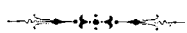




Experimentelle Studien über den Zeitsinn.



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades

eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität
zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

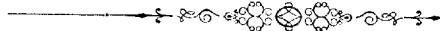
von

Michael Ejner.



Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. C. Dehio. — Prof. Dr. R. Kobert. — Prof. Dr. E. Kraepelin.



Dorpat.

Schnakenburg's Buchdruckerei.

1889.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

Referent: Professor Dr. E. Kraepelin.

Dorpat, den 18. April 1889.

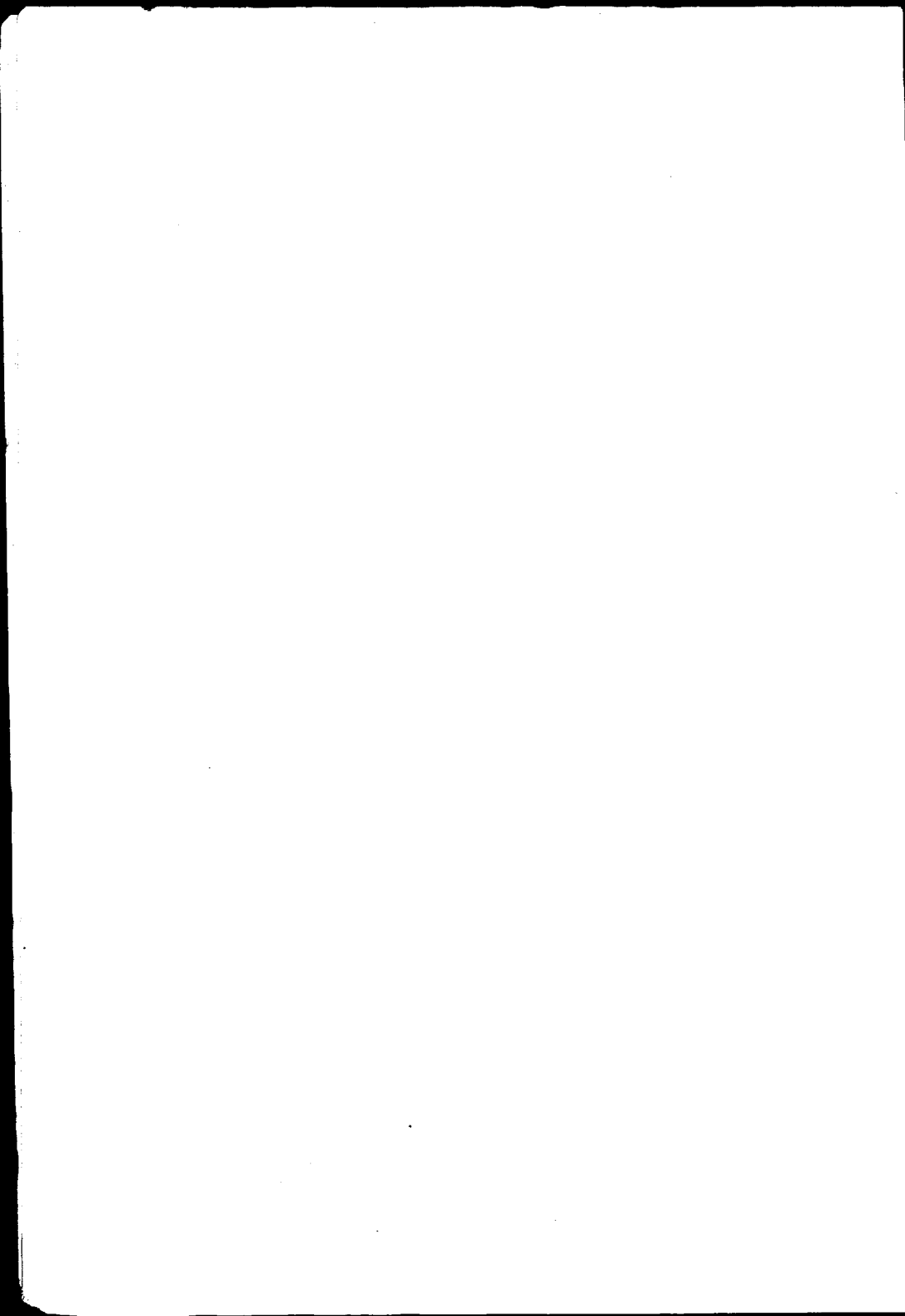
No. 137.

Decan: **Dragendorff.**

Indem ich die vorliegende Arbeit der Oeffentlichkeit übergebe, ergreife ich die Gelegenheit, allen meinen hochverehrten Lehrern an der hiesigen Hochschule meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

Insbesondere gilt dieser Herrn Prof. Dr. Krapelin, dem ich das Thema zur vorliegenden Arbeit verdanke und der mich bei der Abfassung derselben in liebenswürdigster Weise mit Rath und That unterstützte.

Meinen Commilitonen, welche mir bei den dieser Arbeit zu Grunde gelegten Versuchen vielfach behilflich waren, meinen wärmsten Dank.



Historisches und Zweck der Untersuchung.

Nachdem Czermak¹⁾ in einer ausschliesslich theoretischen Abhandlung die Gesichtspunkte „zu einer Lehre vom Zeitsinn“ im Allgemeinen entworfen hatte, versuchte einige Zeit darauf Höring²⁾ das noch unbebaute Feld experimentell zu bearbeiten, indem er nach der Methode der richtigen und falschen Fälle „das Unterscheidungsvermögen des Hörsinnes für die Zeitgrössen“ untersuchte. Er zog in seinen Untersuchungskreis nur sehr kurze Zeiten (0,3—1,4^s) und kam zu dem Resultate, dass die Unterschiedsempfindlichkeit mit zunehmender Dauer der untersuchten Zeiten abnähme.

Zwei Jahre später erschien die Arbeit von Mach³⁾. Letzterer stellte seine Versuche nach der Methode der eben merklichen Unterschiede an und dehnte dieselben über eine grössere Anzahl von Hauptzeiten aus (0,016 bis 8,0^s), doch seine Resultate zeigten nur geringe Uebereinstimmung mit denen von Höring.

1) Czermak. Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn. Sitzungsbericht d. Wiener Akad. Math. nat. Cl. Bd. XXIV, p. 231 u. ff.

2) A. Höring. Versuche über das Unterscheidungsvermögen des Hörsinnes für die Zeitgrössen. Inaug.-Dissertation. Tübingen 1864.

3) Mach. Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres, in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. Bd. X, p. 181. Giessen 1866.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die durch die beiden letzten Arbeiten gewonnenen Thatsachen recht spärlich waren; es lag einerseits vielleicht daran, dass nur zu geringe Anzahl von Zeiten untersucht wurde, andererseits aber auch in der Anordnung und Zahl der Versuche selbst.

Vierordt¹⁾ gebührt das Verdienst, die Lehre vom Zeitsinn genauer begründet zu haben. Seine Versuche leiden zwar an gewissen Mängeln, allein die Vielseitigkeit, mit der er an die Bearbeitung des Gegenstandes geht, verdient nachgeahmt zu werden. Vierordt beschränkte sich nicht auf die Anwendung einer einzigen Methode; er benutzte ihrer mehrere und untersuchte fast alle Sinne, welche eine Zeitvorstellung vermitteln. Das Hauptresultat, das er nach der Methode der mittleren Fehler gewonnen hatte, war das, dass kleine Zeiten überschätzt, grosse unterschätzt werden. Die Indifferenzzeit, das heisst diejenige Zeit, welche am richtigsten geschätzt wurde, zeigte keine Constanz; sie schwankte zwischen $1,5$ — $3,5$ s.

Die in neuerer Zeit über den Zeitsinn veröffentlichten Arbeiten stammen sämtlich aus dem psycho-physiologischen Institut von Wundt. Die erste rührt von Kollert²⁾, die zweite und dritte von Estel³⁾ und Mehner⁴⁾, die vierte von Glass⁵⁾ her. Die drei ersten Arbeiten haben das gemeinsam, dass ihre Resultate nach der Methode der Minimaländerungen gewonnen sind, während Glass bei seinen Versuchen sich der Methode der mittleren Fehler bediente.

1) Vierordt. Der Zeitsinn nach Versuchen. Tübingen 1888.

2) Julius Kollert. Untersuchungen über den Zeitsinn. Phil. Stud. Bd. I, p. 78 ff.

3) Volkmar Estel. Neue Versuche über den Zeitsinn. Phil. Stud. Bd. II, p. 37 ff.

4) Max Mehner. Zur Lehre vom Zeitsinn. Phil. Stud. Bd. II, p. 546 ff.

5) Richard Glass. Kritisches und Experimentelles über den Zeitsinn. Phil. Stud. Bd. IV, p. 423 ff.

Zur Erzeugung der Normal- und Vergleichszeiten benutzte Kollert zwei genau regulirte Metronome, die so eingerichtet waren, dass sie durch Elektromagnete arretirt werden konnten. Ein Uebelstand dieser Vorrichtung bestand darin, dass nur kleine Zeiten erzeugt werden konnten; infolgedessen musste Kollert seine Versuche auf die Zeiten von 0,4—1,5^s beschränken. Die Resultate seiner Beobachtungen waren mit denen von Vierordt insofern übereinstimmend, als kleine Zeiten überschätzt, grössere unterschätzt wurden, allein sein Indifferenzpunkt lag viel tiefer (0,7—0,8^s).

Zwei Jahre später erschien die Arbeit von Estel. Um grössere Zeiten beobachten zu können, benutzten sowohl Estel als auch Mehner und Glass den von Wundt construirten Zeitsinnapparat. Da Estel in erster Linie eine Fortsetzung der Untersuchungen von Kollert schaffen wollte, so begann er seine Beobachtungen mit 1,5^s, stieg aber dann hinauf bis zu 8^s; seine Resultate fasste er in folgende zwei Sätze zusammen:

- 1) „Es ist die Zeitschätzung nicht nur am eigentlichen Indifferenzpunkt am genauesten, sondern erreicht auch bei den Vielfachen desselben relative Maxima der Genauigkeit.“
- 2) „Das Weber'sche Gesetz hat für den Zeitsinn keine Gültigkeit.“

Infolge einer Kritik, mit welcher Fechner¹⁾ gegen Estel's Versuche und Schlüsse auftrat, wurde Mehner veranlasst die Untersuchungen von neuem aufzunehmen. Er wiederholte nicht allein die Versuche Estel's, sondern dehnte seine Experimente auch über die von Kollert untersuchten Zeiten aus. Die Resultate fielen wesentlich anders aus. Denn während frühere

1) Fechner. Ueber die Frage des Weber'schen Gesetzes etc. (Abhandlungen der Kgl. Sächs. Ges. der Wissensch. XXII Nr. 1 1884). Vergl. dazu die Replik Estel's, Phil. Stud. Bd. II, p. 475 ff. und Fechner's weitere Erörterungen, Phil. Stud. Bd. III, p. 1 ff.

Beobachter die Zeiten oberhalb des Indifferenzpunktes dauernd unterschätzt hatten, fand sich bei Mehner's Versuchen von 5^s an eine dauernde Ueberschätzung. Der von Kollert festgestellte Indifferenzpunkt wurde zwar bestätigt, aber es ergaben sich noch drei andere Zeiten, für welche das Richtigschätzen eintrat. Auch hinsichtlich der von Estel ermittelten Periodicität der Schätzungsdifferenz fand eine Abweichung insofern statt, als absolute Minima der Schätzungsdifferenz nicht allen, sondern nur annähernd den ungeradzahligem Vielfachen der Indifferenzzeit entsprachen.

Aber auch gegen die Versuche von Mehner wurden recht bald Bedenken erhoben, weil er nämlich seine Beobachtungen allzusehr auf gewisse Tageszeiten concentrirt hätte. Daher entschloss sich Glass, unter Berücksichtigung aller diesbezüglichen Erfahrungen die Frage von neuem experimentell zu prüfen. Er untersuchte die Zeiten von $0,75-9^s$ in Abständen von je $0,25^s$. Dabei stellte sich die bemerkenswerthe Thatsache heraus, dass bei den Multipla der Zeit $1,25^s$ der constante Fehler am wenigsten von Null abwich; es wurde also die von Estel und Mehner entdeckte Periodicität der Schätzungsdifferenz im Wesentlichen bestätigt. Die zweite Thatsache, welche durch die Untersuchungen von Glass ermittelt wurde, war die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes für den Zeitsinn, für welche auch die Versuche von Mehner zum Theil wenigstens zu sprechen schienen.

Bei der vorliegenden Arbeit, die ich auf Vorschlag und Anleitung des Herrn Prof. Kraepelin ausführte, kam es nicht darauf an, eine Fortsetzung der bisherigen Untersuchungen, welche sich nur auf Zeiten bis 15^s erstrecken, zu liefern, obgleich diese wünschenswerth gewesen wäre, sondern es handelte sich vielmehr darum, Fragen zu studiren, die bis jetzt noch nicht studirt sind. Diese Fragen, deren Erörterung, wenn auch nicht zu Ende geführt, so doch angebahnt werden konnte, sind folgende:

- 1) Wie schätzen wir die erfüllten Zeitstrecken?
- 2) Worin bestehen die Einflüsse, welche durch Uebung und Ermüdung involvirt werden?
- 3) Welches sind die individuellen Schwankungen in Betreff des Zeitsinnes?
- 4) Welche Veränderungen erfährt der Zeitsinn bei gewissen Geistesstörungen?

Gerade im Hinblick auf die letzte dieser Aufgaben erschien es nothwendig, eine möglichst einfache, leicht zu handhabende, aber doch einigermaßen zuverlässige Methode der Untersuchung ausfindig zu machen.

Methode der Untersuchung.

Alle im Nachstehenden erwähnten Untersuchungen wurden nach der Methode der mittleren Fehler ausgeführt. Dieselbe gründet sich bekanntlich darauf, dass wir wegen der Existenz einer Unterschiedschwelle bei der Vergleichung sehr wenig von einander verschiedenen Reize Fehler begehen, deren Grösse im Allgemeinen der Unterschiedsempfindlichkeit umgekehrt proportional ist. Bei der Anwendung dieser Methode auf die vorliegende Frage bieten sich für die Anordnung der Versuche zwei verschiedene Wege dar, welche beide von mir eingeschlagen worden sind. Offenbar nämlich kann man: 1) die als Maass dienende Normalzeit nur einmal reproduciren lassen, wie das von Glass durchgeführt worden ist. Oder aber 2) diese Reproduction wird beliebig viele Male wiederholt. Im ersten Falle lässt man jeder einzelnen Vergleichs- oder Fehlzeit die Normalzeit vorangehen, im zweiten dagegen benutzt man die einmal angegebene Normalzeit als Maass während der ganzen Versuchsdauer. Das erste Verfahren möge das der einmaligen, das zweite das der mehrmaligen Reproduction heissen.

Zum Messen der Zeiten benutzte ich eine Uhr, welche so eingerichtet war, dass man $\frac{1}{5}$ Secunde bequem ablesen konnte; ausserdem besass die Uhr eine Arretirvorrichtung. Durch einen Druck auf eine Feder konnte das Uhrwerk in Gang gesetzt werden; auf einen

zweiten Druck erfolgte dann der Stillstand; drückte man zum drittenmal, so schnellten die betreffenden Zeiger zurück.

Zur Ausführung der Versuche gehörten zwei Personen: eine Registrir- und eine Versuchsperson. Den Anfang der Normalzeit, also den Augenblick, in welchem die Messvorrichtung in Gang gesetzt wurde, gab die Registrirperson durch den Zuruf „jetzt“ an; derselbe Laut erklang zum zweitenmal, sobald die Normalzeit abgelaufen war. Da kein Intervall zwischen Normal- und Vergleichszeit eingeschoben wurde, so war das Endsignal für die Normalzeit zugleich das Anfangssignal für die Vergleichszeit. Die Versuchsperson hatte dann die Aufgabe, denjenigen Zeitpunkt, an welchem ihr eine der Normalzeit gleiche Zeitstrecke gerade abgelaufen zu sein schien, durch ein verabredetes Signal zu markiren. Der Registrirende verfuhr nun je nach der Anordnung der Versuche auf zweierlei Weise. Handelte es sich um eine einmalige Reproduction, so wurde die Uhr momentan angehalten und der Stand der Zeiger notirt. Durch Abzug der Normalzeit von der notirten erhielt man die reproducirte Zeit. Sollte aber die Reproduction der Normalzeit mehrere Male nach einander geschehen, so schrieb man nur den jeweiligen Stand der Zeiger an, ohne die Uhr zu arretiren. Durch Subtraction jedes vorhergehenden Werthes von dem nachfolgenden erhielt man dann die einzelnen reproducirten Zeiten.

Hierbei muss hervorgehoben werden, dass die Vergleichszeit nicht genau gleich der notirten ist; letztere ist nämlich um einen Bruchtheil einer Secunde grösser. Dieser Fehler wird durch die Methode selbst bedingt; seine Grösse ist je nach dem Verfahren verschieden. Bei der einmaligen Reproduction verlängert sich die Vergleichszeit einmal durch die Reactionszeit der Versuchsperson und zweitens durch die Reactionszeit des das letzte Signal registrirenden Experimentators. Ausserdem schieben sich beim Signalisiren des Endes der

Normalzeit noch variable Schätzungsfehler von wechselnder Grösse und Richtung ein, von denen wir wohl im Allgemeinen annehmen dürfen, dass sie sich in einer grösseren Versuchsreihe annähernd compensiren, während jene ersten constanten Fehler wahrscheinlich die Grösse von $0,3-0,4^s$ nicht wesentlich übersteigen. Bei der mehrmaligen Reproduction würden für den ersten Versuch dieselben Fehler in Betracht kommen; ausserdem haben wir hier und für alle folgenden Versuche mit den Fehlern zu rechnen, welche aus der Schwierigkeit einer genauen Bestimmung des Zeigerstandes ohne Arretirung der Uhr hervorgehen. Wahrscheinlich sind diese letzteren Fehler überwiegend negative und von annähernd gleicher Grösse; abgesehen von der ersten Vergleichszeit dürften sie sich daher für die folgenden Versuche bis zu einem gewissen Grade compensiren. Es liegt auf der Hand, dass alle diese Fehlerquellen bei Untersuchung sehr kleiner Zeiten einen bedeutenden Einfluss auf die Resultate gewinnen müssten; gegenüber den hier untersuchten Zeiten jedoch und der Grösse der aus anderweitigen psychischen Ursachen hervorgehenden Schwankungen sind dieselben verhältnissmässig so klein, dass wir sie bei unseren weiteren Erörterungen vernachlässigen dürfen.

Die Versuche wurden in einem ganz stillen Zimmer ausgeführt. Die Versuchsperson hatte während der ganzen Versuchsdauer sich still und ruhig zu verhalten; sie durfte weder sprechen noch den Platz wechseln. Ihre Aufgabe war insofern recht schwierig, als die Versuche über den Zeitsinn an und für sich ziemlich anstrengend sind. Die Respiration wird von Anfang an verlangsamt, das Gesicht röthet sich und, dauert die Versuchsreihe ziemlich lange, so wird es zuletzt dunkelroth. Es sind also Erscheinungen, welche durch die Spannung der Aufmerksamkeit bedingt werden. Besonders ermüdend sind die Versuche mit mehrmaliger Reproduction, weil hier, wenn man grössere Zeit-

strecken beobachtet, die Versuchsreihe sehr lange dauert.

Als Versuchspersonen dienten: der Verfasser, die Commilitonen S. und C. und drei Patienten aus der hiesigen psychiatrischen Klinik: P., M. und H. Sämmtliche Versuchspersonen waren Studenten. Die an die Versuche mit mehrmaliger Reproduction Herantretenden besaßen keine Uebung; ausserdem durften sie nie Kenntniss davon erhalten, wie die Versuche jedesmal ausgefallen waren, solange dieselbe Zeitstrecke zur Beobachtung kam.

Die Versuche wurden in dem Zeitraume vom 29. August bis 13. December ausgeführt.

Untersucht wurden nach beiden Methoden und zwar in aufsteigender Richtung folgende Zeiten: 0,5, 1, 2, 3 und 4 Minuten.

Nach dem Verfahren der einmaligen Reproduction wurden im Ganzen 500 Versuche gemacht; als Versuchsobject diente der Verfasser. Um die Bedingungen möglichst gleich herzustellen, wurden die Beobachtungen so angestellt, dass Tag für Tag experimentirt, dieselbe Tageszeit eingehalten und die Versuchsdauer gleich einer Stunde gesetzt wurde. Die Anzahl der Einzelversuche, die jedesmal gemacht werden sollte, war also durch die Dauer der untersuchten Zeit bestimmt. Demnach würden den Normalzeiten 0,5^m, 1^m, 2^m, 3^m und 4^m zur Zeit je 60, 30, 15, 10 und 7½ Einzelversuche zukommen. Allein es war unmöglich, diese Anzahl streng einzuhalten, da für jede Normalzeit 100 Versuche in Aussicht genommen worden waren. Es wurden deshalb für 0,5^m 2 Stund., für 1^m 3 Stund., für 2^m 6 Stund., für 3^m 9 Stund., für 4^m 12 Stunden im Ganzen verwandt; dabei wurden die Versuche, so gut es ging, auf einzelne Stunden annähernd gleichmässig vertheilt.

Nach dem Verfahren der mehrmaligen Reproduction lieferte der Verfasser 2500 Versuche im Ganzen, also für jede Normalzeit 500 Einzelbeobachtungen. Bestimmte Tageszeiten wurden bei diesen Beobachtungen nicht



eingehalten. Die als Maass vorgelegte Zeitstrecke wurde stets ohne Unterbrechung 25 Mal reproducirt. Die auf diese Weise erhaltene Versuchsreihe bildete ein untrennbares Ganzes. Es wurden jedesmal zwei solche Reihen von Versuchen ausgeführt, die der Klarheit wegen mit a und b und beide zusammen als eine Gruppe bezeichnet werden mögen. Bei kleineren Zeitstrecken, wie 0,5^m und 1^m, folgte der ersten Reihe unmittelbar die zweite, indem nach Abschluss der ersten die Angabe der Normalzeit von neuem erfolgte; dagegen bei 2^m, 3^m und 4^m musste wegen der Ermüdung die erste Reihe von der zweiten durch eine längere Pause (bis zu einer halben Stunde) getrennt werden. Da einer jeden untersuchten Zeit 500 Versuche zukommen, so zerfallen dieselben in zehn Gruppen und 20 Reihen.

An den Commilitonen S. und C. wurden im Ganzen 1600 Einzelversuche gewonnen; für 0,5^m zu je 500, für 4^m zu je 300.

Von den drei Patienten aus der psychiatrischen Klinik wurden geliefert: von P. für 0,5^m 500, für 4^m 250; von M. sowohl für 0,5^m als auch für 4^m je 500; von H. für 0,5^m 400; also im Ganzen 2150 Einzelversuche.

Die Berechnungsweise und Bezeichnungen sind Fechner's Revision der Hauptpunkte der Psychophysik (Abschnitt VII pag. 104 ff.) entnommen. Wird mit t die Normalzeit, mit f die Vergleichs- oder Fehlzeit, welche der Normalzeit gleich gemacht werden soll, bezeichnet, so ergibt der Unterschied $f-t$ den für gewöhnlich mit einem constanten Fehler behafteten rohen Fehler. Zieht man aus allen Fehlzeiten, deren Zahl m sei, das Mittel $\frac{\sum f}{m}$ und bezeichnet man dasselbe als mittlere Fehlzeit oder mittleren Schätzwert mit F , so erhält man durch Abzug der Normalzeit von der mittleren Fehlzeit den mit e zu bezeichnenden constanten Fehler. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Fehlzeiten f und der mittleren Fehlzeit F stellen dann die mit Δ zu bezeichnenden und vom

constanten Fehler befreien, reinen variablen Fehler dar. Endlich erhält man den mit Δ_m bezeichneten Mittelfehler, wenn man die einzelnen reinen variablen Fehler ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen summirt und durch die Anzahl der Summanden dividirt.

Von diesen Einzelbestimmungen sind der constante und der Mittelfehler die massgebenden Werthe. Ersterer sagt, um welchen Betrag wir durchschnittlich eine gegebene Zeit bei der Reproduction zu über- respective zu unterschätzen geneigt sind. Sein positives Vorzeichen bedeutet, dass eine gewisse Zeitstrecke in unserem Bewusstsein vergrössert wird; sein negatives Vorzeichen dagegen weist darauf hin, dass die betreffende Zeitstrecke in der Reproduction verkleinert wird. Der variable Fehler andererseits zeigt uns die Grösse der Schwankungen, welchen die Sicherheit unserer Schätzung im einzelnen Falle nach der positiven oder negativen Seite ausgesetzt ist; er gilt daher als Maass für die Unterschiedsempfindlichkeit, er ist nämlich der Unterschiedsempfindlichkeit umgekehrt proportional.

Was die Gruppierung anbelangt, so wurde die Summe von Einzelbeobachtungen, die einer gewissen Zeit t zukam, bei den Versuchen mit einmaliger Reproduction in Fractionen zu je 25 getheilt. Man bestimmte dann für jede von diesen Fractionen die Werthe F , c und Δ_m . Durch das Mittelziehen aus den auf diese Weise erhaltenen Werthen ergaben sich die Gesamtmittel, welche in der Tabelle angegeben sind. Bei den Versuchen mit mehrmaliger Reproduction wurden die einzelnen Versuchsreihen in analoger Weise behandelt.

Als Zeiteinheit ist allen Tabellen die Secunde zu Grunde gelegt.

Versuche mit einmaliger Reproduction.

Die in der folgenden Tabelle mitzutheilenden Resultate sind nach dem Verfahren der einmaligen Reproduction gewonnen. Chronologisch gehören sie nicht

hierher, denn die betreffenden Versuche wurden zuletzt gemacht.

Tabelle A.

t	F	c	Δm	$\frac{\Delta m}{t}$	$\frac{\Delta m}{F}$	c in % von t (100. c) t
30	23,96	— 6,04	2,250	0,0750	0,0944	20,14
60	48,99	— 11,01	5,717	0,0952	0,1175	18,35
120	119,29	— 0,71	14,120	0,1176	0,1185	0,59
180	158,87	— 21,13	18,805	0,1044	0,1183	11,74
240	208,27	— 31,73	20,021	0,0834	0,0982	13,22

Der constante Fehler ist, wie ein Blick auf die dritte Columne der Tab. A zeigt, für sämmtliche untersuchte Zeiten negativ; absolut genommen, erreicht er bei $t = 1^m$ fast den doppelten Betrag desjenigen Werthes, der ihm bei $t = 0,5^m$ zukommt; bei $t = 2^m$ wird er sehr klein, die Unterschätzung beträgt hier weniger als 1^s ; von 2^m an nimmt er wieder rasch zu und erreicht den grössten absoluten Werth bei $t = 4^m$. Setzt man den constanten Fehler in Relation mit der Normalzeit, indem man seinen Werth in Procenten von t ausdrückt, so kehrt sich das Verhältniss um, indem der höchste Procentsatz sich bei $t = 0,5^m$ findet; bei $t = 1^m$ wird der Procentsatz ein wenig kleiner, bei $t = 2^m$ sehr klein, um von hier an wiederum zu wachsen. Demnach würde man eine Art Indifferenzpunkt bei $t = 2^m$ zu setzen haben.

Gegenüber den Resultaten von Glass ist hervorzuheben, dass der Procentsatz, den hier der constante Fehler erreicht, ein sehr hoher ist. In den Glass'schen Versuchen erreicht der Werth c nur einmal 17% (Tabell. III $t = 0,75^s$), für gewöhnlich übersteigt er nicht 12%, hier dagegen schwankt er zwischen 0,59 bis 20,14%.

Ob in meinen Versuchen der constante Fehler eine periodische Erscheinung ist, bleibt dahingestellt, da erstens eine zu geringe Anzahl von Zeiten untersucht

wurde und zweitens die Abstände zwischen je zwei t zu gross sind. Immerhin würden die besprochenen Schwankungen mehr für als gegen das Bestehen einer Periodicität sprechen.

Was den Mittelfehler anbelangt, so nimmt die absolute Grösse desselben mit zunehmender Dauer der untersuchten Zeiten zu, wie dieses sich aus der vierten Columnne der Tab. A leicht erschen lässt; dass er aber nicht direct proportional der Dauer der untersuchten Zeiten wächst, darüber giebt Auskunft die fünfte Columnne der betreffenden Tabelle, wo die Verhältnisszahlen $\frac{\Delta m}{t}$ eingetragen sind.

Beim Vergleich mit den Glass'schen Resultaten ergibt es sich, dass in meinen Versuchen der Mittelfehler seinem relativen Werthe nach ungefähr doppelt so gross ist, wie in den Versuchen von Glass. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist, bleibt vorläufig unentschieden; es sind aber nur zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder ist er rein individueller Natur, oder er ist durch die Grösse der Normalzeiten bedingt.

An dieser Stelle sei es mir gestattet die Frage zu beantworten, inwiefern die hier mitgetheilten Resultate für oder gegen die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes im Bereiche des Zeitsinnes sprechen. Die Bedingung, damit das genannte Gesetz zu Recht bestehe, ist die Constanz von $\frac{\Delta m}{t}$ und diese Bedingung erscheint nicht erfüllt, wenn man die fünfte Columnne der Tab. A betrachtet. Das Bemerkenswerthe ist hierbei, dass die Verhältnisszahl $\frac{\Delta m}{t}$ den höchsten Werth am Indifferenzpunkt erreicht und dass von hier an dieselbe nach beiden Seiten hin allmählig abnimmt. Erwägt man indessen, dass möglicherweise der Mittelfehler nicht so sehr eine Function der unveränderlichen Normalzeit als

vielmehr der durch den constanten Fehler beeinflussten Vergleichszeit darstellt, so liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht die vom Indifferenzpunkte an nach beiden Seiten hin progressiv wachsende Unterschätzung auch den Mittelfehler in analogem Sinne verändert und dadurch die Constanz des Verhältnisses $\frac{\Delta m}{t}$ beeinträchtigt habe. Eine gewisse Stütze gewinnt diese Vermuthung, wenn wir nunmehr das Verhältniss $\frac{\Delta m}{F}$ für die untersuchten Zeiten berechnen und für alle einzelne Fractionen die Beobachtung machen, dass diese Grösse in der That ziemlich weitgehende, innerhalb gewisser Grenzen eine fast vollständige Constanz aufweist. Will man daher die Berechtigung der oben gemachten Annahme zugestehen, so ist das Weber'sche Gesetz für die hier untersuchten Zeiten gültig; thut man dieses nicht, so muss die Frage im Hinblick auf die Resultate von Glass dahin beantwortet werden, dass die als Normalzeiten gewählten Zeitstrecken wahrscheinlich zu lang waren und wir uns hier etwa schon im Bereiche der auf anderen Untersuchungsgebieten vielfach constatirten oberen Abweichung vom Weber'schen Gesetze befinden.

Versuche mit mehrmaliger Reproduction.

Ueber die in diesem Abschnitte mitzutheilenden Resultate giebt die Tabelle B einen kurzen Ueberblick.

Tabelle B.

t	F	c	Δm	$\frac{\Delta m}{t}$	$\frac{\Delta m}{F}$	c in % von t. $\left(\frac{100 \cdot c}{t}\right)$
30	35,19	+ 5,19	5,369	0,1789	0,1525	17,61
60	77,69	+ 17,69	11,262	0,1877	0,1449	29,77
120	139,21	+ 19,21	20,113	0,1676	0,1448	15,90
180	181,18	+ 1,18	27,331	0,1518	0,1508	0,65
240	227,69	— 12,31	34,513	0,1438	0,1516	4,79

Der constante Fehler ist, wie aus der dritten Columne der Tab. B ersichtlich, negativ nur bei $t = 4^m$, positiv bei allen übrigen untersuchten Zeiten. Dem absoluten Werthe nach nimmt er bis $t = 2^m$ progressiv zu, bei $t = 3^m$ wird er sehr klein und nimmt bei $t = 4^m$ wiederum zu, aber in negativer Richtung. Drückt man den constanten Fehler in Procenten von t aus, so er giebt sich der höchste Procentsatz für $t = 1^m$; bei der nächstfolgenden Zeit wird der Procentsatz bedeutend niedriger, um bei $t = 3^m$ auf einen Bruchtheil herabzugehen, steigt aber bei $t = 4^m$ wiederum an. Der Indifferenzpunkt liegt also aller Wahrscheinlichkeit nach bei $t = 3^m$.

Der Mittelfehler nimmt, wie dieses sich aus der vierten Columne der Tab. B leicht erschen lässt, dem absoluten Werthe nach mit zunehmender Dauer der untersuchten Zeiten zu. Dass aber diese Zunahme nicht direct proportional den Normalzeiten sich vollzieht, lehrt die fünfte Columne der betreffenden Tabelle, in welcher die Verhältnisszahlen $\frac{\Delta m}{t}$ eingezeichnet sind.

Auch hier tritt uns dieselbe Erscheinung entgegen, welcher schon bei der Besprechung der Resultate der einmaligen Reproduction Erwähnung gethan wurde, eine Erscheinung, die darin besteht, dass der Mittelfehler anscheinend vom constanten beeinflusst wird. Es wurde oben die Vermuthung ausgesprochen, dass der Mittelfehler einen gewissen Parallelismus zum constanten Fehler darbiete, indem er mit wachsenden negativen Werthen desselben sinkt, mit wachsenden positiven Werthen zunimmt. Betrachtet man die dritte und die fünfte Verticalreihe der Tabelle B, so sieht man, dass das Verhalten des constanten Fehlers einerseits und der Verhältnisszahlen $\frac{\Delta m}{t}$ andererseits die ausgesprochene Vermuthung bestätigt. Zur Begründung dieser Annahme wurden ferner die Zahlen $\frac{\Delta m}{t}$ und $\frac{\Delta m}{F}$ für eine grosse

Anzahl von Versuchsreihen berechnet; dabei stellte es sich heraus, dass auch in den Versuchen mit mehrmaliger Reproduction $\frac{\Delta m}{F}$ viel grössere Constanz zeigte als $\frac{\Delta m}{t}$. Da nun $\frac{\Delta m}{F}$, wie aus der sechsten Verticalreihe der Tabelle B ersichtlich, für alle beobachteten Zeiten nahezu constant bleibt, so ergiebt es sich, dass der Schluss: die Mittelfehler wachsen direct proportional den reproducirten Zeiten, als vollkommen begründet gelten darf.

Ob dieser Satz auch auf kleine Zeiten ausgedehnt werden kann, bleibt dahingestellt. Die Resultate von Glass scheinen dagegen zu sprechen; allerdings waren bei den von ihm untersuchten kleinen Zeiten auch die Differenzen zwischen t und F sehr gering.

Für die Beantwortung der Frage nach der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes sind die hier mitgetheilten Resultate nicht ohne Weiteres zu verwerthen. Die Vergleichung zweier Reize verlangt ja offenbar, dass dieselben entweder gleichzeitig oder doch mit möglichst kurzem Intervall auf unser Bewusstsein einwirken, während hier die Vergleichszeiten in immer wachsendem zeitlichem Abstände von der Normalzeit reproducirt werden. Auf diese Weise müssen also alle jene Veränderungen, welche die Normalzeit während ihrer Aufbewahrung im Gedächtnisse allmählig erfährt, die Grösse der begangenen Schätzungsfehler mit beeinflussen. Man kann allerdings mit einer gewissen Berechtigung die Annahme machen, dass alle diese Einflüsse, welche sich aus der Veränderung der Normalzeit ergeben, in ihrer Grösse sich proportional der inzwischen verflossenen Zeit verhalten, und unter dieser Voraussetzung würden auch die hier angeführten Versuchsergebnisse allenfalls für die Beurtheilung der Unterschiedsempfindlichkeit für Zeitgrössen herangezogen und im Sinne der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes interpretirt werden können.

Vergleicht man die Resultate der einmaligen mit denen der mehrmaligen Reproduction, so stellt es sich heraus, dass der Unterschied in dem verschiedenen Verhalten sowohl des constanten als auch des Mittelfehlers besteht.

Der constante Fehler verhält sich bei der ersten Methode ausschliesslich negativ, bei der zweiten theils positiv, theils negativ. Der Indifferenzpunkt liegt für die erste Methode bei $t = 2^m$, für die zweite bei $t = 3^m$. Doch ist diese Differenz nur durch Zufall bedingt. Vergleicht man nämlich die in den Tabellen A und B wiedergegebenen Gesamtmittel der einzelnen F, so folgt, dass bei der ersten Methode die nachgemachten Zeiten im Mittel kürzer ausfallen und zwar $t = 0,5^m$ um $11,2^s$, $t = 1^m$ um $28,7^s$, $t = 2^m$ um $19,9^s$, $t = 3^m$ um $22,3^s$, $t = 4^m$ um $19,4^s$. Abgesehen von den kleinsten zwei Zeiten, beträgt der Unterschied zwischen den F der ersten und den F der zweiten Methode für $t = 2^m$, 3^m und 4^m ungefähr 20^s ; würde man den Gang des constanten Fehlers für beide Methoden graphisch darstellen, so würden die Curven für die drei letztgenannten Zeiten als parallele Linien sich präsentiren. Dieser Parallelismus ist allerdings für die zwei kleinsten Zeiten gestört. Trotzdem zeigt dieser Vergleich der beiden Curven doch deutlich, dass die höchsten Punkte derselben einander entsprechen und zwar beide bei 2^m gelegen sind, während sie nach den kleineren Zeiten zu langsamer und unregelmässiger, nach den grösseren hin schneller abfallen. Dass dabei die der mehrmaligen Reproduction entsprechende Curve gerade bei 3^m die Nulllinie schneidet und somit hier eine Art Indifferenzpunkt zu Stande kommt, erscheint schon deswegen bedeutungslos, weil die Versuche lehren, dass ein wirklich regulirender Einfluss der Normalzeit sich nur bei der ersten Reproduction mit einiger Entschiedenheit geltend macht. Der scheinbare Widerspruch zwischen den Ergebnissen beider Methoden löst sich somit dahin, dass der mittlere Schätzungswerth, von anfänglich

geringeren Werthen ausgehend, bei $t = 2^m$ sein Maximum erreicht und von da ab fortschreitend abnimmt.

Es entsteht nun die Frage, wodurch dieses verschiedene Verhalten des constanten Fehlers bedingt wird; es könnte ja der Mangel an Uebung daran Schuld sein, da man an die Versuche mit mehrmaliger Reproduction ohne jegliche Uebung herantrat. Um darüber Auskunft zu erhalten, stellte ich, nachdem der experimentelle Theil dieser Arbeit schon längst abgeschlossen war, noch einmal 100 Versuche über $t = 0,5^m$ mit mehrmaliger Reproduction an. Die aus diesen Versuchen resultirenden Zahlen sind folgende:

$$F = 32,13^s; c = + 2,13^s; \Delta_m = 4,04^s; \frac{\Delta_m}{F} = 0,1256.$$

Man sieht also, dass die betreffende Zeit auch jetzt, obgleich in geringerem Maasse, überschätzt wird; es kann daher die frühere Ueberschätzung nur zum Theil dem Mangel an Uebung zugeschrieben werden. Somit dürfte das abweichende Verhalten des constanten Fehlers nur durch die Verschiedenheit der Methoden selbst bedingt sein.

Die Differenz der beiden Methoden tritt deutlich hervor auch in dem verschiedenen Verhalten des Mittelfehlers. Derselbe fällt bei der ersten Methode bedeutend kleiner aus als bei der zweiten, wie dieses aus den Tabellen A und B zu ersehen ist. Das Verhältniss in ganzen Zahlen ausgedrückt würde ungefähr wie 2 : 3 sein. Dementsprechend findet sich auch eine allerdings etwas geringere Differenz zwischen den beiden Werthen für $\frac{\Delta_m}{F}$.

Einfluss der Uebung und Ermüdung.

Um die Einflüsse der Uebung und Ermüdung zu studiren, wurden die Versuche nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppirt.

Für die einmalige Reproduction kam folgendes Verfahren in Betracht. Für jedes t wurden die 1^{sten} Ver-

suche aus jeder Versuchsstunde zu einer Gruppe zusammengefasst; ebenso verfuhr man mit dem 2^{ten}, 3^{ten}, 4^{ten} und so weiter, je nach der Anzahl der Einzelbeobachtungen, die einer Stunde zukam, was, wie oben auseinandergesetzt, von der Grösse des t abhängig war. Durch das Mittelziehen aus den auf diese Weise dargestellten Gruppen, also für $t = 0,5^m$ aus je 2, für $t = 1^m$ aus je 3, für $t = 2^m$ aus je 6 Versuchen und so weiter, erhielt man Zahlen, die zu einer graphischen Darstellung benutzt werden konnten. Setzt man nämlich die Abscissenlinie, welche für alle untersuchten t dieselbe Länge besitzt, gleich einer Stunde und theilt man diese Linie in soviel gleiche Theile, als Versuche in einer Stunde gemacht werden konnten; errichtet man dann an den Berührungspunkten der Theilungsstücke der Abscissenlinie Ordinaten, denen als Werthe die in Rede stehenden Mittelzahlen zu Grunde gelegt werden: so erhält man eine Curve, die im Allgemeinen eine aufsteigende Richtung nimmt. Das Bemerkenswerthe ist hierbei, dass die Curve für alle zur Untersuchung gelangten t denselben Charakter besitzt. Die grösste Unterschätzung fällt auf die Zeitstrecke zwischen 10—15 Minuten; von da an beginnt die Curve allmählig zu steigen, zwischen 30—45 Min. erreicht sie den höchsten Punkt und bewegt sich dann annähernd im gleichen Niveau bis zum Ende der Versuchszeit.

Bei der mehrmaligen Reproduction wurden die Versuche auf zweierlei Weise gruppirt.

Bei der ersten Gruppierung handelte es sich darum, Zahlen zu gewinnen, die zu einer graphischen Darstellung benutzt werden konnten. Das Verfahren war demnach sehr einfach: die Versuche jeder einzelnen Reihe zu je fünf, also 1—5, 6—10 und so weiter, zusammengefasst lieferten die Ordinatenwerthe; als Abscissenwerthe trug man dann die Normalzeit sovielmals ein, als Ordinaten vorhanden waren. Die auf diese Weise dargestellten Curven boten den Vortheil, dass sie mehr das Allgemeine als das Zufällige zum Ausdruck brach-

ten; ausserdem liessen sie eine gewisse Aehnlichkeit unter einander erkennen. Der Klarheit wegen möchte ich die skizzirte Art der Curven als Längsschnittscurven bezeichnen. Jeder untersuchten Zeit kamen, da zwanzig Versuchsreihen vorhanden waren, zwanzig Längsschnittscurven zu. Diese Curven zeigten in überwiegender Mehrzahl eine mehr oder weniger steil aufsteigende Richtung. Bei mehreren Versuchspersonen nahm die Steilheit derselben von den ersten Versuchsgruppen an anfangs schneller, später langsamer ab. Da sich indessen diese Erscheinung bei anderen Versuchspersonen nicht wieder auffinden liess, so ist dieselbe wahrscheinlich als eine zufällige zu betrachten. Dagegen zeigte sich mit auffallender, wenn auch nicht ausnahmsloser Regelmässigkeit, dass die an einem Tage hinter einander gewonnenen Curven eine grosse Uebereinstimmung in ihrem allgemeinen Verlaufe mit einander darboten, so dass wir aus diesem Umstande wohl auf einen gewissen Einfluss der jeweiligen Tagesdisposition schliessen dürfen.

Die zweite Gruppierung bestand im folgenden Verfahren. Man addirte die 1^{sten} Versuche aller Reihen a und zog daraus das Mittel; ebenso behandelte man die 2^{ten}, 3^{ten}, 4^{ten} 25^{sten} Versuche der Reihe a. Auf diese Weise erhielt man eine Durchschnittsreihe α . Dieselbe Manipulation nahm man dann mit den Reihen b und erhielt eine Durchschnittsreihe β . Diese Reihen wurden nun graphisch dargestellt, indem man in üblicher Weise t als Abscissen-, F als Ordinatenwerthe benutzte, wobei der Deutlichkeit wegen die Einheit für die Ordinaten erheblich grösser als die für die Abscissen gewählt wurde. Ich möchte diese Art der Curven Querschnittscurven nennen. Da es sich bald herausstellte, dass die Reihen α und β von demselben Charakter waren, so wurden sie mit einander zu einer Durchschnittsreihe vereinigt. Auf diese Weise waren alle Reihen auf eine einzige Mittelreihe reducirt. Als

Beispiel hierfür möge Tab. B' dienen, in welcher die betreffenden Mittelreihen eingezeichnet sind.

Die Berechnungsweise ist dieselbe geblieben wie oben. F' bedeutet die mittlere Fehlzeit, c' den constanten, $\Delta m'$ den Mittelfehler. Da die Versuche anders gruppirt wurden, so sind die Gesamtmittel bald grösser, bald kleiner als in der Tab. B.

Wie die Durchschnittsreihen α und β , so wurden auch die denselben entsprechenden Curven auf eine einzige Querschnittscurve zurückgeführt. Um die Verhältnisse noch einfacher zu gestalten, wurden Durchschnittszahlen aus je fünf auf einander folgenden F' genommen, so dass man eine Curve erhielt, die statt 25 nur 5 Punkte hatte. Tabelle B'' giebt diese Durchschnittszahlen wieder; dieselben sind in der Weise auf eine Einheit reducirt, dass die absoluten Zahlen für $t = 1, 2, 3, 4$ Minuten resp. durch 2, 4, 6, 8 dividirt wurden. Diese reducirten Werthe sollen zeigen, wie gross eine und dieselbe Zeitstrecke, nämlich $0,5^m$, unter den verschiedenen Versuchsbedingungen geschätzt wurde, welche in der differenten Länge der gegebenen Normalzeiten begründet waren.

Tabel le B'.

	t = 90				t = 60				t =		120		t = 180				t = 240			
	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$
1	31,6	+ 1,6	5,81	0,1841	65,5	+ 5,5	9,22	0,1408	126,8	+ 6,8	16,69	0,1316	170,6	- 9,4	21,04	0,1233	201,4	- 38,6	25,94	0,1287
2	33,0	+ 3,0	5,63	0,1704	73,6	+ 13,6	9,45	0,1144	133,7	+ 13,7	14,29	0,1068	191,1	+ 11,1	29,54	0,1545	226,6	- 13,4	32,32	0,1426
3	32,0	+ 2,0	5,65	0,1761	68,0	+ 8,0	15,47	0,2270	143,2	+ 23,2	20,84	0,1455	185,1	+ 5,1	26,42	0,1427	220,6	- 19,4	33,19	0,1504
4	31,5	+ 1,5	7,19	0,2282	78,1	+ 18,1	17,91	0,2293	142,7	+ 22,7	17,74	0,1243	196,3	+ 16,3	27,24	0,1387	230,6	- 9,4	40,40	0,1751
5	34,0	+ 4,0	6,00	0,1765	81,6	+ 21,6	16,04	0,1965	149,6	+ 29,6	38,47	0,2572	200,5	+ 20,5	36,82	0,1836	220,5	- 19,5	29,97	0,1494
6	37,6	+ 7,6	4,50	0,1196	78,5	+ 18,5	16,25	0,2069	147,2	+ 27,2	25,13	0,1707	194,9	+ 14,9	31,48	0,1615	240,1	+ 0,1	51,21	0,2132
7	39,0	+ 9,0	6,18	0,1583	81,3	+ 21,3	14,68	0,1806	152,9	+ 32,9	32,00	0,2092	200,2	+ 20,2	32,55	0,1625	225,8	- 14,2	31,39	0,1390
8	37,0	+ 7,0	7,03	0,1899	80,1	+ 20,1	12,51	0,1562	147,2	+ 27,2	28,35	0,1925	198,2	+ 18,2	37,31	0,1882	220,6	- 19,4	40,77	0,1847
9	35,1	+ 5,1	5,35	0,1527	82,9	+ 22,9	20,44	0,2467	135,1	+ 15,1	24,62	0,1821	182,2	+ 2,2	37,53	0,2059	237,7	- 2,3	41,63	0,1751
10	35,4	+ 5,4	4,92	0,1389	82,7	+ 22,7	14,72	0,1780	139,3	+ 19,3	24,40	0,1751	191,6	+ 11,6	40,11	0,2092	208,0	- 32,0	32,31	0,1553
11	34,1	+ 4,1	4,83	0,1416	83,4	+ 23,4	17,46	0,2092	131,1	+ 11,1	17,74	0,1352	188,3	+ 8,3	40,70	0,2161	223,4	- 16,6	41,46	0,1766
12	34,7	+ 4,7	8,75	0,2527	78,5	+ 18,5	22,56	0,2874	142,7	+ 22,7	31,06	0,2176	181,7	+ 1,7	38,02	0,2092	221,5	- 13,5	26,48	0,1195
13	34,2	+ 4,2	6,99	0,2045	76,4	+ 16,4	12,60	0,1649	138,7	+ 18,7	16,87	0,1216	172,3	- 7,7	30,27	0,1756	221,7	- 18,3	33,84	0,1526
14	36,2	+ 6,2	7,99	0,2208	83,1	+ 23,1	16,63	0,2001	144,5	+ 24,5	21,03	0,1453	188,0	+ 8,0	33,21	0,1766	221,8	- 18,2	27,97	0,1261
15	36,6	+ 6,6	9,47	0,2587	85,7	+ 25,7	20,01	0,2334	138,0	+ 18,0	25,15	0,1822	186,7	+ 6,7	36,59	0,1959	230,3	- 9,7	30,78	0,1335
16	33,9	+ 3,9	7,08	0,2088	71,6	+ 21,6	12,12	0,1692	148,5	+ 28,5	33,94	0,2286	175,2	- 4,8	30,35	0,1729	237,1	- 2,9	31,24	0,1317
17	35,2	+ 5,2	5,67	0,1611	79,1	+ 19,1	16,01	0,2024	141,1	+ 21,1	27,21	0,1815	181,6	+ 1,6	29,89	0,1645	235,1	- 4,9	22,46	0,0955
18	34,7	+ 4,7	4,42	0,1273	79,4	+ 19,4	16,06	0,2023	135,1	+ 15,1	24,88	0,1841	173,4	- 1,6	21,84	0,1112	249,5	+ 9,5	38,57	0,1545
19	34,3	+ 4,3	6,30	0,1836	80,2	+ 20,2	18,83	0,2348	131,7	+ 11,7	17,74	0,1346	171,3	- 8,7	24,84	0,1426	234,3	- 5,7	28,66	0,1223
20	36,5	+ 6,5	7,06	0,1935	74,8	+ 14,8	17,28	0,2310	130,6	+ 10,6	21,01	0,1624	163,7	- 11,3	25,32	0,1501	242,9	+ 2,9	37,62	0,1549
21	37,2	+ 7,2	6,84	0,1945	79,2	+ 19,2	19,13	0,2414	125,8	+ 5,8	15,73	0,1250	166,1	- 13,9	26,76	0,1610	244,0	+ 4,0	41,98	0,1720
22	38,0	+ 8,0	8,39	0,2206	72,9	+ 12,9	16,32	0,2238	143,1	+ 23,1	22,75	0,1589	171,3	- 8,7	25,04	0,1461	218,5	- 21,5	30,86	0,1412
23	37,9	+ 7,9	7,09	0,1869	80,8	+ 20,8	16,74	0,2072	134,5	+ 14,5	22,72	0,1689	166,1	- 13,9	27,47	0,1653	241,1	+ 1,1	46,15	0,1084
24	36,9	+ 6,9	10,47	0,2837	76,3	+ 16,3	19,10	0,2502	134,2	+ 14,2	26,86	0,2002	160,7	- 19,3	24,00	0,1493	230,5	- 9,5	30,41	0,1319
25	35,4	+ 5,4	6,35	0,1793	73,1	+ 13,1	17,24	0,2359	139,9	+ 19,9	21,89	0,1564	162,3	- 17,7	26,18	0,1612	228,6	- 11,4	29,70	0,1294
	35,28	+ 5,28	6,64	0,1881	77,8	+ 17,8	16,15	0,2074	139,1	+ 19,1	23,56	0,1694	181,2	+ 1,2	30,42	0,1679	228,5	- 11,5	34,29	0,1500

Tabelle B'.

		1	2	3	4	5
$t = 0,5 \text{ m}$	α)	31,04	36,48	36,06	35,68	38,54
	β)	33,78	37,02	34,22	34,12	35,24
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$)	32,42	36,84	35,14	34,90	36,88
$t = \frac{1 \text{ m}}{2}$	α)	39,46	42,20	41,45	40,72	39,64
	β)	33,88	38,43	39,95	36,30	36,85
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$)	36,66	40,30	40,70	38,51	38,25
$t = \frac{2 \text{ m}}{4}$	α)	35,71	39,99	36,49	35,63	36,37
	β)	33,67	32,19	32,96	33,06	31,37
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$)	34,69	36,09	34,72	34,35	33,87
$t = \frac{3 \text{ m}}{6}$	α)	33,17	32,79	31,48	29,98	28,11
	β)	29,73	31,69	29,65	28,35	26,83
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$)	31,45	32,24	30,56	29,17	27,47
$t = \frac{4 \text{ m}}{8}$	α)	26,65	29,32	28,43	29,99	29,41
	β)	26,53	27,28	27,50	29,87	28,70
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$)	26,59	28,30	27,96	29,93	29,06

Es sei mir gestattet an der Hand dieser Curvenzeichnungen den Verlauf des constanten Fehlers in den Reihen α und β als auch in den Mittelreihen $\frac{\alpha + \beta}{2}$ genauer zu schildern.

Bei sorgfältiger Betrachtung dieser Curven stellt sich bald heraus, dass dieselben gewisse gemeinsame Züge darbieten, welche sich überall in derselben oder doch ganz ähnlicher Weise wiederholen. Fast überall sieht man die Curven zunächst einen ansteigenden und späterhin etwa nach dem 10—15. Versuche wieder absteigenden Verlauf nehmen. Nur zweimal wird der Gipfel der Curve schon früher und zwei weitere Male erst etwas später erreicht, ohne dass darum der allgemeine Charakter der Curve verändert erschiene. Eine Ausnahme von dem sonst überall typischen Verlauf macht nur die α Curve für $0,5 \text{ m}$, insofern hier bis zum Schlusse eine entschiedene Senkung der Curve nicht hervortritt. Die Schnelligkeit und Ausgiebigkeit, mit welcher die einzelnen Curven steigen und sinken, bietet bemerkenswerthe Differenzen dar. Zunächst fällt auf,

dass die β Curven mit geringfügigen Ausnahmen (bei $t = 0,5^m$) regelmässig in ihrem ganzen Verlauf erheblich tiefer liegen, langsamer ansteigen und rascher abfallen als α Curven. Am steilsten sind die Curven für $t = 1^m$ ausgefallen, am flachsten diejenigen für $t = 3^m$ resp. 4^m . Was nun endlich das Verhalten der einzelnen Curven zu einer die Normalzeit repräsentirenden Nulllinie anbetrifft, so liegen die Curven für die drei kleinsten Zeiten, in Uebereinstimmung mit dem hier positiven Werthe des constanten Fehlers, vollständig über dieser Linie; nur die ersten Werthe der α Curve für $t = 0,5^m$ gehen zweimal unerheblich unter dieselbe herunter. Die Curven für $t = 3^m$ schneiden die Nulllinie in ihrem absteigenden Schenkel, während die Curven für $t = 4^m$ nur an ihren höchsten Punkten der Nulllinie nahe kommen. Es hat demnach den Anschein, als wenn in allen Curven nach einer gewissen Zeit die Neigung bestände, sich der Nulllinie zu nähern; nur die Curven für $t = 3^m$ und 4^m sieht man nach dem Erreichen des Indifferenzpunktes von neuem von der Nulllinie sich entfernen.

Gerade dieser letztere Umstand ist es, welcher uns daran verhindert anzunehmen, dass wir uns etwa mit jeder folgenden Reproduction mehr und mehr in den richtigen, der Normalzeit entsprechenden Rhythmus hineinfinden, dass demnach die Senkung der Curven für die vier kleinere Zeiten und Ansteigen derselben für die grösste Zeit wirklich ein Richtigerwerden der reproducirten Zeiten, eine Abnahme des constanten Schätzungsfehlers bedeute. Gegen diese Auffassung muss uns aber ferner auch die Erfahrung misstrauisch machen, dass in der Regel gerade im ersten Theile der Curven, wo doch die Erinnerung an die Normalzeit am lebendigsten und massgebensten sein sollte, die Abweichungen des mittleren Schätzungswerthes am grössten sind. Ueberdies würde es kaum verständlich sein, wie wir uns im Laufe der Versuchsreihe immer mehr an das Normalintervall annähern sollten, wo wir doch

gar keine Gelegenheit haben durch erneute Auffassung desselben unser Erinnerungsbild zu corrigiren. Aus allen diesen Gründen ist es klar, dass die Senkung unserer Curven nicht eine Abnahme des Schätzungsfehlers, sondern ganz allgemein eine Verkleinerung des mittleren Schätzungswerthes ohne speciellere Beziehung auf das Normalintervall bedeutet. Unter diesem Gesichtspunkte würden sämtliche Curven mit Ausnahme der α Curve für $t = 0,5^m$ einen einheitlichen Verlaufstypus darbieten, insofern überall die reproducirte Zeit zunächst relativ kleine, dann langsamer oder rascher ansteigend grössere und schliesslich wiederum kleinere Werthe annähme.

Legen wir uns nunmehr die Frage vor, wie diese eigenthümliche Erscheinung zu deuten sei, so giebt uns für die Beantwortung derselben zunächst einen Anhaltspunkt die Thatsache, dass alle β Curven niedrigere Schätzungswerthe aufweisen als die ihnen entsprechenden α Curven. Berücksichtigt man, dass die Versuche namentlich mit den längeren Zeiten eine beträchtliche Dauer erreichten und ausserordentlich anstrengend waren, so liegt der Gedanke nahe, dass die bei den β Curven bemerkte Verkleinerung der Schätzungswerthe als eine Ermüdungserscheinung aufzufassen sei. Eine Bestätigung findet diese Vermuthung in dem Umstande, dass gerade bei der kürzesten Zeit, bei welcher somit der Einfluss der Ermüdung relativ gering ausfallen musste, auch die Differenz zwischen der α und β Curve weitaus am geringsten ist. Stärker schon ist dieser Unterschied bei $t = 1^m$ und noch stärker bei $t = 2^m$. Etwas geringer wird er wieder für die beiden grössten Zeiten, bei denen zwischen die beiden Versuchsreihen eine grössere Pause eingeschoben worden war.

Wenn nach diesen Auseinandersetzungen der verkleinernde Einfluss der Ermüdung auf den mittleren Schätzungswerth bereits eine gewisse Wahrscheinlichkeit gewonnen hat, so wird dieselbe noch bedeutend

erhöht durch die Ueberlegung, dass wir diese Verkleinerung des mittleren Schätzungswerthes in den einzelnen Curven überall gerade da begegnen, wo wir sie nach der aufgestellten Annahme erwarten sollten, nämlich gegen das Ende der einzelnen Versuchsreihen. In dieser Beziehung ist von besonderem Interesse die schon oben erwähnte Ausnahme der α Curve für $t = 0,5^m$. Für diese Curve müssten wir bei der kurzen Dauer der betreffenden Versuchsreihe ein Minimum von Ermüdung voraussetzen und in der That fällt hier die Senkung der Curve gegen das Ende vollständig aus, während sie bei den übrigen α Curven regelmässig mehr oder weniger entschieden hervortritt.

Die Betrachtung unserer Curven gestattet uns schliesslich auch noch mit einiger Wahrscheinlichkeit die Beantwortung der Frage, ob für das Eintreten der Ermüdung mehr die Anzahl der ausgeführten Versuche oder die Zeitdauer der ganzen Versuchsreihe massgebend sei. Dass der erste Umstand nicht allein in Betracht kommt, wird durch die α Curve für $t = 0,5^m$ dargethan, da hier thatsächlich kein Ermüdungszeichen sich einstellt, trotzdem die Anzahl der Versuche überall die gleiche war. Dass aber auch die Dauer der Versuchsreihe nicht allein entscheidend für das Eintreten der Ermüdung war, wird durch den Umstand wahrscheinlich gemacht, dass bei den Versuchen mit langen Intervallen die Senkung der Curve nach der Zeitdauer gemessen erst relativ später erfolgte als bei den Versuchen mit kürzeren Zeiten. Allerdings wäre es nicht unmöglich, dass diese Verspätung im Auftreten des Ermüdungssymptoms als ein Zeichen der wachsenden Versuchsübung gedeutet werden müsse.

Sobald man die Trifftigkeit dieses Nachweises anerkennt, dass der Einfluss der Ermüdung die Grösse des mittleren Schätzungswerthes herabdrückt, bietet auch die Deutung des zunächst so räthselhaft erscheinenden ersten ansteigenden Theiles unserer Curven keine erhebliche Schwierigkeiten mehr. Wir kennen

ja einen Moment, welcher in ähnlicher Weise progressiv nur in entgegengesetztem Sinne wie die Ermüdung alle psychologischen Experimente beeinflusst; es ist die Uebung. Allerdings hat man sich daran gewöhnt, den Einfluss der Uebung in einer correcteren Lösung der gestellten experimentellen Aufgabe zu sehen, allein die besonderen Bedingungen der hier ausgeführten Versuche, bei denen ein immer wieder regulirender Einfluss der Normalzeit auf die Reproduction nahezu ausgeschlossen war, brachten es offenbar mit sich, dass die Anspannung der Aufmerksamkeit auf die zu lösende Aufgabe zwar erleichtert war, ohne dass doch darum die Lösung selbst eine richtigere wurde. Im Gegentheil sehen wir, dass gerade bei kleineren Zeiten, deren Schätzung sonst im Allgemeinen geringere Schwierigkeiten zu bereiten pflegt, die Aufgabe selbst im ersten Theil der Versuchsreihen verhältnissmässig weit schlechter gelöst wurde als bei den längeren Zeiten.

Deutung der Versuchsergebnisse.

Macht man den Versuch die im vorigen Abschnitte besprochenen Erfahrungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zusammenzufassen, so ergibt sich eine überraschend einfache Lösung aller hier uns begegnenden Schwierigkeiten, wenn wir die naheliegende Annahme machen, dass wir die Länge einer Zeitstrecke wesentlich schätzen nach dem Maasse der von uns aufgewendeten inneren Anstrengung. Wenn wir ein Intervall zum ersten Male durch die Aufmerksamkeit zu erfassen und während dieser Zeit alle störenden Vorstellungen fernzuhalten suchen, so wird uns das zunächst um so schwerer, je länger jene Zeitstrecke ist. Wie die Erfahrung indessen lehrt, vermögen wir bei häufigerer Wiederholung des Versuches mehr und mehr an das betreffende Intervall uns zu „gewöhnen“, so dass wir die anfänglichen grossen Schwierigkeiten allmählig immer weniger empfinden. Schätzen wir nun wirklich

die Zeitdauer nach dem Maasse der inneren Anstrengung, so liegt es auf der Hand, dass ein Intervall um so länger erscheinen muss, je schwerer uns die Auffassung oder die Reproduction desselben geworden ist. Auf diese Weise erklärt es sich, dass uns eine Zeitstrecke, je mehr wir uns an dieselbe gewöhnt haben, um so kürzer erscheint, dass wir also bei wachsender Gewöhnung eine allmählig immer grössere objective Zeitstrecke einem gegebenen Intervall gleichschätzen. Der Gang unserer Curven in ihrem ersten Theil würde demnach bedeuten, dass wir uns an die kleineren Zeiten rascher, an die grösseren langsamer gewöhnen und demgemäss Intervalle von rascher resp. langsamer wachsender objectiver Grösse der Normalzeit gleichsetzen. Ja, auch die allgemeine Erscheinung einer progressiven Abnahme der mittleren Schätzungswerthe mit wachsendem t dürfte sich an ungezwungensten auf die vom Experimentirenden deutlich empfundene steigende Schwierigkeit einer möglichst ungestörten Auffassung grosser Zeitintervalle zurückführen lassen.

In bestem Einklange mit der hier entwickelten Anschauung steht der oben näher discutirte Effect der Ermüdung. Sie ist es ja, welche uns die Lösung der experimentellen Aufgabe progressiv erschwert und uns zu immer grösseren Anstrengung zwingt, wenn wir die Aufmerksamkeit dauernd auf unseren Gegenstand concentrirt erhalten wollen. Grade darum kann es uns nicht Wunder nehmen, wenn mit dem Ueberwiegen des Ermüdungseinflusses über denjenigen der Uebung, mit dem Gefühle wachsender innerer Anstrengung diejenigen Zeitstrecken, welche wir dem Normalintervall gleichschätzen, an objectiver Länge zuerst langsam, dann immer rascher abnehmen.

Eine weitere Bestätigung für die hier gezogenen Schlussfolgerungen sehen wir in dem Ausfall der Versuche mit einmaliger Reproduction. Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass sich im Verlauf aller jener Versuchsreihen eine deutliche Tendenz zu einer fort-

schreitenden Abnahme des negativen constanten Fehlers oder, was dasselbe ist, eine Vergrößerung des mittleren Schätzungswertes herausstellte, eine Erscheinung, die ich im Hinblick auf nur einstündige Dauer jener Versuchsreihen als ein Anzeichen wachsender Versuchsübung anzusehen geneigt bin. Auch wenn wir die Tagesmittel für die einzelnen Zeiten während der Versuchsperiode mit einander vergleichen, stellt sich wenn auch mit manchen leicht begreiflichen Unregelmäßigkeiten im Allgemeinen eine Zunahme der mittleren Schätzungswerte bei den späteren Versuchen heraus. Allerdings ist hier der Einwand zu machen, dass ja die wachsende Übung hier in gleicher Weise das Normalintervall und die Vergleichszeiten beeinflussen müssen und somit keine Verschiebung des gegenseitigen Verhältnisses hervorbringen könne. Allein die Erfahrung lehrt, dass zwischen der passiven Auffassung und der activen Reproduction eines Intervalles ein Unterschied besteht in dem Sinne, das wir bei letzterem Vorgange unsere Aufmerksamkeit stärker anzuspannen pflegen und, wie die Versuche darthun, geneigt sind ganz allgemein activ reproducirte Zeitstrecken für kürzer zu halten als passiv aufgefasste. Eine differente Beeinflussung beider Vorgänge durch die Übung ist somit sehr wohl möglich.

Endlich sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, dass die aus dem Experimente geschöpften Anschauungen auch in den Erfahrungen des täglichen Lebens eine hinreichende Stütze finden. Es ist uns genugsam bekannt, dass intensive geistige oder körperliche Anstrengung, Ermüdung und namentlich die auf einen bestimmten Punkt gerichtete Erwartung uns die Zeit ausserordentlich langsam vergehen, uns Minuten wie „eine Ewigkeit erscheinen lässt,“ während uns die Zeit bei leichter, nicht anstrengender Beschäftigung und Zerstreuung „wie im Fluge“ zu vergehen pflegt. Freilich muss hier auf eine Differenz zwischen dem augenblicklichen Zeitgefühl, welches dauernd den Ablauf innerer

Vorgänge begleitet, und der retrospectiven¹⁾ Zeitschätzung hingewiesen werden, die uns ein Urtheil über hinter uns liegende Zeitstrecken ermöglicht. Was dem Zeitgefühl lang erscheint, das Monotonne, stellt sich der rückschauenden Schätzung in der Regel kurz dar, während umgekehrt die Tage, die uns rasch dahingegangen sind, in der Erinnerung ausserordentlich sich ausdehnen. Offenbar handelt es sich hier um zwei wesentlich verschiedene Arten der Zeitauffassung, über deren gegenseitiges Verhältniss indessen nur eigens darauf gerichtete Versuche Aufklärung bringen können.

Legen wir uns zum Schlusse noch die Frage vor, in welcher Weise die im Vorhergehenden entwickelte Auffassung mit der von Glass aufgefundenen und bei unseren Versuchen wenigstens andeutungsweise hervortretenden Periodicität der Zeitschätzung in Einklang zu bringen ist, so ergibt sich bei einiger Ueberlegung, dass jene Erscheinung wenigstens nach keiner Richtung hin der von uns acceptirten Erklärung widerstreitet. Die Hauptzeiten erster Art von Glass sind solche, bei denen der mittlere Schätzungswerth sein Maximum erreicht, während seinen Hauptzeiten zweiter Art die niedrigsten mittleren Schätzungswerthe entsprechen. Nach unserer Auffassung würde demnach die Reproduction der erstgenannten Intervalle uns relativ geringere Anstrengung kosten als diejenigen der letzteren. Im Allgemeinen nehmen bei Glass die mittleren Schätzungswerthe mit Vergrößerung der Normalzeiten progressiv ab, offenbar, weil die Reproduction immer längerer Zeitstrecken unserer Aufmerksamkeit wachsende Schwierigkeiten darbietet. Bei den Hauptzeiten erster Art geschieht trotzdem die Reproduction leichter als bei allen benachbarten Zeiten, so dass wir annehmen dürfen, das ihnen entsprechende Intervall n. $1,25^s$ sei uns aus irgend einem allerdings zunächst noch unbe-

1) Vergl. Wundt, *Physiolog. Psychologie*. Aufl. 3. Bd. II, pag. 355.

kannten Grunde für die Reproduction besonders günstig und liefere deswegen besonders hohe mittlere Schätzwurthe. Für unsere Versuche würde eine analoge Rolle vielleicht dem Intervall von 2^m zuzuschreiben sein.

Eine fortschreitende Veränderung des constanten Fehlers im Laufe der Versuchsperiode, wie wir bei den Versuchen mit einmaliger Reproduction kennen gelernt haben, ist, wie wir schon oben zeigten, nicht mit Sicherheit nachzuweisen und bei der sporadischen Wiederkehr der Normalzeit auch kaum zu erwarten. Dagegen werden wir annehmen dürfen, dass mit fortschreitender Versuchsübung auch bei den Experimenten mit mehrmaliger Wiederholung die Schwankungen der einzelnen Vergleichszeiten unter einander allmählig eine gewisse Abnahme erfahren werden. Diese Vermuthung wird durch die Thatsache bestätigt, dass der Mittelfehler in den ersten fünf Versuchsgruppen für jedes *t* durchschnittlich einen höheren Werth besitzt als in der letzten Hälfte der Versuche. Die Unterschiedsempfindlichkeit ist demnach gestiegen.

Individuelle Differenzen.

In der Tabelle C sind die Resultate zusammengestellt, welche ich an meinen Commilitonen S. und C. gewonnen habe. Die darauf folgende Tabelle D enthält die Zahlen, welche von den oben angeführten Patienten der hiesigen psychiatrischen Klinik herrühren. P. war ein Neurastheniker; H. befand sich im maniakalischen Stadium einer circulären Psychose und M. in einem leichten Depressionszustand, der möglicherweise als Vorläufer ebenfalls eines circulären Irreseins aufgefasst werden musste.

Tabelle C.

	t	F	c	Δm	$\frac{\Delta m}{t}$	$\frac{\Delta m}{F}$	c in % von t $\left(\frac{100 \cdot c}{t}\right)$
S.	30	32,10	+ 2,10	3,853	0,1284	0,1201	7,0
	240	233,19	- 6,81	28,516	0,1187	0,1223	2,83
C.	30	36,29	+ 6,29	4,838	0,1612	0,1333	20,96
	240	234,69	- 5,31	26,266	0,1094	0,1119	2,21

Tabelle D.

	t	F	c	Δm	$\frac{\Delta m}{t}$	$\frac{\Delta m}{F}$	c in % von t $\left(\frac{100 \cdot c}{t}\right)$
P.	30	44,71	+ 14,71	6,874	0,2291	0,1537	49,03
	240	230,70	- 9,30	36,828	0,1534	0,1596	3,87
M.	30	43,56	+ 13,56	7,030	0,2343	0,1613	45,20
	240	223,62	- 16,38	36,893	0,1537	0,1649	6,81
H.	30	35,98	+ 5,98	7,055	0,2351	0,1949	19,93

Im Allgemeinen zeigen die Tabellen C und D dieselben Verhältnisse wie die Tabelle B, indem halbe Minute überschätzt, vier Minuten unterschätzt werden. Auf die Lage des Indifferenzpunktes lässt sich daraus kein sicherer Schluss folgern; man könnte zwar diejenige Zeit, bei welcher der constante Fehler den Werth Null erreicht, durch Rechnung finden, allein man müsste dabei von der Voraussetzung ausgehen, dass der Werth c bei allen hier untersuchten Individuen ähnlichen Verlauf nimmt wie in der Tab. B, was nur eine rein willkürliche Annahme wäre. Die durch Rechnung gefundenen Indifferenzpunkte gruppieren sich in der Nähe von $t = 3^m$ und zwar je nach der Ueberschätzung und Unterschätzung sich mehr oder weniger nach oben entfernend. Ueberdies kommt ja dem Indifferenzpunkte hier wahrscheinlich keine erhebliche theoretische Bedeutung zu.

In Bezug auf die Grösse des constanten Fehlers ordnen sich die Versuchspersonen folgendermassen: die grösste Ueberschätzung findet sich bei P., dann folgen

M., C., H., der Verfasser und S., dagegen die grösste Unterschätzung findet sich bei M., darauf folgt der Verfasser, P., S., und C.

Der Mittelfehler wächst auch hier, wie aus den Tab. C und D ersichtlich, nahezu direct proportional den reproducirten Zeiten. Seiner Grösse nach ordnen sich die Versuchspersonen folgendermassen: S., C., der Verfasser, P., M., H. Man sieht also, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für Zeitgrössen bei den mehr oder weniger pathologischen Individuen eine erheblich geringere ist, als bei den drei normalen Versuchspersonen, ja man kann mit einer gewissen Berechtigung sagen, dass die Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit der Intensität der psychischen Störung parallel geht. Aus dem Verhalten des constanten Fehlers lassen sich bisher kaum weitere Schlüsse ziehen; höchstens kann es auffallen, dass die Differenz desselben bei den beiden untersuchten Zeiten für P. und M. eine erheblich grössere ist als für die gesunden Versuchspersonen. Die Beeinflussung der Zeitschätzung durch innere Zustände würde demnach bei jenen ersteren eine verhältnissmässig sehr ausgiebige sein.

Behufs des Studiums der Uebung und Ermüdung wurden wie früher die Querschnittscurven construirt. Das hierbei einzuschlagende Verfahren ist schon oben beschrieben worden, ich gebe daher in den Tabellen C' und D', welche der Tab. B' entsprechen, nur die Gesamtmittel; dagegen in den Tabellen C'' und D'' habe ich die Zahlen zusammengestellt, welche zur Darstellung von vereinfachten Querschnittscurven benutzt wurden.

Tabelle C'.

	t	F'	e'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F'}$
S. }	30	32,10	+ 2,10	4,10	0,1278
	240	233,30	- 6,70	27,83	0,1192
C. }	30	36,29	+ 6,29	5,54	0,1527
	240	234,76	- 5,24	24,86	0,1059

Tabelle D'.

	t	F'	c'	$\Delta m'$	$\frac{\Delta m'}{F}$
P.	30	44,65	+ 14,65	12,06	0,2700
	240	231,42	- 8,58	35,99	0,1555
M.	30	43,56	+ 13,56	8,40	0,1929
	240	223,18	- 16,82	44,66	0,2000
H.	30	35,97	+ 5,97	11,10	0,3086

Tabelle C''.

		1	2	3	4	5	
S.	$t = 0,5 \text{ m}$	α	35,44	34,75	34,82	32,30	30,95
		β	30,77	31,09	31,13	30,15	29,60
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	33,10	32,92	32,97	31,23	30,27
C.	$t = \frac{4m}{s}$	α	29,81	29,04	30,57	29,05	27,71
		β	32,25	38,12	39,77	38,18	37,78
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	33,13	34,62	34,39	27,09	37,57
C.	$t = \frac{4m}{s}$	α	32,69	36,37	37,08	37,63	37,67
		β	29,85	30,21	30,47	29,72	26,40
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	31,27	33,29	33,77	33,67	32,03

Tabelle D''.

		1	2	3	4	5	
P.	$t = 0,5 \text{ m}$	α	39,97	45,91	46,49	47,86	50,86
		β	49,02	46,49	40,75	39,14	40,93
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	44,45	46,20	43,62	43,50	45,90
M.	$t = \frac{4m}{s}$	α	28,87	29,07	29,49	28,98	27,43
		β	34,68	43,01	44,86	48,47	53,81
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	38,29	42,27	44,04	43,01	43,13
M.	$t = \frac{4m}{s}$	α	36,48	42,64	44,45	45,74	48,47
		β	27,48	29,52	28,96	27,58	26,70
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	29,09	27,38	29,89	26,09	26,11
H.	$t = 0,5 \text{ m}$	α	28,28	28,45	29,42	26,83	26,40
		β	32,24	40,23	37,91	36,83	36,54
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	34,31	36,42	33,76	35,69	35,63
H.	$t = \frac{4m}{s}$	α	33,28	38,32	35,83	36,26	36,08
		β	32,24	40,23	37,91	36,83	36,54
		$\frac{\alpha + \beta}{2}$	34,31	36,42	33,76	35,69	35,63

Betrachten wir die Zahlen, welche uns die der Tabelle B" entsprechenden Tabellen C" und D" darbieten, so sehen wir, dass dieselben im Ganzen und Grossen zu Gunsten der oben aufgestellten Ansicht sprechen. Das erste, was unsere Aufmerksamkeit fesselt, ist der Umstand, dass im Allgemeinen alle Curven wiederum ein anfängliches Ansteigen und weiterhin ein Sinken darbieten. Es ist also genau dieselbe Erscheinung, welche uns oben entgegentrat. Von dieser Regel finden sich nur drei Ausnahmen und zwar alle drei bei den Curven für $t = 0,5^m$. Hier ist ja der Einfluss der Ermüdung Voraussichtlich ein relativ geringer und so sehen wir demnach bei den α Curven von M. und P., sowie bei der β Curve von C. die endgültige Senkung ausbleiben. Die beiden ersten Ausnahmen stehen im besten Einklang mit der früher berichteten Erfahrung über die α Curve für $t = 0,5^m$, während die letztere allerdings als ein gänzlich isolirtes und darum auf Zufälligkeiten zurückzuführendes Vorkommniss angesehen werden muss. In zweiter Linie fällt uns auf, dass auch hier alle β Curven niedriger liegen und flacher sind, langsamer ansteigen und schneller abfallen als die α Curven, ein Ergebniss, welches mit unseren früheren Erfahrungen vollständig übereinstimmt. Schliesslich müssen wir hier noch einer Erscheinung gedenken, welche bei S., C., M. und H. regelmässig wiederkehrte und die darin bestand, dass beim ersten Versuch der mittlere Schätzungswerth bedeutend kleiner ausfiel als die Normalzeit. Es kann offenbar dieser letzte Umstand nicht als eine Abweichung aufgefasst werden, sondern wir sehen einfach, dass hier der erste Versuch, wie es eigentlich selbstverständlich ist, dasselbe Resultat liefert, wie die Methode der einmaligen Reproduction. In allen übrigen Beziehungen zeigen sämmtliche Curven unter einander eine weitgehende Uebereinstimmung, so dass von erheblichen individuellen Abweichungen in Bezug auf die Uebungs- und Ermüdungsvorgänge nach dem vorliegenden Material ein-

weilen nicht die Rede sein kann. Nur das Eine fällt bei den Curven für $t = 0,5^m$ von M., P. und in geringerem Maasse von H. auf, dass der mittlere Schätzwert hier mit überraschender Geschwindigkeit ausserordentlich hohe Werthe erreicht, die zum Theil selbst über das Doppelte der ersten Reproductionszeit nicht unerheblich hinausgehen.

Welche Bedeutung ist nun der Zahl $\Delta m'$ beizumessen? Dieselbe ist, wie man durch einen Blick auf die diesbezüglichen Tabellen sich überzeugen kann, nur in den seltensten Fällen gleich der Zahl Δm . Rufen wir uns in's Gedächtniss zurück, wie wir zu diesen beiden Zahlen kamen, wobei wir daran festhalten, dass das die arithmetischen Mittel aus den einzelnen Schwankungen sind. Gesetzt, wir hätten 10 Tage experimentirt und täglich eine Reihe bestehend aus 10 Einzelbeobachtungen gewonnen; berechnen wir dann die Zahl Δm , indem wir jede tägliche Reihe als Ganzes für sich auffassen, und die Zahl $\Delta m'$, indem wir die 1^{ten} Versuche uns allen 10 Tagen zu einer Reihe, ebenso die 2^{ten}, 3^{ten}, 4^{ten}, . . . 10^{ten} Versuche aus alle 10 Tagen zu Reihen ordnen und jede Reihe für sich als Ganzes nehmen: so wollen wir offenbar erfahren, ob die Schwankungen zwischen den rohen Fehlzeiten in den einzelnen Reihen der ersten Gruppierung dieselben sind, wie die Schwankungen zwischen den rohen Fehlzeiten in den einzelnen Reihen der zweiten Gruppierung. Ist dieses der Fall, so ist auch $\Delta m' = \Delta m$; aber damit diese Gleichheit eintrete, müsste der Bewusstseinzustand annähernd constant sein. Erwägt man aber, dass die rohen Fehlzeiten in den einzelnen Reihen der ersten Gruppierung unmittelbar auf einander folgen, während jede Fehlzeit in den einzelnen Reihen der zweiten Gruppierung durch einen Zeitraum von 24 Stunden von der nächstfolgenden getrennt ist, so wird man sofort einsehen, dass Störungen, welche das Bewusstsein beeinflussen, eher im Verlauf eines Tages sich geltend machen können, als in einer Zeitstrecke, welche nöthig ist, um

eine Versuchsreihe zu vollbringen. Demnach würde man in dem Fall, dass $\Delta m' = 0$ ist, dieses als ein Kriterium für die vollkommene Stabilität des Bewusstseinzustandes anzusehen haben. Ist aber $\Delta m' = \Delta m$, so heisst es soviel, dass die Schwankungen des Bewusstseins, welche während einer ganzen Versuchsperiode sich vollziehen, gleich sind den Schwankungen, welche während einer Versuchsreihe stattfinden; es bleibt also auch in diesem Falle der Bewusstseinzustand annähernd constant. Dagegen wo das $\Delta m'$ bedeutend grösser als Δm ausfällt, ist man immer berechtigt, grössere Schwankungen des Bewusstseinzustandes anzunehmen. Mustert man die Tabellen durch, in welchen die beiden Mittelfehler eingetragen sind, so sieht man, dass die Zahl $\Delta m'$ nur für S. annähernd gleich ist der Zahl Δm ; für C. und den Verfasser ist sie bald grösser, bald kleiner; für P. bei $t = 0,5''$ bedeutend grösser, bei $t = 4''$ gleich gross; dagegen ausnahmslos grösser ist sie für M. und H. Man sieht also, dass mit Ausnahme von S. bei allen Versuchspersonen Schwankungen des Bewusstseinzustandes während einer Versuchsperiode stattgefunden haben, die grösser sind als die Schwankungen in den einzelnen Versuchsreihen. Diese Erscheinung ist offenbar auf eine Verschiedenheit in den Tagesdispositionen zurückzuführen, wie sie sich eben bei pathologischen Individuen leichter und ausgiebiger schon bei geringfügigen äusseren Anlässen herausstellt.

Metronom- und Rechnenversuche.

Die bekannte und durch unsere Versuche aufs neue bestätigte Erfahrung, dass die Zeitschätzung in hohem Maasse durch den Zustand unseres Bewusstseins und die in unserem Innern sich abspielenden psychischen Vorgänge beeinflusst wird, legt den Gedanken nahe zu untersuchen, wie sich jene Function verhält, wenn gleichzeitig unsere Aufmerksamkeit durch eine fortlaufende Reihe gleichförmiger psychischer Acte in Anspruch genommen wird. Zu diesem Zwecke wur-

den Versuche nach der Methode der mehrmaligen Reproduction angestellt, bei denen gleichzeitig durch die Schläge eines Metronoms oder durch fortgesetztes Rechnen die Aufmerksamkeit beschäftigt wurde.

Bei diesen Versuchen stand das Metronom immer in allernächster Nähe des Versuchsobjectes und ging während der ganzen Versuchsdauer in einem Tempo = 200 Schläge in der Minute. Damit die Schwingungen der Pendelstange sich gleichbleiben, wurde das Uhrwerk alle 15 Minuten aufgezogen. Das Metronom wurde immer vor dem Anfang der Normalzeit in Gang gesetzt; das Rechnen dagegen begann mit dem Anfangssignal für die Normalzeit. Zum Rechnen wurden ein- bis vierziffrige Zahlen benutzt. Die Combinationen, welche mit diesen Zahlen vorgenommen wurden, waren folgende: man multiplicirte anfangs eine zweiziffrige Zahl mit 3 und addirte zum Product eine dreiziffrige Zahl; dieselbe Manipulation wiederholte man an zwei nächstfolgenden Zahlen; beide Summen wurden dann von einander abgezogen und der auf diese Weise erhaltene Unterschied je nach der Grösse bald durch 2, 4, bald durch 6, 8 dividirt. Die ganze Rechnungsmultiplication war eine Gedächtnissache; es durfte nur das Resultat niedergeschrieben werden.

Tabelle E enthält die Resultate der in Rede stehenden Versuche, wobei unter a die Metronom — unter b die Rechenversuche zu verstehen sind. Für jedes t 200 Einzelbeobachtungen. Als Versuchsobject diente ich selbst. Die Gruppierungs- und Berechnungsweise ist dieselbe wie oben.

Tabelle E.

a.						
t	F	c	Δm	$\frac{\Delta m}{t}$	$\frac{\Delta m}{F}$	c in % von t $(\frac{100 \cdot c}{t})$
30	26,22	— 3,78	3,537	0,1179	0,1348	12,58
240	223,78	— 16,22	25,540	0,1064	0,1141	6,75
b.						
30	25,16	— 4,84	3,664	0,1222	0,1456	16,13
240	215,37	— 24,63	30,320	0,1263	0,1407	10,26

Wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, ist der constante Fehler negativ für beide hier in Frage kommenden Zeiten, während er früher für $t = 0,5^m$ ausnahmslos positiv war. Absolut genommen ist der Werth c in den Metronomversuchen bei $t = 4^m$ ungefähr 4mal so gross wie bei $t = 0,5^m$, dagegen in den Rechnungsversuchen ist er bei $t = 4^m$ 5mal so gross wie bei $t = 0,5^m$. Wird der constante Fehler in Procenten von t ausgedrückt, so ergibt sich sowohl in den Metronom — als auch in den Rechnenversuchen für $t = 0,5^m$ viel höherer Procentsatz als für $t = 4^m$.

Gegenüber den Resultaten, welche in der Tab. B zusammengestellt sind, ist Folgendes hervorzuheben: besonders abweichend verhalten sich die Zeitstrecken $t = 0,5^m$, je nachdem ob sie leer oder erfüllt geschätzt werden. Im ersten Falle ist der constante Fehler positiv, im zweiten negativ. Dieser Unterschied wird geringer bei $t = 4^m$; hier ist der constante Fehler in beiden Fällen negativ; er nimmt daher beim Schätzen von erfüllten Zeiten nur wenig zu. Es macht demnach den Eindruck, dass die Erfüllung einer Zeit durch eine Reihe auf einander folgender psychischer Acte uns die Zeiten relativ lang erscheinen lässt und dass diese Verlängerung der Zeitstrecken weit beträchtlicher ist für kleinere als für grosse Intervalle. Eine Erklärung dieser Erscheinung ist bei dem geringen bisher vorliegenden Versuchsmaterial kaum möglich; es wäre etwa daran zu denken, dass für Zeitschätzung ausser dem Gefühle der inneren Anstrengung unter Umständen auch die Zahl der in unser Bewusstsein tretenden Vorstellungen massgebende Bedeutung gewinnen könnte, wie das bei der retrospectiven Zeitschätzung ganz ohne Zweifel der Fall ist. Vielleicht könnte man unter diesem Gesichtspunkte die hier gemachte Beobachtung mit jener Erfahrung auf dem Gebiete des Augenmaasses in Parallele stellen, dass uns eine mehrfach getheilte Linie länger erscheint als eine andere, welche dem Auge keinerlei Zwischenstationen darbietet.

Was den Mittelfehler anbelangt, so wächst derselbe nahezu direct proportional den reproducirten Zeiten; er fällt in den Metronomversuchen kleiner aus als in den Rechnungsversuchen und in diesen letzteren wiederum etwas kleiner als beim Schätzen von leeren Zeitstrecken. Es scheint demnach, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für die Zeitgrössen durch das Rechnen etwas und durch das Metronom in noch höherem Grade gesteigert wird. Zur Erklärung dieses Verhaltens muss man wohl daran denken, dass wir an der Zahl einzelner, mehr oder weniger gleichmässiger psychischer Acte, mit welchen bei diesen Versuchen die Zeitstrecken erfüllt werden, einen viel genaueren Anhalt für die Schätzung unserer innerer Anstrengung und damit der verflossenen Zeit gewinnen als bei der Reproduction leerer Zeitstrecken, auch wenn wir jener Zahl nur ganz im Allgemeinen bewusst werden. Die Versuche über den Umfang des Bewusstseins haben bekanntlich gezeigt, dass eine Schätzung selbst grösserer Reihen gleichartiger Sinneseindrücke auch ohne Zählung mit ziemlicher Genauigkeit von uns ausgeführt wird. Bei den Rechnenversuchen spielt allerdings in die unbewusste Schätzung noch der Umstand mit hinein, dass ich in der leicht zu übersehenden Zahl der ausgeführten Rechnungen ein directes Hilfsmittel besass, mir ein Urtheil über die abgelaufene Zeitstrecke zu bilden. Freilich wurde dieser Maassstab durch Einflüsse der Uebung und Ermüdung, welche die Grösse der rechnerischen Leistungen vermehrten oder herabsetzten, im Laufe der Versuchsreihe verändert; immerhin aber würden diese Versuche nicht unmittelbar zum Vergleiche mit der unwillkürlichen Zeitschätzung herangezogen werden können, wenn sie nicht in allen wesentlichen Punkten eine hinreichende Uebereinstimmung mit Metronomversuchen darbieten würden.

Tabelle E''.

		a''				
		1	2	3	4	5
$t = 0,5 m$	α	26,86	26,08	27,84	29,15	26,10
	β	26,58	24,82	24,62	25,61	24,56
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$	26,72	25,54	26,23	27,38	25,32
$t = \frac{4m}{8}$	α	26,55	25,27	29,85	29,58	26,62
		b''				
$t = 0,5 m$	α	25,10	24,77	23,95	25,73	26,00
	β	29,07	25,36	26,06	22,99	22,58
	$\frac{\alpha + \beta}{2}$	27,08	25,06	25,00	24,34	24,29
$t = \frac{4m}{8}$	α	26,93	26,51	27,93	27,37	25,86

Fassen wir nun ins Auge die Zahlen, welche uns die Tabelle E'' wiedergiebt und welche in ähnlicher Weise wie bei den früheren Versuchen uns gewissermassen einen Querschnitt dieser Experimente liefern, so stellt sich heraus, dass im Grossen und Ganzen auch hier wieder der mittlere Schätzungswerth zunächst eine Steigerung und dann gegen den Schluss der Versuche eine Abnahme erfährt, wie wir im Hinblicke auf unsere frühere Auseinandersetzungen wohl ebenfalls auf die Einflüsse der Uebung und der späteren Ermüdung zurückführen dürfen. Nur Rechenversuche für $t = 0,5 m$ zeigen einen abweichenden Verlauf, doch ist schon darauf hingewiesen worden, dass dieselben als weniger massgebend gelten müssen. Auffallender Weise findet sich bei sämtlichen Curven mit einer einzigen geringfügigen Ausnahme von den ersten zu den zweiten fünf Versuchen eine allerdings nur unbedeutende Abnahme des mittleren Schätzungswerthes, welche auf eine vorübergehende Erschwerung der Zeitschätzung an diesem Punkte hindeuten würde. Eine Erklärung dieser Erscheinung vermag ich einstweilen nicht zu geben.

Resumé.

Das Facit der vorliegenden Arbeit lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

- 1) Je nach der Methode verhält sich der constante Fehler verschieden, bei dem Verfahren der einmaligen Reproduction ausschliesslich negativ, bei dem der mehrmaligen Reproduction theils positiv, theils negativ; nach beiden Methoden erreicht der mittlere Schätzungswerth sein Maximum bei 2^m.
- 2) Der Mittelfehler fällt in den Versuchen mit einmaliger Reproduction kleiner aus als in den Versuchen mit mehrmaliger Reproduction; das Verhältniss ist wie 2 : 3.
- 3) Die Mittelfehler wachsen für die hier untersuchten Intervalle nahezu proportional den reproducirten Zeiten, aber nicht den Normalzeiten. Dieses Ergebniss spricht für die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes.
- 4) Es wird der Mittelfehler in Folge von Uebung verkleinert, die Unterschiedsempfindlichkeit erhöht.
- 5) Durch Ermüdung wird der mittlere Schätzungswerth herabgesetzt, durch die Uebung erhöht.
- 6) Als Maassstab für die Schätzung von Zeitgrössen dient in erster Linie das Gefühl der inneren Anstrengung.
- 7) Bei psychopathischen Individuen nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit ab und zeigt in längeren Zeiträumen grössere Schwankungen; ebenso variirt auch der mittlere Schätzungswerth innerhalb weiterer Grenzen.
- 8) Während der Metronom- und Rechnenversuche nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit für Zeitgrössen zu; der mittlere Schätzungswerth wird verkleinert und zwar für kleinere Zeiten weit beträchtlicher als für grosse.

Thesen.

1. Auf Grund der neueren pharmakologischen Erfahrungen über das Eisen wird es wahrscheinlich, dass bei Chlorose die Eisenpräparate durch Bismuthum subnitricum ersetzt werden könnten.
2. Bei Pityriasis capillitii leistet die Borsäure in 1—2 % Lösung vortreffliche Dienste.
3. In Ermangelung einer Amme wäre zu versuchen, das Kind durch directes Anlegen an die Euter einer Ziege zu ernähren.
4. Die Dosirung des Bromkalium geschieht von Seiten der Aerzte sehr oft zum Nachtheil ihrer Patienten.
5. Durch längeres und öfter wiederholtes Aufhalten in Räumen, deren Luft geringe Mengen von Kohlenoxydgas enthält, wird die Empfindlichkeit gegen die Giftwirkung des genannten Gases herabgesetzt.
6. Es giebt keine scharfe Grenze zwischen hypochondrischer Verrücktheit und hypochondrischer Form der Neurasthenie.



18271

18271