden daher auf den Netzhautcentren beider Augen entworfen, nachdem die Aufmerksamkeit durch ein Schallsignal ungefähr zwei Secunden vorher zur Fixation angeregt worden war. Die Accommodation war dieselbe, die man beim Lesen braucht. Im Dunkeln benutzte ich ein Stück selbstleuchtendes Papier, um den Augen eine genaue Fixation zu ermöglichen. Bei Tageslicht wurde dieselbe Anordnung mit möglichst geringen Aenderungen der Nebenbedingungen wiederholt. Da das Dunkelzimmer aber schwarze Wände besaß, so wählte ich in diesem Fall ein anderes, durch ein großes Fenster erleuchtetes, ebenfalls von dem Geräusch des Pendels entferntes, stille gelegenes Zimmer. Natürlich hatten die Funken in der Dunkelheit einen schwarzen Hintergrund, und nichts konnte bei Tageslicht zu diesem Zweck besser dienen als das ganz schwarze Innere des Kastens, wenn man keine directen Lichtstrahlen vom Fenster her eindringen ließ. Die Ver-

suchsperson saß mit dem Gesichte nach der Wand gekehrt, so dass das Licht durch das Fenster von der Seite hereinfiel.

Bei der Untersuchung der Gehörseindrücke wurde das Dunkelzimmer, welches zugleich durch doppelte Wände, Thüren etc. die Einrichtung eines Stillezimmers hat, erleuchtet. Der Funkenzieher war im Freien aufgestellt und der dadurch entstandene Funken konnte, weil ein Kartenblatt vor demselben stand, nicht gesehen werden. Es wurden beide Ohren während der Versuche frei gelassen, aber das eine war dem Reize näher und die Aufmerksamkeit wurde auf die Empfindung dieses Ohres gelenkt.

Für die Versuche mit disparaten Sinnesreizen waren folgende Abänderungen der Versuchsanordnung nothwendig. Bei der Abhängigkeit der Reizstärke vom Widerstand des secundären Stromkreises legte ich Werth darauf, dasselbe Inductorium zur Erzeugung der räumlich gesonderten Gesichts- und Gehörsreize zu benutzen. Der Stromkreis des primären Stromes war derselbe wie vorher. Der secundäre Strom dagegen floss vom Inductorium zum oberen Ende des Pendels (v) und von da zu einer Metallspitze g^1) an der Basis des Pendels, die ich so hinter der Spitze des primären Stromkreises angebracht hatte, dass sie durch einen Quecksilbercontact a den secundären Stromkreis schloss, sodass der Strom ins Dunkelzimmer geleitet den Reiz erzeugte und zum Inductorium zurückfloss. Der primäre Strom wurde zum zweiten Male geschlossen, wenn dieselbe Metallspitze g eine zweite Quecksilberstrecke a' berührte, von der aus der secundäre Strom zu einem zweiten Funkenzieher geleitet wurde. Die Figur 1 stellt die Art und Weise der Stromleitung für diesen Fall dar.

Arbeitete ich mit disparaten Eindrücken, deren einer für den Tastsinn bestimmt war, so wurde ein zweites, schwächeres Inductorium im primären Stromkreis so eingeschaltet, dass der Strom von der zweiten Spitze β' im Dunkelzimmer zu diesem Inductorium und von dort zurück zum negativen Pol des Accumulators floss. Dabei diente dann der Strom der secundären Spirale dieses Inductoriums als Tastreiz.

1) Diese Spitze (g) ist nur in der Seitenansicht, Fig. 1, oberhalb des Gestells (z) des Quecksilbercontactes des Apparates sichtbar.

Ein Commutator *C* gestattete einen der momentanen Ströme auszuschalten. Indem beim Hingang (bei der ersten Schwingung des Pendels) beide momentanen Ströme erzeugt wurden und beim Rückgang nur der eine derselben, konnte letzterer als Signal für den bei der folgenden Pendelschwingung auszuführenden Versuch dienen. Ferner konnte ich dadurch die Reihenfolge der Reize nach Belieben wechseln, ohne die augenblickliche Bewegungsrichtung des Pendels ändern zu müssen. Wenn ich Gesichtsreize untersuchte, benutzte ich als Signal immer andersartige Reize. So diente bei zwei Gesichtsreizen stets ein Klingelzeichen als Signal.

Bei den Versuchen wurden zwei Verfahren, ein wissentliches und ein unwissentliches angewandt. Das erste bestand darin, dass von einem bestimmten Gleichzeitigkeits-Urtheil durch unmerkliche Stufen zu bestimmten Ungleichzeitigkeits-Urtheilen fortgeschritten wurde. Hier lag im Anfang zwischen den hervorgebrachten Reizen ein so kurzes Intervall, dass der Beobachter es nicht wahrnahm, oder dass, wie es zuweilen geschah, eine vollständige Umkehrung der scheinbaren Folge der Reize eintrat. Von da aus verlängerte ich bei jeder Wiederholung die Zwischenzeit durch regelmäßige Vergrößerung des Abstandes zwischen den Spitzen der Scala je nach den Bedürfnissen des betreffenden Falls, in der Regel aber mit Zunahme von fünf Scalentheilen, was, wenn das Pendel die Ablenkung $19^{\circ} 23' 31''$ zeigte, ungefähr $6,05 \sigma$ und mit der Ablenkung $8^{\circ} 21' 2''$ etwa $14,10 \sigma$ entsprach. Nachdem der Punkt, wo die Reize deutlich ungleichzeitig wahrgenommen wurden, erreicht und etwas überschritten war, verkürzte ich den Zeitraum durch dieselben Stufen, bis wieder das ursprüngliche Stadium erreicht wurde. Nach jedem Eindruck theilte mir die Versuchsperson ihr Urtheil durch Glockenzeichen mit. In den Versuchen mit verschiedenartigen Reizen wurde die Reactionsperson angewiesen, nicht bloß ein Urtheil der Ungleichzeitigkeit abzugeben, sondern auch mitzutheilen, welcher Reiz voranzukommen schien. Bei den ersten Kennzeichen von Ermüdung wurden hinreichend lange Pausen, ebenso kleine Pausen am Ende jeder Versuchsreihe eingeschoben. Auch in Fällen besonderer Schwierigkeit wurde ein Signal für Wiederholungen angewandt. Zuweilen lag die Schwelle so nahe an dem Intervalle Null, wo die Reize wirklich gleichzeitig erfolgten, dass dieser Punkt in negativer Richtung über-

Tabelle II.

| Inter- valle | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII |
|--|----------------------|------|-------|------|------|------|-----|------|-------|------|------|-----|------|-----------------------------|-----|----------------------|------|-------|
| | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | × | $\frac{1}{4} \times \times$ | ↓ | $\frac{5}{2} \times$ | ↑ | ↑ |
| Negative Intervalle Fast-Bind. vorn | 61,4 | g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 55,1 | g | g | | | | | g | | | | | | | | | | |
| | 48,9 | g | g | g | g | | | g | g | | | | g | | g | | | g |
| | 42,7 | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g |
| | 36,5 | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g |
| | 30,4 | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g | g |
| | 24,3 | g | g | g | g | g | g | g | g | T | g | g | g | H | g | g | g | g |
| | 18,2 | g | g | g | H | g | g | H | g | g | g | g | g | g | H | H | g | g |
| | 12,1 | g | H | H | g | g | g | H | g | g | g | g | g | H | T | g | g | T |
| | 6,1 | H | H | g | H | g | H | H | g | g | g | g | H | H | g | g | H | g |
| Positive Intervalle Gehörs-Bind. vorn | 0,0 | H | H | H | H | g | T | H | g | g | g | g | T | H | g | H | g | g |
| | 6,1 | H | H | g | H | g | H | H | g | g | H | H | H | H | g | g | g | H |
| | 12,1 | H | H | H | H | H | H | H | H | g | H | H | H | H | g | H | H | H |
| | 18,2 | | | H | H | H | H | H | H | H | g | H | H | H | g | H | H | H |
| | 24,3 | | | H | H | H | H | H | H | H | H | H | | H | H | H | H | |
| | 30,4 | | | | H | H | | | H | H | H | H | | H | H | H | | |
| | 36,5 | | | | | | | | H | H | H | H | | H | H | H | | |
| | 42,7 | | | | | | | | | H | H | H | | H | H | H | | |
| | 48,9 | | | | | | | | | H | | | | | | | | |
| | Schwellen- werthe | -6,1 | -12,1 | 12,1 | -6,1 | 12,1 | 6,1 | 12,1 | -18,2 | 12,1 | 18,2 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 0,0 | 18,2 | 12,1 | 12,1 |

schritten wurde und das Intervall der Reize in umgekehrter Reihenfolge eine gewisse Größe erreichen musste, damit der Nullpunkt im Urtheil eintreten konnte. Die Tabelle II zeigt eine solche mit Tast- und Gehörseindrücken ausgeführte Versuchsreihe. Die durch schwarze Umrandung bezeichneten Schwellen für das Vorhergehen des Gehörseindrucks vor dem Tasteindrucke lagen größtentheils auf der positiven Seite, zuweilen auch auf Null oder auf einem negativen Intervall, wobei also thatsächlich der Tasteindruck voranging. Während des betreffenden Versuches wurde die Aufmerksamkeit stets dem Gehörsreize zugewandt.

Ich theile dieses Protocoll als Beispiel solcher Versuche mit, in denen zahlreiche Versuchsfehler vorkamen. Das *H* in diesen Reihen bedeutet, dass der Gehörseindruck früher empfunden wurde; *T* bezeichnet dasselbe für den Tasteindruck, *g* die Gleichzeitigkeit. Die Pfeile über den Reihen bedeuten die Richtung von den negativen Intervallen weg oder zu denselben hin. Beide wurden nach einer gemeinsamen Methode zur Bestimmung der Zeitschwelle behandelt. Man sieht, dass die mit I bezeichnete Reihe vollkommen regelmäßig ist. Die Schwelle wird hier für das Urtheil, dass der Gehörseindruck vorangehe, bei dem kürzesten Intervalle angenommen. In der Reihe IV tritt das Urtheil der Verschiedenzeitigkeit einmal auf, um wieder durch ein Urtheil der Gleichzeitigkeit verdrängt zu werden. Die Schwelle wird hier erst an der Stelle angenommen, wo das Vorausgehen des Gehörseindrucks dauernd und sicher wahrgenommen wurde.

Hinsichtlich des Auftretens von Versuchsfehlern und Unregelmäßigkeiten des Urtheilsverlaufes wurden folgende Voraussetzungen gemacht:

1. Ein oder zwei alleinstehende Versuchsfehler beeinflussen die Lage der Schwelle nicht, wenn sie unterhalb oder oberhalb derselben gesondert liegen.

2. Mehrere auf einander folgende Unregelmäßigkeiten derselben Art in der Reihe werden als Versuchsfehler betrachtet und bei der Berechnung der Schwelle nicht berücksichtigt, wenn sie mindestens durch sechs constante Urtheile von der Schwelle getrennt sind.

Reihen vom Charakter der vierten und elften sind ziemlich häufig und durch ein beziehungsweise zwei Sternchen bezeichnet, wenn

ein beziehungsweise zwei Fehler unmittelbar hinter einander vorkommen. Die Zahlen über den Reihen bedeuten, dass die Versuchsfehler um jene Zahl von Intervallen von der Schwelle getrennt sind. Die Striche über denselben bedeuten, dass der Fehler oberhalb der Schwelle, im entgegengesetzten Fall, dass er unterhalb der Schwelle liege. Manche Reihen sind so ungeordnet, dass wegen anscheinend zweimaligen Auftretens der Schwelle ein bestimmter Werth nicht ableitbar ist. Es wurde dann der wahrscheinlichere gewählt und in runden Klammern () in den Tabellen angeführt. Andere Reihen zeigen einen Fehler im Verlaufe der Aufmerksamkeit, die vorübergehend dem Reize, welcher eigentlich nicht hätte fixirt werden sollen, zugewandt wurde. Auch hier entstehen anscheinend zwei Schwellen, von denen diejenige, die dem normalen Aufmerksamkeitsverlaufe entspricht, in eckigen Klammern [] in die Tabellen aufgenommen wurde. Reihen dieser letzten Art kommen in den Versuchsbeispielen der Tabelle II nicht vor. Sie erscheinen selten, gewöhnlich bei Reizcombinationen, wo die Schwellenwerthe bei verschiedenem Einstellen der Aufmerksamkeit wenig von einander abweichen. Beim Berechnen der mittleren Schwellenwerthe wurden die in runden sowie in eckigen Klammern eingeschlossenen Schwellen nicht benutzt.

Bei dem hier gewählten Verfahren, die Zeitschwelle durch aufsteigende oder absteigende Vergrößerung bezw. Verminderung des Reizintervalles zu bestimmen, war es jedoch in gewissen Fällen unmöglich, eine gesammte mittlere Schwelle abzuleiten, indem die bei der verschiedenen Richtung der Reihen gewonnenen einzelnen Schwellen zu weit auseinander lagen, um daraus durch Ziehen des Mittelwerthes eine mittlere Schwelle berechnen zu dürfen. Ueberhaupt lieferten die Versuchsreihen, welche durch Uebergang von einer gleichzeitigen zur abgesonderten Wahrnehmung beider Reize erhalten wurden, bei verschiedenen Individuen übereinstimmendere Schwellen als die umgekehrten.

Das beschriebene Verfahren war den Versuchspersonen völlig bekannt. Jedesmal konnten sie durch Signal den Anfang einer Reihe und deren Richtung erkennen. Für disparate Sinnesgebiete benutzte ich auch das bereits von Hamlin angewandte Verfahren, nur dass ich die Länge der Intervalle wiederholt änderte.

Die folgenden Capitel behandeln nun die Versuche in folgender Ordnung:

- I. Zeitschwellen des Gesichtssinnes.
- II. Zeitschwellen des Gehörssinnes.
- III. A. Zeitschwellen zwischen Eindrücken disparater Sinnesgebiete, im Fall die Aufmerksamkeit auf den zuerst kommenden Eindruck gelenkt ist. (Wissentliches Verfahren.)
- III. B. Dieselben, während die Aufmerksamkeit auf den zweiten Eindruck gerichtet ist. (Wissentliches Verfahren.)
- IV. Dieselben Zeitschwellen wie in Capitel III A bei unwissentlichem Verfahren.

(Schluss folgt.)
