

107, 821^a.

Versuche über das Gedächtniss
im Bereiche des Raumsinnes der Haut.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität
zu Jurjew

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Emanuel Loewenton,
Arzt.

(Mit einer lithographischen Tafel).

Ordentliche Opponenten:

Dr. W. Gerlach. — Prof. Dr. K. Dehio. — Prof. Dr. W. v. Tschisch.

Dorpat.

Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei.
1893.

Handwritten notes and stamps, including a circular library stamp from Dorpat.

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго Факультета Императорскаго Юрьевскаго
Университета.

Референтъ: Профессоръ Дръ В. Чижъ.

Юрьевъ, 18 Марта 1898 г.

Деканъ: Драгендорффъ.

№ 182.

Ich freue mich an dieser Stelle eine Gelegenheit zu haben, allen meinen hochverehrten Lehrern an der hiesigen Hochschule meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

Insbesondere gilt derselbe Herrn Prof. Kraepelin (z. Z. in Heidelberg), dem ich das Thema und das Interesse für diese Arbeit, sowie sonstige wissenschaftliche Anregung verdanke.

Herrn Prof. von Tschisch danke ich für den vielfachen Rath, mit welchem er mich bei der Abfassung dieser Arbeit in lebenswürdigster Weise unterstützte.

Es ist bekannt, dass die Klarheit und Treue einmal aufgefasster Sinneseindrücke und zusammengesetzter Vorstellungen mit der Zeit nicht unbeträchtlich abnimmt. Die Fähigkeit der Erneuerung der Vorstellungen, das Gedächtniss, kann somit als Function der Zeit betrachtet und in diesem Sinne experimentell untersucht werden ¹⁾

Da unsere Vorstellungen ihre Entstehung einfachen Sinneseindrücken verdanken, so scheint es am geeignetsten zu sein, das Studium des Gedächtnisses zuerst mit diesen letzteren zu beginnen. Auf diese Weise wird es möglich sein die Abhängigkeit des Gedächtnisses von der Zeit in ihrer einfachsten Form zu studiren.

Die Bedingungen, von denen «die Erneuerung der Vorstellungen» abhängig ist, sind aber ausserdem recht mannigfaltiger Natur. Die Fähigkeit irgend eine Vorstellung, einen Sinneseindruck ins Gedächtniss zurückzurufen ist von der Intensität abhängig,

¹⁾ W u n d t. Grundzüge der physiologischen Psychologie. 3. Aufl. Leipzig 1887. Bd. II, p. 359.

mit welcher diese ursprünglich aufgefasst waren. Die Intensität der Empfindung ist einerseits von der Intensität des Reizes, der sie hervorruft, andererseits aber von dem jeweiligen Zustande des Bewusstseins, während dessen dieser Reiz einwirkte, abhängig. Gerade dieser letzte Punkt ist hervorzuheben; Jedermann kennt solche Eindrücke, deren er sich noch nach sehr langen Zeitzwischenräumen ganz lebhaft zu erinnern vermag. Der Factor der in solchen Fällen die Hauptrolle spielt ist die Aufmerksamkeit.

Dass die Aufmerksamkeit nicht constant bleibt, ist experimentell von Lange¹⁾ nachgewiesen worden. Die Aufmerksamkeit hat nach ihm einen intermittirenden Charakter; es kommen periodisch Momente der Spannung und der Abspannung der Aufmerksamkeit, so dass nach Wundt's Ausdruck «die Spannung der Aufmerksamkeit ein Vorgang, kein bleibender Zustand ist». Aber abgesehen von diesen Schwankungen der Aufmerksamkeit, kann dieselbe wie es aus experimentellen Untersuchungen bekannt ist, durch verchiedene Reize abgelenkt werden²⁾.

Es ist hervorgehoben worden, dass bei Untersuchungen über das Gedächtniss zuerst die möglichst einfachen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen und deshalb wäre es wünschenswerth diese Unter-

1) N. Lange. Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der activen Apperception. Philosoph. Studien IV, p. 390.

2) Bertels. Versuche über die Ablenkung der Aufmerksamkeit I.-D. Dorpat 1889.

suchungen immer für jedes einzelne Sinnesgebiet besonders vorzunehmen. So kann man das Gedächtniss für Tastempfindungen, Schall- und Gesichtsempfindungen untersuchen; dasselbe wird man auch auf dem Gebiete des Raum- und Muskelsinnes machen können; die Zeitschätzung in ihrer Abhängigkeit von der Zeit (das Gedächtniss im Gebiete des Zeitsinnes) bedarf ebenfalls einer eingehenden Prüfung.

Es ist ausserdem die Treue des Gedächtnisses von der Reizqualität abhängig; diese Annahme lässt sich durch die Bestimmungen der Unterschiedsempfindlichkeit für verschiedene Sinnesgebiete beweisen. Es bezieht sich jede Untersuchung über Unterschiedsempfindlichkeit auf das Gedächtniss, denn wo eine gegebene Empfindung mit einer dagewesenen verglichen wird, wird auch unmittelbar eine Erinnerung an die letztere vorausgesetzt.

Das experimentelle Studium des Gedächtnisses geschieht auf zwei Wegen. Wir lassen einen Reiz einwirken und nach einer gegebenen Zeitstrecke reproduciren diesen Reiz, d. h. bestimmen einen solchen, welcher dem ursprünglichen subjectiv als gleich empfunden wird. Der Fehler, den man bei dieser Bestimmung begeht, wird verschieden gross, je nach der Treue, mit welcher die erste Empfindung im Gedächtnisse erhalten ist. Solche Versuche werden

in genügender Anzahl und für verschiedene Zeitintervalle ausgeführt. Der mittlere Fehler aus Versuchen mit einem und demselben Zeitintervalle wird schliessen lassen, wie sich die Treue der Vorstellung mit der Zeit verändert. Dieses active Verfahren basirt somit auf der Benutzung der Methode der mittleren Fehler.

Das andere Verfahren besteht darin, dass man einen bestimmten Sinnesreiz einwirken lässt und nach einer bestimmten Zeitstrecke einen anderen, der sich vom ersteren um ein Weniges unterscheidet. Nun lässt man die Versuchsperson bestimmen, ob der zweite Reiz sich von dem ersteren unterscheidet und zwar ob er grösser oder kleiner ist. Abgesehen von dem objectiven Reizunterschiede, wird die Sicherheit der Unterscheidung davon abhängen, ob der ursprüngliche Eindruck mit genügender Treue im Gedächtnisse erhalten ist. Indem man solche Bestimmungen in genügender Anzahl für verschiedene Zeitintervalle macht, wird man die Treue des Gedächtnisses nach der Anzahl der Richtigschätzungen im Verhältniss zur Anzahl aller Schätzungen beurtheilen können. Es wird somit bei diesem Verfahren die sog. Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung kommen.

Es hängt wesentlich von der Qualität der Reize, mit welchen man arbeitet und überhaupt von den technischen Bedingungen des Experimentes, ob man

das eine oder das andere Verfahren benutzt. Es eignet sich z. B. die Methode der mittleren Fehler bei Untersuchungen über das Gedächtniss für Zeitgrössen; dagegen bei Untersuchungen im Gebiete des Raumsinnes der Haut wird man mit Vortheil von der Methode der richtigen und falschen Fälle Gebrauch machen.

Die ersten experimentellen Untersuchungen über das Gedächtniss findet man bei E. H. Weber¹⁾. Es wurde eine auf Papier gezeichnete Linie angeblickt und nach Verlauf einer bestimmten Anzahl von Sekunden eine andere, die in ihrer Länge um ein Geringes von der ersteren abwich. Es sollte entschieden werden, welche von beiden Linien grösser ist. Dabei zeigte es sich, dass bei einer Pause von gewisser Zeitdauer zwischen dem Anblick beider Linien diese noch richtig beurtheilt werden, bei einer grösseren Pause aber nicht mehr. Analoge Versuche sind von Weber mit der Schätzung von Gewichten gemacht worden. Man kann nach Weber messen und in Zahlen angeben, wie die Deutlichkeit der Erinnerung von Empfindungen von Secunde zu Secunde abnimmt.

Ebbinghaus²⁾ untersuchte das Gedächtniss,

1) E. H. Weber. Tastsinn und Gemeingefühl 1851. p. 86 (citirt nach Exner, Centralblatt für Physiologie 1890, IV. p. 82).

2) Ebbinghaus. Ueber das Gedächtniss. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. Leipzig 1885.

indem er Reihen von Worten erlernte und nach verschiedenen Zeitintervallen (von 20 Min. bis 31 Tagen) bestimmte, wie viel aus dem erlernten Material vergessen wurde. Auf diese Weise kam er zu einem Ergebniss, dass die Treue der Reproduction mit den Zeitintervallen anfangs rasch, später aber nur langsam abnimmt. Ausserdem bestimmte er nach jedem Zeitintervall, wie viel Mal es nothwendig war die Reihe zu wiederholen um sie wieder auswendig zu lernen. Er fand, dass wenn man das einmal erlernte mehrere Male im Gedächtnisse reproducirt, schliesslich die Treue der Erinnerung beträchtlich zunimmt, so dass die Anzahl der Wiederholungen erheblich vermindert wird. Auf Grund seiner Versuche stellt Ebbinghaus eine Formel auf, welche die Abhängigkeit zwischen dem Behaltenen und Vergessenen ausdrücken soll. Diese Formel ist

$$\frac{\text{Das Behaltene}}{\text{Das Vergessene}} = \frac{k}{(\log t)^c}, \text{ wo } k \text{ und } c$$

constante Factoren für einen Beobachter sind. Diese Formel hat ihre Giltigkeit für längere Zeitzwischenräume.

Ebbinghaus' Untersuchungen beziehen sich jedoch nicht auf einfache Sinneseindrücke, sondern auf recht complicirte Leistungen. Auf Wundt's Veranlassung wurde eine Untersuchung des Gedächtnisses für Töne angestellt. Diese Untersuchung ist nach der Methode der richtigen und falschen Fälle

von Wolfe¹⁾ ausgeführt worden. Als Erzeuger der Töne diente ihm der Appunsche Tonmesser²⁾, welcher Töne zwischen 32 und 1024 Schwingungen in der Secunde hervorbrachte. Der Tonunterschied betrug 4, 8 und 12 Schwingungen in der Secunde und blieb während einer Versuchsgruppê constant. Der erste oder Normalton wurde nach Belieben um 4 Schwingungen höher oder tiefer genommen, damit sich das Gehör nicht an bestimmte Töne gewöhnen sollte. Nachdem der erste Ton angegeben wurde, wiederholte man nach einer vorausbestimmten Zeit denselben, oder es wurde ein anderer, etwas höherer oder tieferer angegeben. Die Versuchspersonen sollten entscheiden, ob die Töne gleich oder verschieden waren. Waren die Töne ungleich, so konnte der zweite Ton höher oder tiefer als der erste liegen, oder die Tonhöhe konnte zweifelhaft bleiben.

Es hat sich ergeben, dass bei einem Zeitintervalle von 2 Secunden die Urtheile genauer waren, als bei kürzeren Intervallen. Von 2 Secunden an ist der Einfluss der Zeit sehr bedeutend. Abgesehen von den Schwankungen der Treue des Gedächtnissbildes, welche Wolfe mit den periodischen Schwankungen der Aufmerksamkeit in Zusammenhang stellt, nimmt die Sicherheit des Wiedererkennens beständig

1) K. H. Wolfe. Untersuchungen über das Tongedächtniss. Philosoph. Studien III, p. 534.

2) Die Beschreibung des Appunschen Tonmessers siehe bei Wundt, Grundzüge d. physiol. Psychol. 3 Aufl. I., p. 431, 432.

ab, bis sie bei einem Zeitintervalle von 60 Secunden so geringgradig wird, dass die Zahl der Richtigschätzungen die Zahl der Falschschätzungen nur unbedeutend übertrifft. Hieraus ersieht man, dass das Tongedächtniss schon nach verhältnissmässig kleinen Zeitintervallen sich erheblich ändert. Für zwei Beobachter war es möglich eine Formel aufzustellen, die die Abhängigkeit des Gedächtnisses von der Zeit ausdrücken soll. Wenn nämlich r die Anzahl der richtigen und f die der falschen Fälle ist, k und c Constante, die für jede Versuchsperson verschieden sind, so lässt sich folgende Formel aufstellen

$$r = \frac{kf}{\log t} + cf.$$

Die Tondifferenzen haben auf das Erkennen der Töne auch einen Einfluss. Die Verdoppelung des Tonunterschiedes vergrössert die Sicherheit der Urtheile. Die Abhängigkeit von der Tondifferenz wird von Wolfe dahin formulirt, dass der arithmetische Zuwachs des objectiven Unterschiedes ungefähr einen geometrischen Zuwachs der Zwischenzeit erfordert, damit bei Schätzungen eine gleiche Unsicherheit entsteht. Die meisten Versuchspersonen sind von der Zeit und der Tondifferenz in gleicher Weise beeinflusst worden. Bei kleineren Zeitintervallen hat der Tonunterschied die Haupteinwirkung, bei längeren aber scheinen beide gleich wirksam zu sein.

Die Untersuchungen von Paneth¹⁾ beziehen sich auf das Gedächtniss im Gebiete des Zeitsinnes. Sie bestehen in einer Reproduction zeitlicher Intervalle von Bruchtheilen einer Secunde bis zu mehreren Secunden. Die Versuche wurden in der Weise angeordnet, dass die Versuchsperson sich ein bestimmtes Zeitintervall merkte um dasselbe nach einer bestimmten Pause durch das zweimalige Niederdrücken einer Taste zu reproduciren. Die Messungen sind dadurch ermöglicht worden, dass an dem Taster ein Elektromagnet befestigt war, der die Schwingungen einer Stimmgabel auf dem Kymographion zeichnete; die entstehende Wellenlinie verlief höher oder tiefer, je nachdem der Taster niedergedrückt war oder nicht. Es ergab sich, dass die Schärfe des Gedächtnissbildes im Laufe der Zeit nur sehr unbedeutend abnimmt, so dass man dasselbe wenigstens für die Zeitstrecken bis zu 5 Minuten als sich gleichbleibend annehmen kann. Zu ähnlichen Resultaten gelangte Wahle²⁾, der als Versuchsobjecte weisse Kreise auf schwarzem Hintergrunde, sowie Helligkeiten von sehr geringem Unterschiede benutzte.

Allen angeführten Untersuchungen ist der Umstand gemeinsam, dass das Gedächtniss für solche

1) Paneth. Versuche über den zeitlichen Verlauf des Gedächtnissbildes. Centralbl. für Physiologie. 1890, IV, p. 81.

2) Die Resultate dieser nicht publicirten Arbeit findet man bei Exner, Centralblatt für Physiologie 1890, IV, p. 83.

Sinnesthätigkeiten geprüft wird, von denen man im gewöhnlichen Leben beständig Gebrauch macht.

Bei meinen Versuchen handelt es sich dagegen um eine Fähigkeit, welche für sich allein wenig geübt wird. Der Raumsinn der Haut ist im Vergleich mit dem Augenmass, mit dem Zeitsinn nur ganz schwach entwickelt und für sich allein fast nie gebraucht. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass das Gedächtniss im Bereiche des Raumsinnes der Haut viel schwächer ist, als für diejenigen Sinnesthätigkeiten, welche hoch entwickelt sind und von uns beständig angewandt werden.

Es unterscheiden sich deshalb in dieser Beziehung meine Versuche von den früher angeführten.

Bei meinen Untersuchungen bin ich bestrebt gewesen, den Einfluss zu bestimmen, den die Zeit auf das Wiedererkennen räumlicher Distanzen ausübt. Wenn wir die Haut mit einem Tasterzirkel berühren, so bekommen wir, falls der Abstand der Spitzen weit genug ist, die Empfindung einer Distanz und sind im Stande uns eine Vorstellung von der Grösse dieser Distanz zu machen. Wenn wir die Haut mit einem zweiten Tasterzirkel berühren, wobei die Entfernung der Zirkelspitzen eine andere ist, als früher, so können wir auch ungefähr angeben ob die zweite Entfernung von der ersteren abweicht oder nicht. Meine Aufgabe war zu bestimmen, ob die Sicherheit dieser Schätzung von der Zeit,

die zwischen zwei solchen Eindrücken liegt, abhängig ist.

Bei der Schätzung von Entfernungen vermittelt des Raumsinnes der Haut müssen mehrere Bedingungen erfüllt werden¹⁾. «Es müssen die Zirkelspitzen möglichst senkrecht aufgesetzt und es darf die Haut dabei nicht verschoben werden; zweitens sind zu den Versuchen möglichst gleichförmige Stellen zu benutzen, bei denen keine hervorragenden Punkte Gelegenheit zur Orientirung geben; endlich muss die Versuchsperson selbst in völliger Ruhe verbleiben und keinerlei Anstrengungen machen, eine genauere Schätzung der Entfernungen entweder durch blosses Nachdenken oder zugleich durch Bewegungen der tastenden Stelle sich zu ermöglichen». Ferner ist die Kraft, mit welcher der Zirkel aufgesetzt wird, auf die Schätzung von erheblichem Einflusse²⁾; bei stärkerem Druck scheint die Entfernung eine weitere, als bei schwächerem. Ausserdem wird häufig, wenn man eine Zirkelspitze mit grösserer, die andere mit geringerer Kraft aufsetzt, nur der stärkere Eindruck wahrgenommen, während der schwächere unbemerkt bleibt. «Wenn ferner die beiden berührten Stellen von sehr verschiedener Empfindlichkeit sind, so wird bei völlig gleichmässigem Aufsetzen oft nur an der

1) Wundt. Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. Leipzig und Heidelberg. 1862, p. 35.

2) Wundt. l. c. p. 41.

empfindlicheren Hautstelle der Eindruck wahrgenommen; sobald auch an der unempfindlicheren Hautstelle noch ein Eindruck gefühlt wird, so wird er für bedeutend schwächer gehalten und mit gleicher Kraft scheint die Berührung erst zu geschehen, wenn diese Kraft in der That ziemlich verschieden ist».

Die Aufmerksamkeit, mit welcher die Berührung wahrgenommen wird, übt einen grossen Einfluss auf die Richtigkeit der Schätzung. Nach Wundt¹⁾ werden die Entfernungen «die nur wenig über der Grenze der schärfsten Unterscheidungsfähigkeit hinausliegen vom Zerstreuten garnicht mehr wahrgenommen und umgekehrt kann diese Grenze durch ungewöhnlich grosse Aufmerksamkeit sich etwas erweitern, so dass Eindrücke noch gesondert wahrgenommen werden, die bei geringerer Aufmerksamkeit in eine räumlich ungetrennte Empfindung verschmelzen.» Der Einfluss der Uebung ist besonders von Volkmann²⁾ untersucht worden. Nach ihm lässt sich der Raumsinn schnell vervollkommen; die Vortheile der Uebung sind mehr oder weniger vergänglich. Schon ein Zeitraum von 24 Stunden genügt um die durch eine lange Versuchsreihe geschärfte Empfindung merklich abzustumpfen; die Feinheit steht in keinem besonderen Zusammenhang

1) Wundt. l. c. p. 36.

2) A. W. Volkmann. Ueber den Einfluss der Uebung auf das Erkennen räumlicher Distanzen. Berichte der kgl. sächs. Gesellschaft der Wiss. zu Leipzig. Bd. X. 1858 p. 38–69.

mit der Uebung; auch bei gleichmässig fortschreitender Uebung kann die Schärfe des Raumsinnes in sehr ungleichmässiger Progression zunehmen, bald schneller, bald weniger. Bei Wundt¹⁾ findet man die Angabe, dass bei längeren Versuchsreihen die Ermüdung den Einflüssen der Uebung entgegenwirkt.

Die Ermüdung wirkt nämlich auf die Schärfe der Unterscheidung, erstens dadurch, dass die tastenden Organe ermüden, zweitens aber indem die Aufmerksamkeit vermindert wird. Es handelt sich hier somit um die periphere und centrale Ermüdung.

Von übrigen Einwirkungen, die Veränderungen des Raumsinnes der Haut mit sich bringen, ist für meine Untersuchungen der Einfluss der äusseren Temperatur am wichtigsten. Darüber findet man genaue Angaben bei Klinkenberg²⁾. Bei seinen Untersuchungen stellte er fest, dass der Raumsinn sich erheblich veränderte, je nachdem die Versuchsperson sich während der Versuche im kalten oder im warmen Raume aufhielt. Bei einer Temperatur von 10° C. waren die Werthe für die Feinheit des Raumsinnes vermindert, bei einer von 24° C. bedeutend erhöht, so hatte man z. B. an der Vola manus bei 24° C. einen Werth von 0,3, bei 10° C. aber nur 0,8. An der Stirn fand man bei 24 C.—1,0,

1) Wundt. Grundzüge der physiol. Psychol. II, p. 17.

2) Klinkenberg. Der Raumsinn der Haut und seine Modification durch äussere Reize. I.-Diss. Bonn 1883 p. 21–23.

bei 10° C.—1,6. Aus einer ganzen Reihe von Versuchen lässt sich schliessen, dass eine gesteigerte Temperatur Verfeinerung des Raumsinnes mit sich bringt, eine niedrigere Temperatur dagegen den Raumsinn eheblich abstumpft. Obwohl diese Versuche sich nicht auf die Schätzung von Entfernungen vermittels des Raumsinnes der Haut beziehen, ist es doch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass beim Untersuchen im kalten Raume die Schätzung bedeutend an Genauigkeit verliert. Als ich im December 1888 im hiesigen physiologischen Institut ähnliche Schätzungsversuche machte, bemerkte ich, dass während einiger Tage in welchen der Arbeitsraum nicht genügend geheizt wurde, der Procentsatz der Richtigschätzungen erheblich gesunken war im Verhältniss zu früheren Versuchstagen. Es sind somit bei den Untersuchungen über den Raumsinn grössere Temperaturschwankungen nicht zulässig.

Um die Reihe der Einflüsse, welche eine Veränderung des Raumsinnes der Haut mit sich bringen, abzuschliessen, wird es nothwendig sein die locale Anämie und Hyperämie zu erwähnen. Versuche von Rumpf und Klinkenberg¹⁾ beweisen, dass die locale Anämie eine Herabsetzung des Raumsinnes zur Folge hat, während die locale Hyperämie den Raumsinn im entgegengesetzten Sinne beeinflusst. Für unsere Zwecke haben diese Untersuchungen

1) Klinkenberg, l. c. p. 23—26.

einen untergeordneten Werth, und deshalb gehen wir auf dieselben nicht näher ein, ebenso wie auf die Untersuchungen Kremer's über den Einfluss der Narcotica auf den Raumsinn¹⁾.

Bei meinen Untersuchungen suchte ich die möglichen Fehlerquellen zu eliminiren. Ich untersuchte beständig bei einer Temperatur zwischen 13° und 15° R, so dass Veränderungen des Raumsinnes infolge der Temperaturschwankungen ausgeschlossen waren. Bevor ich zu den eigentlichen Versuchen überging, machte ich einige Tage lang Uebungsversuche, die ich nicht in Rechnung gezogen habe. Schliesslich war das von mir benutzte Aesthesiometer so construirt, dass die meisten von den oben angeführten Fehlerquellen unmöglich waren. Bei allen Versuchen über den Raumsinn benutzte man den bekannten Weber'schen Tasterzirkel. Vierordt und Camerer arbeiteten bei den Versuchen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle mit zwei Stecknadeln, die in ein Brettchen hineingesteckt waren. Es konnten aber dabei die Spitzen nicht gleichzeitig aufgesetzt werden und ausserdem ist die Kraft mit welcher man dieselben aufsetzt je nach der Disposition des Experimentators eine verschiedene. Auf diese Weise sind die Empfindungen, die hervorgerufen werden, nicht gleichförmig genug und die Schätzung

1) F. Kremer. Ueber den Einfluss der Narcotica auf den Raumsinn der Haut. I.-D. Bonn 1884.

kann auch bei grosser Uebung nicht immer richtig genug geschehen. Statt eines Tasterzirkels benutzte ich bei meinen Versuchen folgenden nach den Angaben des Herrn Prof. Kraepelin construirten Apparat (siehe Tafel). Auf einem hölzernen Brette sind beiderseits zwei hölzerne Stangen angebracht. In diesen Stangen gleitet ein Galgen, der mittelst zweier Schrauben beliebig hoch fixirt werden kann. Auf dem Querbalken dieses Galgens sind zwei Metallhülsen angebracht, die in ihrem Innern mit einer Spiralfeder versehen sind. In jeder Hülse bewegt sich durch die Spiralfeder gestützt eine metallene Stange, die an ihrem oberen Ende mit einem Knopf versehen ist, an dem unteren aber eine metallene Scala mit Millimeteintheilung trägt. Die beiden Scala sind 15 Centimeter lang, einander parallel und stehen $\frac{1}{2}$ Cm. weit von einander ab. Jede Scala ist mit zwei Schiebern versehen und jeder Schieber trägt einen Metallstift mit einer Elfenbeinspitze. Diese Stifte lassen sich nach oben und unten bewegen und sind in dieser Bewegung durch nichts gehemmt. Das Gewicht jedes Stiftes beträgt 3,2 Gramm. Indem man die Schieber gegen einander bewegt, kann der Abstand der Spitzen auf der Scala abgelesen werden.

Alle Versuche sind an der dorsalen Seite des rechten Vorderarmes ausgeführt worden. Der Vorderarm ruhte während der Versuche auf einem Gypsnegativ so, dass die zu betastende Hauptpartie sich

in horizontaler Lage befand und die Spitzen von ihr gleich weit abstanden. Durch Druck auf den Knopf konnte die Scala und mit ihr in Verbindung stehende Spitzen dem Vorderarme genähert und dadurch eine Berührung der Haut mit den Spitzen erzielt werden. Die Berührung der Haut mit beiden Spitzen erfolgte gleichzeitig, da dieselben von der Haut gleich weit abstanden. Die Kraft mit welcher die Spitzen aufgesetzt wurden, blieb stets die gleiche, da dieselben sich in den Schiebern frei bewegten und nur mit ihrem eigenen Gewichte auf die Haut drückten.

Der Vorderarm schien mir für diese Versuche am passendsten, weil seine Länge für die Veränderung der Entfernung der Zirkelspitzen genug Spielraum lässt; ausserdem lassen sich die leicht kenntlichen Punkte, die Gelegenheit zur Orientirung geben, vermeiden, wenn man an die Gelenkenden nicht zu nahe kommt und das mittlere Drittel bevorzugt. Ferner verändert sich die Feinheit des Raumsinnes am Vorderarme sehr langsam; Kottenkamp und Ulrich¹⁾ fanden den Grenzwert der Raumschwelle oben 41,21 mm, unten — 22,54 mm, so dass die Aenderung für je ein Millimeter $\frac{1}{313}$ mm beträgt. Auf diese Weise habe ich versucht die oben angeführten Fehlerquellen zu eliminieren.

Da es sich bei meinen Versuchen um die Schätzung von Distanzen handelte, so war es

1) W u n d t. Physiol. Psychol. II, pag. 9.

nothwendig dafür zu sorgen, dass alle Berührungen die Empfindung einer Distanz geben und die Entfernung der tastenden Spitzen stets grösser sei, als die Raumschwelle für den Vorderarm.

Zu diesem Zwecke machte ich eine Reihe von Bestimmungen der Raumschwelle nach der Methode der eben merklichen Unterschiede. Da es bei diesen Bestimmungen auf eine grosse Genauigkeit nicht ankam, begnügte ich mich mit verhältnissmässig wenigen Bestimmungen, aus denen ich das Mittel zog. Die Versuche wurden an mir und an meiner Frau gemacht. Für mich betrug die Raumschwelle 32,5 Millimeter, für meine Frau 30,2 Millimeter. Diese Zahlen stimmen mit denjenigen, welche von anderen Beobachtern gefunden worden sind, überein. Nach Kottenkamp¹⁾ und Ullrich verändert sich die Raumschwelle zwischen den Werthen 41,21 und 22,54; das Mittel aus diesen Zahlen wird mit denjenigen, die ich fand, ungefähr zusammenfallen. Nach Klinkenberg¹⁾ ist der Werth der Raumschwelle für die dorsale Seite des Vorderarmes verschieden und schwankt zwischen 2,8 und 3,2 Mm., beim Aufsetzen der Spitzen in querer Richtung zur Längsaxe des Gliedes.

Die Fragen, welche bei meinen Versuchen erörtert werden sollten, sind folgende:

1. Welchen Einfluss hat die Zeit auf die Sicherheit der Schätzung?

1) Klinkenberg l. c. p. 20.

2. Welchen Einfluss hat der Distanzunterschied auf die Sicherheit der Schätzung?

3. Wie verhält es sich mit Uebung und Ermüdung?

Alle Versuche sind an zwei Versuchspersonen gemacht worden, an mir (*E. L.*) und an meiner Frau (*F. L.*). Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt. Die Versuchsperson selbst sass ganz ruhig mit dem rechten Vorderarme auf dem Gypsnegativ, mit abgewendetem Gesichte. Nach der Berührung mit der Normaldistanz, liess der Beobachter eine für die betreffende Versuchsreihe nothwendige Zeit vergehen, und sodann wurde die zweite Berührung ausgeführt.

Die Versuchsperson sollte sogleich entscheiden, ob der zweite Eindruck grösser oder kleiner war. Das Verfahren war während sämmtlicher Versuchsreihen ein unwissentliches, d. h. die Versuchsperson wusste nicht, welche Entfernung die grössere war. Für jede Fehldistanz wurden die Versuche nach einander wiederholt, um nach einer bestimmten Pause zur anderen Fehldistanz überzugehen.

Als Normaldistanz wählte ich die Entfernung von 70 Mm. Als Fehldistanzen die Entfernungen: 90, 95, 80, 75 und 65, 60, 55, 50 Millimeter. Somit hatte ich je 4 untere und 4 obere Fehldistanzen. Die Zeiten, die ich untersucht habe, waren 2, 4, 10,

20, 30 und 45 Secunden. Während jeder Versuchsgruppe wurde nur mit einem bestimmten Zeitintervall experimentirt. Die erste und zweite Versuchsgruppe zählen je 20, alle übrigen je 16 Versuchsreihen. Jede Versuchsreihe enthält in den zwei ersten Versuchsgruppen 64 Einzelversuche; für jede Fehldistanz also 8 Einzelschätzungen. In den letzten vier Versuchsgruppen enthält jede Versuchsreihe 80 Einzelversuche, für jede Fehldistanz 10 Einzelschätzungen. Auf diese Weise hatte ich in jeder Versuchsgruppe 160 Einzelschätzungen für jede Versuchsperson und jede Fehldistanz. Für alle Fehldistanzen beträgt die Anzahl der Schätzungen 1280, und für alle Versuchsgruppen 7680. Im Ganzen wurden für beide Versuchspersonen 15360 Einzelschätzungen gemacht.

Die Versuche wurden bei den ersten vier Versuchsgruppen 2 Mal täglich gemacht, Vormittags und Nachmittags. Bei den letzten Versuchsreihen dagegen nur einmal am Tage, Vormittags für die erste und Nachmittags für die zweite Versuchsperson. An mehreren Tagen, wo die Disposition zu den Versuchen fehlte, wurden dieselben unterlassen. Nach allen 10 resp. 8 Einzelversuchen liess ich eine 2—4 Minuten lange Pause eintreten, wodurch der Versuchsperson die Möglichkeit zur Erholung gegeben wurde.

Die Dauer einzelner Versuchsreihen war verschieden, je nach den Zeitintervallen. Bei den ersten zwei Versuchsgruppen betrug die Dauer ungefähr 20

bis 30 Minuten. Bei der dritten Versuchsgruppe (Intervall 10) — 35 bis 40 Min. Bei der vierten Versuchsgruppe (Intervall 20^s) — 50 M. Die Dauer jeder Versuchsreihe aus der fünften Gruppe (Intervall 30^s) betrug 70 Min., aus der sechsten Gruppe (Intervall 45^s) — 90 Minuten.

Zur Messung der Zeit bediente ich mich bei den Zeiten von 2 bis 10 Secunden eines Mälzelschen Metronoms, das behufs Dämpfung des Schalles in einem Schranke stand; bei den Zeiten, die grösser als 10 Secunden waren, benutzte ich eine Uhr mit einem springenden Secundenzeiger, der die Secunden genau zu zählen erlaubte.

Die sogenannten zweifelhaften und Gleichheitsfälle sind beim Schätzen nicht zugelassen worden, wie es von J a s t r o w vorgeschlagen wurde. Man ist ja bei den Schätzungsversuchen leicht geneigt alle diejenigen Eindrücke, die man ohne genügende Aufmerksamkeit auffasst, als gleich oder zweifelhaft zu bezeichnen, was die Resultate wesentlich ändert. Es scheint mir, dass bei Anwendung dieses J a s t r o w'schen Verfahrens, die Aufmerksamkeit stärker angeregt wird, als bei Zulassung von Gleichheitsfällen.

Dass dieses Verfahren nicht schwer durchführbar ist, bestätigt K r a e p e l i n ¹⁾: «Dieses von mir schon lange angewendete, von J a s t r o w neuerdings

1) K r a e p e l i n. Zur Kenntniss der psychophysischen Methoden. Philos. Studien VI, p. 496.

empfohlene Verfahren läuft darauf hinaus, dass der Versuchsperson die Aufgabe gestellt wird, unter allen Umständen einen der beiden verglichenen Reize als grösser zu bezeichnen; durch völlige Ausschliessung objectiver Gleichheitsfälle wird dieses Urtheil nicht wesentlich erleichtert. Wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, stösst die praktische Durchführung solcher Versuche bei einiger Uebung auf keine nennenswerthen Schwierigkeiten.» Higier¹⁾ spricht sich auch in demselben Sinne aus. Bei meinen Versuchen war es um so leichter das Jastrow'sche Verfahren durchzuführen, als die Entfernungsschätzung auf der Haut nicht allzu sehr genau ist. Nach Wundt²⁾ werden die Zirkelöffnungen fast nie mit einiger Sicherheit für gleich gross gehalten, sondern falls der Unterschied klein genug, ist bald die eine, bald die andere für die beträchtlichere gehalten. Ich kann zu allem Gesagten hinzufügen, dass ich bei meinen Versuchen keine Schwierigkeiten hatte in der Benutzung des Jastrow'schen Verfahrens, zumal die objectiven Gleichheitsfälle ausgeschlossen waren.

Die Zahlen für Richtigschätzungen sind in Procenten berechnet worden. Alle Versuchsergebnisse für beide Versuchspersonen sind in den Tabellen I und II zusammengestellt. Diese Tabellen geben uns

1) Higier. Experimentelle Prüfung der psychophysischen Methoden im Bereiche des Raumsinnes der Netzhaut. I. - D. Dorpat 1890. p. 34, 91.

2) Wundt. Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung p. 34.

Auskunft über den Einfluss der Zeit, sowie über den Einfluss des Unterschiedes der verglichenen Distanzen. Die in der Rubrik D befindlichen Zahlen bedeuten die Fehldistanzen, welche mit der Normaldistanz 70 Mm. verglichen wurden.

Tabelle I. (E. L.)

D	2 s	4 s	10 s	20 s	30 s	45 s
90	97,50	90,00	75,63	70,00	57,50	60,00
85	91,87	81,30	67,50	63,12	53,13	45,00
80	80,00	69,37	60,63	55,62	50,00	42,54
75	75,63	57,50	56,25	48,75	40,00	36,87
65	54,37	72,50	65,00	67,50	80,62	73,13
60	60,63	78,75	73,13	74,37	86,25	86,25
55	71,87	83,75	78,13	86,25	93,71	96,25
50	83,75	86,25	86,87	96,25	100,00	100,00

Tabelle II. (F. L.)

D	2 s	4 s	10 s	20 s	30 s	45 s
90	88,12	96,87	85,00	72,50	73,13	66,25
85	78,12	83,75	72,50	65,00	57,50	54,37
80	66,25	74,37	63,12	56,87	51,87	49,37
75	57,50	58,12	58,75	50,62	45,00	43,75
65	77,50	71,25	66,87	66,25	73,13	68,12
60	83,75	78,13	70,62	78,75	83,12	84,37
55	90,00	80,25	80,00	85,00	92,25	94,37
50	89,37	93,12	88,12	93,75	100,00	100,00

Einfluss der Zeit.

Wir werden bei dieser Betrachtung zuerst diejenigen Fehldistanzen besprechen, die grösser als die Normaldistanz sind. Aus den Tabellen I und II ersehen wir, dass die % der Richtigschätzungen für diese oberen Abstufungen mit der Zeit beträchtlich abnehmen. So z. B. (Tabelle I) giebt die Distanz 75, die bei 2 Secunden Zeitzwischenraum in 75,63 % aller Fälle unterschieden wurde, bei 30 Secunden nur 40 % und 45 Secunden 36 % Richtigschätzungen, d. h. dass das Unterscheidungsvermögen bei diesen Zeitintervallen schon unter die Grenze des Merklichen fällt. Die Distanz 90, die bei 2^s einem Werth von 97,50 gab, wurde bei 45^s nur in 60 % aller Fälle unterschieden. Dem entsprechend verändern sich die Werthe von r % für die übrigen Fehldistanzen. Eine Ausnahme bei E. L. macht nur der Werth für die Distanz 90 bei 45 Secunden; statt zu sinken erhebt er sich von 57,50 auf 60,00 %. Aber diese Zunahme ist zu gering (2,5 %), als dass man aus ihr irgend welche Schlüsse ziehen könnte. Es wird wohl richtiger sein dieselbe auf irgend welche unbekannte Zufälligkeiten bei den Versuchen zurückzuführen. Aus den r % für die 4 oberen Abstufungen der Tabelle I sind Mittelwerthe gezogen

2 ^s	4 ^s	10 ^s	20 ^s	30 ^s	45 ^s
86,25	74,54	65,02	59,37	50,15	46,12

Aus diesen Mittelwerthen ist es leicht zu sehen, dass die Sicherheit der Unterscheidung mit der Zeit zuerst rasch, später aber nur langsam abnimmt. Bei 45^s wäre also bei E. L. die Unterscheidung unmöglich, denn das einfache Errathen würde bei einer genug grossen Anzahl von Schätzungen 50 % geben. Bei 45^s ist das Gedächtniss für die Distanzen fast völlig geschwunden.

Die Tabelle II ergiebt für die zweite Versuchsperson ein ähnliches Verhältniss; nur sind die r % hier etwas grösser, als die entsprechenden Werthe der Tabelle I.

Die Mittelwerthe sind dem entsprechend auch etwas grösser.

2 ^s	4 ^s	10 ^s	20 ^s	30 ^s	45 ^s
72,49	78,27	69,81	61,25	56,87	53,43

Es wiederholt sich auch hier die Erscheinung einer stetigen Abnahme der r % mit wachsenden Zeitintervallen, mit der Ausnahme, dass bei 4^s die Anzahl der r % grösser geworden ist. Das könnte wohl darauf beruhen, dass im Laufe der Zeit infolge der Uebung das Schätzungsvermögen feiner gewor-

den ist. Uebrigens verhalten sich die Zahlen ähnlich wie die früher angeführten Werthe der Tabelle I. Auch hier ist die Abnahme im Anfange eine raschere, später aber nehmen die $r\%$ nur langsam ab.

Die unteren Fehldistanzen (65, 60, 55, 50) zeigen ein ganz anderes Verhältniss. Hier findet abgesehen von einigen Schwankungen eine Zunahme der $r\%$ bei grösseren Zeitintervallen.

Aus beiden Tabellen sind für die unteren Fehldistanzen Mittelwerthe gezogen. Die Mittelwerthe aus der Tabelle I ergeben folgende Zahlen

2 ^s	4 ^s	10 ^s	20 ^s	30 ^s	45 ^s
67,65	80,31	75,78	81,09	90,14	88,97

Es ergibt sich aus diesen Zahlen, dass die Sicherheit der Schätzung für kleinere Distanzen grösser ist bei grösseren Zeitintervallen, wie bei 20, 30 und 45^s. Die Tabelle II ergibt folgende Mittelwerthe

2 ^s	4 ^s	10 ^s	20 ^s	30 ^s	45 ^s
85,15	82,19	76,40	80,97	87,12	86,71

Bis zu 10^s fällt der Werth für $r\%$ beständig ab; bei grösseren Zeitintervallen wird er grösser. Die unbedeutende Abnahme bei 45^s ist so gering, dass sie dem allgemeinen Gange als nicht widersprechend angesehen werden darf.

Wir kommen also zu einem Schlusse, dass bei Vergleichung von Distanzen, welche grösser als die Normaldistanz sind, die Sicherheit der Schätzung mit wachsenden Intervallen sich vermindert; im Gegentheil bei Vergleichung von kleineren Distanzen die Sicherheit im entgegengesetzten Sinne beeinflusst wird. Man kann aber durchaus nicht zulassen, dass es in der That so wäre, denn, wie es uns aus alltäglicher Erfahrung bekannt ist, verliert die Genauigkeit der Reproduction mit der Zeit erheblich. Dieses paradoxe Resultat könnte vielmehr auf folgende Weise erklärt werden. Wenn man eine und dieselbe Stelle mit gleich weit entfernten Zirkelspitzen betastet, so werden die Entfernungen immer als kleinere empfunden infolge der Ermüdung der Tastorgane¹⁾. Es wäre denkbar, dass bei längeren Zeitzwischenräumen infolge der Erwartung eine centrale Ermüdung mit Abnahme der Aufmerksamkeit stattfindet, so dass Eindrücke, die in solchen Momenten erfolgen, von der Versuchsperson als solche aufgefasst werden, die der Schwelle nahe stehen und deshalb erscheint unter solchen Umständen der zweite Eindruck vorwiegend als ein kleinerer. Aus den Tabellen ist es ersichtlich, dass die Zunahme der $r\%$ besonders bei denjenigen Distanzen stattfindet, welche der Schwelle am nächsten stehen, wie bei 50 und 55 Mm. und bei

1) W u n d t. Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung, p. 36.

grösseren Zeitintervallen, wie bei 20, 30 und 45 Sekunden¹⁾.

Es ist dies, wie mir scheint, die einzig mögliche Erklärung dieses paradoxen Resultats. Es scheint jedoch nothwendig dasselbe einer Controlle zu unterwerfen; es könnte wohl möglich sein, dass bei Normal- und Fehldistanzen, die von der Schwelle weiter abstehen, als diejenigen welche ich benutzte, sich ein anderes Verhältniss herzustellen wird.

Einfluss des Distanzunterschiedes.

Vergleichen wir die $r\%$, die in beiden Tabellen angegeben sind, so bemerken wir, dass diejenigen Distanzen, welche von der Normaldistanz sich am meisten nach der einen oder der anderen Seite unterscheiden, einen grösseren Procentsatz der Richtig-schätzungen aufweisen. So giebt die Fehldistanz 90 bei dem Zeitintervall von 30^s noch 57,50%, während bei demselben Zeitintervall die Distanz 75 nur 40% aufweist. Das Gedächtniss für Distanzen ist somit von dem Unterschiede der verglichenen Distanzen abhängig. Es ist von vornherein anzunehmen, dass die Unterscheidung zweier Reize deren

1) Um dieses besser prüfen zu können, machte ich noch zwei Versuchsreihen mit der Vergleichung von 70 und 50 Mm., und 70 und 55 Mm. bei einem Zeitintervall von 60 Sekunden. Bei der Vergleichung von 70 und 50 Mm. hatte ich lauter richtige Fälle, bei Vergleichung von 70 und 55 Mm. — aus 80 Fällen 79 richtige. Somit werden durch diese Versuche die früheren Resultate bestätigt.

Unterschied sehr gross ist, noch nach langen Zeitintervallen möglich ist, während bei geringem Unterschiede die Unterscheidung nur noch innerhalb kleiner Zeiten ermöglicht wird.

In der Tabelle I finden wir, dass bei 2 Sekunden der ungefähre Werth von 75% auf den Distanzunterschied von 5 Millimeter fällt. Bei 4 Sekunden fällt derselbe Werth auf eine Differenz zwischen 10—15 Mm.; bei 10^s ist schon eine Differenz von 20 Mm. erforderlich um den Werth von 75% zu bekommen. Bei allen übrigen Zeitintervallen finden wir diesen Werth nicht mehr; es wäre jedoch zu erwarten, dass bei einem grösseren Distanzunterschiede wir diesen Werth bei 20^s bekommen hätten. Es sind somit mit wachsenden Zeitintervallen immer grössere Distanzunterschiede erforderlich, damit die gleiche Sicherheit erzielt wird.

Die unteren Fehldistanzen zeigen ein anderes Verhalten, welches bei der Besprechung über den Einfluss der Zeit erwähnt wurde.

Uebung und Ermüdung.

Um den Einfluss der Uebung und Ermüdung übersehen zu können, sind die $r\%$ aus der ersten und zweiten Hälfte der Versuchsreihen besonders berechnet und in den Tabellen III und IV zusammengestellt.

Tabelle III. (E. L.)

D	2 ^s		4 ^s		10 ^s		20 ^s		30 ^s		45 ^s	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
90	98,75	96,25	88,75	91,25	71,25	80,00	71,25	68,75	60,00	55,00	55,00	65,00
85	93,75	90,00	80,00	82,50	67,50	67,50	62,50	63,75	60,00	46,25	47,50	42,50
80	81,25	78,75	67,50	71,25	60,00	61,25	53,75	57,50	52,50	47,50	50,00	35,00
75	76,25	75,00	51,25	63,75	55,00	57,50	41,25	56,25	40,00	40,00	33,75	40,00
65	42,50	66,25	76,25	68,75	66,25	63,75	63,75	71,25	81,25	80,00	85,00	61,25
60	55,00	66,25	82,50	75,00	73,75	72,50	75,00	73,75	81,25	91,25	78,75	93,75
55	66,25	77,50	83,75	83,75	80,00	76,25	78,75	93,75	92,50	95,00	97,50	95,00
50	77,50	90,00	83,75	88,75	91,25	82,50	96,25	96,25	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabelle IV. (F. L.)

D	2 ^s		4 ^s		10 ^s		20 ^s		30 ^s		45 ^s	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
90	86,25	90,00	97,50	96,25	86,25	83,75	71,25	73,75	77,50	68,75	67,50	64,50
85	73,75	82,50	81,25	86,25	67,50	77,50	63,75	66,25	68,75	46,25	57,50	51,25
80	65,00	67,50	78,75	70,00	63,75	62,50	56,25	57,50	56,25	47,50	52,50	46,25
75	56,25	58,75	66,25	50,00	61,25	56,25	47,50	53,75	50,00	40,00	45,00	41,25
65	72,50	82,50	81,25	61,25	57,50	76,25	67,50	64,50	67,50	78,75	68,75	67,50
60	77,50	90,00	82,50	73,75	70,00	71,25	78,75	78,75	88,75	77,50	80,00	88,75
55	91,25	88,75	91,25	81,25	80,00	80,00	83,75	86,25	92,25	92,25	96,25	92,50
50	88,75	90,00	91,25	95,00	92,50	83,75	93,75	93,75	100,00	100,00	100,00	100,00

Aus dieser Zusammenstellung ist es zu ersehen, dass hier keine Regelmässigkeit nachgewiesen werden kann. Im allgemeinen weichen die $r\%$ beider Hälften ungefähr um 0 bis 15 % von einander ab. Ein constantes Ueberwiegen der $r\%$ ist weder in der einen noch in der anderen Gruppe nachweisbar; bald trifft man in der I, bald in der II Hälfte eine Ueberzahl der Richtigschätzungen. Im Durchschnitt jedoch heben sich diese Unregelmässigkeiten beinahe völlig auf, was aus den Mittelwerthen zu ersehen ist. Diese Mittelwerthe sind aus den $r\%$ jeder Hälfte besonders für obere und untere Fehldistanzen berechnet. Aus den Mittelwerthen aller 6 Gruppen ist wiederum für die beiden Hälften besonders das Mittel gezogen, so dass durch die endgiltigen Zahlen die Mittelwerthe aus den $r\%$ der I und II Hälfte aller Versuchsgruppen repräsentirt werden.

Mittelwerthe zur Tabelle III. (E. L.)

2 ^s	4 ^s		10 ^s		20 ^s		30 ^s		45 ^s		Mittel		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
87,50	85,00	71,85	77,19	63,64	66,56	57,19	61,50	53,13	47,19	46,56	45,62	63,28	63,83
63,12	75,00	81,56	79,62	77,81	73,25	78,44	83,75	88,75	91,56	92,56	87,50	80,37	81,78

Obere Fehl-
distanzen

Untere Fehl-
distanzen

Mittelwerthe zur Tabelle IV. (F. L.)

2 ^s	4 ^s		10 ^s		20 ^s		30 ^s		45 ^s		Mittel		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
73,13	74,69	80,94	75,62	69,69	70,00	59,69	62,81	63,12	50,62	55,62	50,81	67,03	64,09
82,50	87,81	86,56	77,81	75,00	77,81	80,94	80,94	87,12	87,12	86,25	87,19	83,06	84,74

Obere Fehl-
distanzen

Untere Fehl-
distanzen

Aus diesen Zusammenstellungen ersehen wir, dass annähernd der $\frac{1}{10}$ der Richtigschätzungen in beiden Hälften der gleiche ist; es lässt sich freilich nicht jene Exactheit nachweisen, welche man bei Entfernungsschätzungen mittelst des Augenmasses beobachtet. Es ist aber auch nicht zu vergessen, dass wir in unseren Tastorganen nur ein ganz grobes Werkzeug haben im Vergleich mit dem Augenmasse. Es lässt sich nach Wundt die Entfernungsschätzung mittelst des Auges zu der mittelst der Haut geradezu wie eine exacte Messung betrachten. Ausserdem schwankt die Empfindlichkeit der Haut für räumliche Distanzen beständig.

Es kann deshalb auch nicht Wunder nehmen, dass in einzelnen Versuchsreihen die Richtigschätzungen der einen Hälfte um mehrere $\frac{1}{10}$ die der anderen Hälfte übertreffen.

Dass bei gewissen Vorsichtsmassregeln diese Schwankungen, wenn auch nicht immer, sich compensiren lassen, beweisen die eben angeführten Mittelwerthe.

Wir sehen somit, dass das Gedächtniss für Entfernungsschätzungen mittelst der Haut geringgradig ist. Im Gegensatz zu den Untersuchungen Paneth's und Wahle's, wo das Gedächtnissbild während verhältnissmässig grosser Zeitzwischenräume fast gar nicht beeinträchtigt wird, ist bei Entfernungsschätzungen

mittelst des Raumsinnes der Haut das Gedächtnissbild schon zum Ende der ersten Minute ein recht schwaches. In dieser Beziehung wären meine Resultate mit denjenigen Wolfe's zu vergleichen, und es ist möglich, dass das Gemeinsame darin liegt, dass die Unterscheidungsfähigkeit für Entfernungen mittelst des Raumsinnes der Haut, sowie die Unterscheidungsfähigkeit solcher Töne, die nur um geringe Schwingungszahlen von einander verschieden sind, im gewöhnlichen Leben gar nicht geübt werden, und deshalb auch nur rudimentär entwickelt sind.

Zum Schlusse will ich die Versuchsergebnisse kurz resumiren.

1. Die Zeit übt einen Einfluss auf die Schätzung der Entfernungen mittelst des Raumsinnes der Haut und zwar wird die Sicherheit der Schätzungen mit wachsenden Zeitintervallen geringer.

2. Mit wachsenden Zeitintervallen müssen immer grössere Distanzunterschiede genommen werden, damit die gleiche Sicherheit der Schätzung erzielt wird.

3. Uebung und Ermüdung haben bei längeren Versuchsreihen keinen wesentlichen Einfluss auf die Sicherheit der Schätzung.

Thesen.

1. Die meisten Katatoniker erfreuen sich einer guten körperlichen Gesundheit.
2. Für eine richtige Anwendung der Schlafmittel ist die psychometrische Untersuchung der Wirkung derselben unentbehrlich.
3. Die locale Anwendung des Morphiums ist nicht rationell.
4. Die Behandlung der Eclampsie mit Pilocarpin sollte vermieden werden.
5. Bei morbus Adisonii darf nicht ohne weiteres auf eine Erkrankung der Nebennieren geschlossen werden.
6. Die Reaction von Bujwid ist kein zuverlässiges Mittel für die Diagnose der Cholera asiatica.

