

Zur Frage über den zeitlichen Verlauf des Gedächtnisbildes für verschiedene Sinnesreize.

Von
Dr. phil. GISELA ALEXANDER-SCHÄFER.

Mit 6 Tafeln und einer Textfigur,
ausgeführt unter der Leitung von Prof. Dr. A. KREIDL,
Assistenten am k. k. physiologischen Institut der Universität zu Wien.

Über die Frage des Festhaltens gegebener Zeitintervalle durch das Gedächtnis enthält die Literatur nur wenige Angaben. So hat PANETH¹ bei seinen Versuchen über den zeitlichen Verlauf des Gedächtnisbildes als zu merkendes Objekt ein Zeitintervall gewählt, das zur Prüfung der Schärfe des Gedächtnisbildes von der Versuchsperson durch zweimaliges Niederdrücken einer Taste wiedergegeben werden sollte.

Seine Versuche gestalteten sich folgendermaßen:

Durch zweimaliges Niederdrücken einer Taste wurde ein Zeitintervall gegeben, dann trat eine Pause ein, nach welcher die Versuchsperson das Zeitintervall gleichfalls durch zweimaliges Niederdrücken einer Taste, so genau als möglich nachzuahmen hatte. Die Länge der Pause wurde von einem kleinsten, nicht mehr sicher bestimmbar Bruchteil einer Sekunde bis zu 5 Minuten variiert. Ebenso wurden dem nachzuahmenden Intervall Größen von Bruchteilen einer Sekunde bis zu mehreren Sekunden gegeben. Die Messungen wurden dadurch ermöglicht, daß an dem Taster ein Elektromagnet befestigt war, der die Schwingungen einer Stimmgabel auf das Kymographion zeichnete. Die entstandene Wellenlinie verlief höher oder tiefer, je nachdem der Taster niedergedrückt war oder nicht.

¹ Versuch über den zeitlichen Verlauf des Gedächtnisbildes von Dr. J. PANETH. Nach dessen Tode mitgeteilt von SIEGMUND EXNER. *Zentralblatt für Physiologie* 4, Nr. 3, S. 81.

Die Resultate der Versuche von PANETH, bei welchen lediglich akustische Reize in Frage kamen, lassen sich, nach den üblichen Methoden der Mittelwerte berechnet, dahin zusammenfassen, daß die Schärfe des Gedächtnisbildes für ein Zeitintervall im Laufe von 5 Minuten nur um so Geringes abnimmt, daß die Abnahme nach den angewendeten Methoden nicht sicher erkannt werden kann.

Die Arbeit PANETHS ist die einzige in der Literatur, die wenigstens hinsichtlich der akustischen Reize unserer Fragestellung nahekommt.

Bei den Versuchen von SCHUMANN und EBHARDT besteht die Aufgabe für die Versuchsperson überhaupt nur darin, gleiche Zeiträume zu merken.

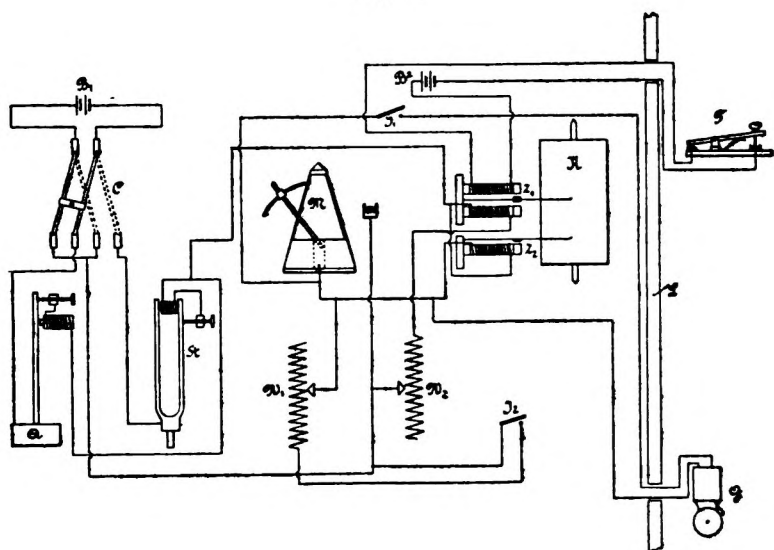
Nach EBHARDT¹ befanden sich Versuchsperson und Experimentator in zwei verschiedenen Zimmern. Die Versuchsperson nahm in bequemer Haltung an einem Tische Platz, auf welchem, an einem Stativ befestigt, der Taster angebracht war. „Auf diesen Taster klopfte die Versuchsperson mit dem Zeige- oder Mittelfinger der rechten Hand. Bei Berührung des oberen beweglichen Armes des Tasters mit dem unteren festen entstand ein scharfes, kurzes Geräusch.“ „Die Wahl der Geschwindigkeit der Klopfbewegung war der Versuchsperson überlassen.“ Alle Ermüdungserscheinungen wurden vermieden. Durch die Berührung der beiden Tastarme wurde ein Stromkreis geschlossen, und so auf der Trommel eines HERINGSchen Kymographion der Moment der Entstehung des Schall- und des intensivsten Druckreizes markiert. Ein OEMKEScher Chronograph, dessen schwingender Stab auf 100 Schwingungen abgestimmt war, bewirkte die Markierung der Zeit. „Die Wahl der Zeiten schwankte in der Hauptsache zwischen 0,3 und 0,6 Sekunden.“ Die Versuchsreihen weisen eine ziemlich gleichmäßig verteilte Vergrößerung und Verkleinerung der Glieder auf. Die individuellen Verschiedenheiten sind unbedeutend.

Zur vorliegenden Arbeit hat mich Prof. A. KREIDL veranlaßt und mich bei ihrer Durchführung vielfach unterstützt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

¹ „Zwei Beiträge zur Psychologie des Rhythmus und des Tempo“ von KURT EBHARDT, in *Schumanns psychologischen Studien* 2. Abt. Heft 1 S. 121.

Beabsichtigt war, den zeitlichen Verlauf des Gedächtnisbildes experimentell zu untersuchen, und die Unterschiede, die aus der jeweiligen Art des Sinnesreizes (es wurden optische, akustische und taktile Reize verwendet) folgen, zu studieren. Die Arbeit zerfällt in 3 Teile, je nachdem es sich bei den gegebenen Zeitintervallen um akustische, optische oder taktile Eindrücke handelt. Das der Versuchsperson angegebene Intervall, welches bei den akustischen Versuchen durch Glockenschläge, bei den optischen durch das Aufleuchten eines Glühlämpchens, bei den taktilen Versuchen durch faradische Schläge auf die Hohlhand gegeben wurde, nenne ich kurz das „Signal“. Die Wiederholung des Signals in den durch die Versuchsperson gegebenen Zeitintervallen bezeichne ich als „Reaktion“. Nach mehreren Vorversuchen resultierte folgende Anordnung, die zunächst für die akustischen Versuche beschrieben sei.

Fig. 1.



In einem Zimmer A^1 ist ein Kymographion (K) mit zwei elektromagnetischen Schreibern (Z_1 , Z_2) montiert. Der eine Schreiber (Z_2) ist mit einer elektrischen Stimmgabel (St) (bzw. schwingenden Stäben) und einem Metronom (M) verbunden:

¹ Die Versuchsräume A , B , C sind in der Textfigur nicht verzeichnet.

er schreibt die Stimmgabelschwingungen und verzeichnet in dieselbe Kurve durch eine aus der beigegebenen Zeichnung (Fig. 1) ersichtliche Anordnung und Schaltung die Metronomschläge, welche in ihrer Häufigkeit variabel waren. Der zweite Schreiber (Z_1) schreibt gleichfalls die Zeit, d. h. die Stimmgabelschwingungen, und ist außerdem mit dem in einem entfernten Raum (C) aufgestellten elektrischen Taster (T) derart verbunden, daß auch die Reaktionen der Versuchsperson graphisch in der Zeitkurve erscheinen können. Alles übrige ist leicht aus der beigegebenen Skizze (Fig. 1) ersichtlich.

In einem vom Zimmer A durch ein gleichgroßes Zimmer B getrennten Raum C befindet sich die Versuchsperson, der elektrische Taster (T) und an der Wand die in den Stromkreis des Metronoms geschaltete elektrische Glocke (G). Die Glocke kann bei entsprechender Schaltung von Zimmer A aus im Metronomtakt zum Läuten gebracht werden. Die Versuchsperson sitzt an einem Tisch, auf welchem sich für die Hand bequem erreichbar der Taster befindet. Die Zimmer A und C sind soweit voneinander entfernt und akustisch so gut voneinander getrennt, daß die im Zimmer C befindliche Versuchsperson die Metronomschläge nicht vernimmt. Bei den „optischen“ Versuchen wurde statt der Glocke ein Glühlämpchen, bei den „taktilen“ ein kleiner, mit zwei Elektroden armierter Rumkorff in den Stromkreis geschaltet.

Bei den optischen und taktilen Versuchen gelangte eine Stimmgabel zur Verwendung, die 64 Schwingungen in der Sekunde zeichnete, bei den akustischen konnten abwechselnd 40 bzw. 64 Unterbrechungen per Sekunde markiert werden.

Der im Zimmer C befindlichen Versuchsperson wurde vom Zimmer A aus durch Stromschluß eine Reihe von Signalen, gewöhnlich 10, übermittelt. Die Versuchsperson hatte die Aufgabe, die durch die Signale ausgedrückten, gleichen Zeitintervalle durch Niederdrücken des Tasters durch eine bestimmte Zeit hindurch zu wiederholen. Der Beginn sowie das Ende des Versuchs wurde der Versuchsperson durch ein besonderes Zeichen (kontinuierliches Läuten, Aufleuchten oder Botschaft) mitgeteilt, so daß die Versuchsperson bei Beginn ihrer Reaktion über die künftige Dauer des Versuchs nicht orientiert war. Die Versuchsperson wurde angewiesen, ruhig und unvoreingenommen zu

reagieren. Hilfen (gedankliches Aufteilen der Intervalle in eine bestimmte Taktfolge) waren gestattet.

Die Versuche konnten danach verschieden durchgeführt werden. Was die zeitliche Aufeinanderfolge von Signal und Reaktion betrifft, sind 3 Arten von Versuchen zu unterscheiden.

1. Die Versuchsperson beginnt die Reaktion in unmittelbarer Fortsetzung der erhaltenen Signale (sofortige Reaktion). Der Versuchsperson wurde vor dem Versuch mitgeteilt, nach dem wievielten Signal sie mit der Reaktion beginnen solle.

2. Die Versuchsperson hat nach erhaltenem Signal bis zu Beginn der Reaktion (1—5 Minuten) zu warten und erst dann mit der Reaktion zu beginnen.

3. Die Versuchsperson beginnt die Reaktion nach einer bestimmten Anzahl erhaltener Signale, z. B. 10. Die Signale werden jedoch noch für einige Zeit, während die Versuchsperson schon zu reagieren hat, weiter mitgeteilt, so daß die ersten Reaktionen mit den Signalen geschrieben werden.

Diese drei verschiedenen Durchführungsarten der Versuche entsprechen verschieden schweren, der Versuchsperson gestellten Bedingungen, wonach die Form 3 die leichteste, die Form 2 die schwierigste Versuchsdurchführung repräsentiert. Zur Ermittlung eventueller Ermüdungssymptome wurde die Dauer der einzelnen Versuche fallweise bis zu 10, 15 und 20 Minuten verlängert.

Die Versuchsperson reagierte entweder fortlaufend oder mit bestimmten Pausen, die auf dem Kymographion besonders verzeichnet wurden. Jeder einzelne Versuch wurde selbstverständlich genau notiert.

Auf dem Kymographion sind entsprechend den 2 Schreibern zwei Kurven verzeichnet, welche beide entsprechend der Zeitschreibung ($\frac{1}{10}$ bzw. $\frac{1}{64}$ Sekunden) kleine Zacken tragen. Eine höhere, in regelmäßigem Zeitintervall wiederkehrende Zacke auf der unteren Kurve bezeichnet die Metronomschläge. Die Reaktionen sind graphisch in der oberen verzeichnet und zwar in Form einer größeren Zacke oder in Form einer horizontalen, kleinen, zackenlosen Linie (Fig. 2, 3 und 4). Versuchspersonen waren außer dem Autor zumeist Ärzte und Studierende der Medizin und Philosophie, von denen die meisten auch musikalisch vorgebildet waren.

Verwertung der kymographischen Aufzeichnungen.

Die untere Kurve bzw. die auf derselben befindliche grössere Zacke diente nur zur Kontrolle des Metronomganges, d. h. der Festlegung des Zeitintervalls. An der oberen Kurve wurde nun jedes einzelne Intervall zahlenmässig bestimmt und auf die Weise ein genaues Bild der Reaktionen der Versuchsperson gewonnen. Das Auszählen erfolgte zumeist unter Zuhilfenahme einer Lupe.

Da sich nun mit der grossen Anzahl von Einzelmassen kaum arbeiten läßt, eine derartige Genauigkeit ausserdem nicht notwendig ist, wurde für bestimmte Zeiträume ($\frac{1}{2}$ bis zu 1 Minute) aus den für diesen Zeitraum verzeichneten Werten nach dem üblichen arithmetischen Mittel eine Mittelzahl gefunden. Die erhobenen Mittelwerte wurden auch für die graphische Darstellung der einzelnen Versuche herangezogen.

Bei genauer Auszählung der einzelnen Linien zeigt sich folgendes merkwürdige Verhalten: Die Versuchsperson reagiert derart, daß sie wohl im allgemeinen durch eine bestimmte Zeit hindurch ein Intervall festhält. Es treten jedoch schon innerhalb dieses Zeitraumes Schwankungen auf, immer aber überwiegt in einem bestimmten Zeitabschnitt ein vom Individuum wiedergegebenes Intervall.

Beispielsweise sei im folgenden das Resultat der genauen Auszählung eines Teiles einer Kurve mitgeteilt:

Die Metronomschläge erfolgten in einem Intervall von $\frac{40}{64}$ Sekunden. Eine Kurvenstrecke, welche der Versuchsdauer von einer halben Minute entspricht, weist 54 Reaktionen auf.

In der ersten halben Minute reagiert die Versuchsperson:

10mal in einem Intervall von $\frac{38}{64}$ Sekunden

8	"	"	"	"	"	$\frac{37}{64}$	"
5	"	"	"	"	"	$\frac{36}{64}$	"
4	"	"	"	"	"	$\frac{35}{64}$	"
8	"	"	"	"	"	$\frac{34}{64}$	"
7	"	"	"	"	"	$\frac{33}{64}$	"
7	"	"	"	"	"	$\frac{32}{64}$	"
5	"	"	"	"	"	$\frac{31}{64}$	"

für die erste halbe Minute ist somit das Mittel $\frac{34,7}{64}$ Sekunden.

In der vierten halben Minute reagiert die Versuchsperson:

8mal in Form eines Intervalls von $\frac{19}{64}$ Sekunden					
10	"	"	"	"	" $\frac{18}{64}$ "
15	"	"	"	"	" $\frac{17}{64}$ "
20	"	"	"	"	" $\frac{16}{64}$ "
7	"	"	"	"	" $\frac{15}{64}$ "
8	"	"	"	"	" $\frac{14}{64}$ "
10	"	"	"	"	" $\frac{13}{64}$ "
20	"	"	"	"	" $\frac{12}{64}$ "
8	"	"	"	"	" $\frac{11}{64}$ "

Das Mittel ist $\frac{14,4}{64}$ Sekunden.

Das von der Versuchsperson angegebene Intervall ist demnach in der vierten halben Minute um $\frac{20,8}{64}$ Sekunden kleiner als in der ersten halben Minute. (Die Versuchsperson reagierte somit in der vierten halben Minute rascher als zu Beginn des Versuchs.)

Da die einzelnen Mittelwerte für bekannte und in ein und demselben Versuch konstante Zeiträume gefunden sind, ging ich um eine für die graphische Darstellung des Versuchstypus brauchbare Kurve zu erhalten derart vor, daß ich an einem Koordinatensystem auf der Abszisse die den Mittelzahlen entsprechenden Zeiteile, auf der Ordinate die gefundenen Mittelwerte auftrug. Das tatsächliche Intervall (Metronomtakt) ist durch eine zur Abszissenachse von der Ordinate aus gezogene parallele horizontale Linie bezeichnet. (Vgl. Tafel 4, 5 und 6.)

I. Versuche mit akustischen Reizen.

Anzahl der Versuche: 43. Anzahl der Versuchspersonen: 19, und zwar an 2 Personen je 3 Versuche, an 6 Personen je 2 Versuche, an 9 Personen je 1 Versuch, an 1 Person 4 Versuche, an 1 Person 12 Versuche. Zeitschreibung: $\frac{1}{10}$ Sekunde.

Dauer jedes Versuches 3—6 Minuten. Von jeder Versuchsperson wurde fortlaufend die ganze Trommel d. h. 5 bis 10 Reihen beschrieben.

Die Reaktionsformen lassen sich nach dem verschiedenen Ausfall in 3 Gruppen bringen.

I. Gruppe: Das von der Versuchsperson eingehaltene Zeitintervall wird im Laufe der Reaktion immer kleiner. So verhalten sich 15 Versuche.

a) Die Person reagiert schon zu Beginn des Versuches rascher als das Signal: 2 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 26.)

b) Die Person reagiert zu Beginn mehr weniger¹ im Signaltempo und wird erst im Laufe des Versuches rascher: 8 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 29.)

c) Die Person reagiert zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal und wird teils absolut rascher, d. h. rascher als das Signal, teils relativ rascher: 5 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 34.)

II. Gruppe: Die Person reagiert während der ganzen Versuchsdauer ungefähr gleichmäÙig: 28 Versuche.

Als gleichmäÙiges Tempo ist dasjenige bezeichnet, bei welchem das von der Versuchsperson anfangs eingehaltene Intervall festgehalten wird oder wenigstens keine Unterschiede, die gröÙter sind als $\frac{3}{40}$, respektive $\frac{3}{64}$ Sekunden (bei den optischen und taktilen Versuchen), bestehen. Derartige kleine Unterschiede konnten sich immerhin aus Konstruktionsmängeln der verwendeten Registrierapparate (Latenz des Schreibers usw.), oder auch aus Rechenfehlern beim Auszählen der Kurven ergeben.

a) Die Person trifft zu Beginn des Versuches mehr weniger das Signaltempo: 21 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 32.)

b) Die von der Person zu Beginn des Versuches eingehaltenen Intervalle sind kleiner als die Signalintervalle: 5 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 41.)

c) Die Intervalle sind zu Beginn des Versuches gröÙter als die Signalintervalle: 2 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 31 bis zu 5 Minuten Dauer.)

III. Gruppe: Die Person reagiert im Laufe des Versuches langsamer d. h. die Intervalle werden immer gröÙter. Hierher gehört ein Versuch aus der II. Gruppe nach längerer Dauer. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 31.²)

¹ Als „mehr weniger“ übereinstimmend mit dem gegebenen Zeitintervall werden alle diejenigen Intervalle genommen, die nicht um mehr als $\frac{3}{40}$ Sek. bzw. $\frac{3}{64}$ Sek. (bei den optischen und taktilen Versuchen) vom gegebenen Intervall abweichen.

² An derselben Versuchsperson wurden auÙer dem Versuch Nr. 31 noch 11 andere gemacht und zwar die Versuche: Nr. 30, 21, 36, 20, 15, 39, 29, 25, 7, 10 und 8. In Versuch Nr. 31 reagierte die Person ununterbrochen $20\frac{1}{2}$ Minuten, nur wurden von Zeit zu Zeit in Pausen von je 2, 3 und 4 Minuten die Reaktionen nicht markiert.

Es hat sich somit für die akustischen Versuche ergeben, daß in 28 Versuchen zu Beginn der Reaktion das gegebene Zeitintervall mehr weniger vollkommen eingehalten wurde (vgl. Tabelle I, II und III), davon bleiben 21 auch während der ganzen Versuchsdauer ungefähr im Signaltempo. In 7 unrichtig begonnenen Versuchen (rascher oder langsamer als das Signalintervall) reagierte die Versuchsperson ebenfalls gleichmäßig im begonnenen Tempo. 15 Versuche wurden im Laufe der Reaktion immer rascher.

Weiters hat sich gezeigt, daß die Anzahl der Versuche an einer Person nicht viel an dem Charakter des Versuchsausfalles ändert, so daß bis zu einem gewissen Grade von einer individuellen Schreibung gesprochen werden kann.

Je größer das gegebene Intervall war, um so seltener wurde es von der Versuchsperson festgehalten.

Eingeschobene Pausen zwischen Signal und Reaktion beeinflussen den Versuch ungünstig (vgl. Tabelle II).

Unter 7 Versuchen mit Pausen von 2—5 Minuten ergab sich bei 3 im Laufe der Reaktion ein Rascherwerden. (Zu Beginn der Reaktion hielten 2 Versuche das Signaltempo, 1 war langsamer als das Signal.) 4 Versuche verhielten sich während der ganzen Dauer gleichmäßig. (1 Versuch war zu Beginn rascher, 1 langsamer als das Signal, 2 hielten zu Beginn das Signaltempo.)

Wurden zu Beginn des Versuches die Signale einige Zeit hindurch von der Person mitgeschrieben, so war das Gedächtnis für die gegebenen Zeitintervalle besser. (Vgl. Tabelle III.) Von 7 derartigen Versuchen, in welchen die Person durch $\frac{1}{2}$ —2 Minuten die Signale mitschrieb, wurde das Tempo in 2 Versuchen im Laufe der Reaktion rascher. (Zu Beginn war es ungefähr gleich dem Signaltempo.) 5 Versuche verhielten sich während der ganzen Dauer gleichmäßig. (Zu Beginn des Versuchs hielten 4 Personen das Signaltempo, 1 reagierte rascher als das Signal.) (Vgl. Tabelle III.)

Hatte die Versuchsperson ohne Pause länger als 6, 7 oder 8 Minuten reagiert, so wurde sie gewöhnlich plötzlich rascher oder langsamer. Dieses plötzliche Rascher- oder Langsamerwerden am Ende langdauernder Versuche muß wohl als Ermüdungssymptom aufgefaßt werden. Zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen hat sich kein Unterschied ergeben.

Versuche mit akustischen Reisen.

Tabelle I. Bei sofortiger Reaktion.

Nr.	35	ST	ST-Signal-Intervall, M-Minute, Vd		Sek.		r als zu Beginn		(nach		1/2 M Vd)		1/40 Sek.		R-Reaktion.	
			(nach	4	M	Vd)	4/40	7/40	r	7/40	1/2	1/40	9/40	7/40	als	Signal
26	26	24/40	7	4	7	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	1 1/2	22	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
33	33	24/40	7	4	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
32	32	24/40	7	4	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
30	30	24/40	7	4 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
21	21	23/40	7	5	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
36	36	21/40	7	5 1/2	35	7	13/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
6	6	19/40	7	4 1/2	35	7	0	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
5	5	17/40	7	4	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
4	4	17/40	7	5 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
3	3	17/40	7	1	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
2	2	17/40	7	5	35	7	7/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
1	1	17/40	7	3 1/2	35	7	5/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
34	34	17/40	7	4	35	7	13/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
3	3	17/40	7	2 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
23	23	10/40	7	5	35	7	3/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
28	28	23/40	7	4	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
24	24	10/40	7	4 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
19	19	10/40	7	4 1/2	35	7	2/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
20	20	10/40	7	4	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
37	37	10/40	7	5	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
15	15	10/40	7	4	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
42	42	10/40	7	3 1/2	35	7	0	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
40	40	10/40	7	4 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
39	39	10/40	7	4	35	7	4/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
38	38	10/40	7	5	35	7	0/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
16	16	10/40	7	3	35	7	2/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
12	12	10/40	7	5 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	7 1/2	35	7	1/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	11	35	7	2/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	14 1/2	35	7	5/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	19	35	7	7/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7
31	31	24/40	7	19 1/2	35	7	6/40	7	7	7	1/2	7	9/40	7	7	7

Versuche mit akustischen Reizen.

Tabelle II. Reaktionen nach Pausen.

Nr.	29	SI	$3\frac{1}{10}$ Sek.	(nach 5 M Pause)	(nach $4\frac{1}{2}$ M R)	$7\frac{1}{40}$ Sek. r als zu Beginn	(nach $\frac{1}{2}$ M Vd)	$\frac{2}{40}$ Sek. r als das Signal
"	25	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 " ")	$\frac{2}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{8.5}{40}$ " " r " " "
"	7	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 " ")	$\frac{5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{5}{40}$ " " l " " "
"	10	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 " ")	$\frac{2\frac{1}{2}}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{3}{40}$ " " l " " "
"	41	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 4 " ")	$\frac{1.5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{5}{40}$ " " r " " "
"	18	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 2 " ")	$\frac{4\frac{1}{2}}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{2}{40}$ " " r " " "
"	8	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 2 " ")	$\frac{3.2}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{7.5}{40}$ " " l " " "

Tabelle III. Reaktionen, die einige Zeit hindurch in Begleitung von Signalen erfolgten.

Nr.	27	SI	$22\frac{1}{40}$ Sek.	(1 M Signal mitgeschrieben)	(nach $4\frac{1}{2}$ M R)	$11.5\frac{1}{40}$ Sek. r als zu Beginn	(nach $\frac{1}{2}$ M R)	$\frac{1}{40}$ Sek. l als Signa
"	14	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 " ")	$\frac{5.5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{1.5}{40}$ " " l " " "
"	22	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{0.5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{2.5}{40}$ " " l " " "
"	9	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 2 $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{1}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	0 " " l " " "
"	17	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{1.5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{4}{40}$ " " r " " "
"	13	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{2}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{2}{40}$ " " r " " "
"	11	"	$10\frac{1}{40}$	"	(" 5 $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{3.5}{40}$ " " r " " "	(" $\frac{1}{2}$ " ")	$\frac{1}{40}$ " " l " " "

II. Versuche mit optischen Reizen.

Anzahl der Versuchspersonen: 23. Anzahl der Versuche: 28, und zwar an einer Person 4 Versuche, an 2 Personen je 2 Versuche, an 20 Personen je 1 Versuch. Nach dem Ausfall der Versuche lassen sich 3 Gruppen unterscheiden.

I. Gruppe: Die Person reagiert im Laufe des Versuches immer rascher: 14 Versuche.

a) Die Person reagiert zu Beginn rascher als das Signal: 6 Versuche. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 35.)

b) Die Versuchsperson hält zu Beginn der Reaktion ungefähr das Signaltempo: 3 Versuche. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 12.)

c) Die Person reagiert zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal und wird später entweder absolut rascher, (d. h. rascher als das Signal) oder nur relativ rascher. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 33.) So verhalten sich 5 Versuche.

II. Gruppe: Das Reaktionstempo bleibt im Laufe des Versuches ungefähr gleich: 3 Versuche.

a) Die Versuchsperson hält schon zu Beginn das Signaltempo: 1 Versuch.

b) Die Person reagiert zu Beginn rascher als das Signal: 1 Versuch. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 3.)

c) Die Person reagiert zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal: 1 Versuch.

III. Gruppe: Die Person reagiert im Laufe des Versuches langsamer: 11 Versuche.

a) Die Person reagiert schon zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal: 4 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 10.)

b) Die Versuchsperson reagiert zu Beginn rascher als das Signal und wird relativ langsamer: 3 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 36.)

c) Die Versuchsperson hält zu Beginn mehr weniger das Signaltempo: 4 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 31.)

Die Resultate für die Versuche mit optischen Reizen stimmen hinsichtlich der Verschiedenheit der Reaktionsformen im Großen

und Ganzen mit den Versuchen mit akustischen Reizen überein. Das Gedächtnis ist dagegen für optische Eindrücke entschieden ein weniger gutes als für akustische. Unter 28 Versuchen ist in 14 im Laufe der Reaktion ein Rascherwerden zu bemerken. (Siehe Tabelle für die I. Gruppe.) Nur in 3 Versuchen blieb das Tempo im Laufe der Reaktion mehr weniger gleichmäßig. Ein Langsamerwerden war in 11 Versuchen zu konstatieren. (Siehe Tabelle für die III. Gruppe.)

In 8 Versuchen wurde zu Beginn der Reaktion das gegebene Zeitintervall mehr weniger vollkommen eingehalten.

Unter 22 Versuchen von längerer Versuchsdauer (7—8 Minuten) hat sich in

10 seit der fünften Reaktionsminute das Gedächtnisbild nicht mehr verändert, 8 wurden rascher (4 Personen reagierten bis 5 Minuten Dauer langsamer und wurden nach 5 Minuten plötzlich rascher),

2 reagierten rascher und nach 5 Minuten noch rascher,

2 verhielten sich bis 5 Minuten gleichmäßig,

4 reagierten nach 5 Minuten langsamer. (1 war bis 5 Minuten Versuchsdauer rascher, 3 waren schon langsamer und wurden weiterhin noch langsamer.)

(Siehe Tab. auf S. 68 u. 69.)

III. Versuche mit taktilen Reizen.

Anzahl der Versuchspersonen: 11. Anzahl der Versuche: 14. Und zwar an 3 Personen je 3 Versuche; an 8 Personen je 1 Versuch.

Auch bei den Versuchen mit taktilen Reizen sind 3 Gruppen zu unterscheiden:

I. Gruppe: Die Person reagiert im Laufe des Versuches rascher: 6 Versuche.

a) Die Person reagiert schon zu Beginn rascher als das Signal: 3 Versuche. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 25.)

b) Die Person hält zu Beginn des Versuches mehr weniger das Signaltempo: 1 Versuch. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 41.)

c) Die Person reagiert zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal und wird im Laufe der Schreibung rascher als

Versuche mit optischen Reizen.

Tabelle für die I. Gruppe.

Vd = Versuchsdauer, SI = Signal-Intervall, r = rascher, l = langsamer, a. z. B. = als zu Beginn, n. l. Vd. = nach längerer Versuchsdauer, M = Minute.

Nr.	39	SI	55 ¹ / ₆₄ Sek.	(nach 5 M Vd)	8 ¹ / ₆₄ Sek.	r a. z. B. (n. l. Vd.)	14 ¹ / ₆₄ Sek.	r a. z. B. (nach 1 M)	1 ¹ / ₆₄ Sek.	l als Signal
"	37	"	55 ¹ / ₆₄	" (" 4 " ")	7 ¹ / ₆₄	" " " "	" " " "	(" 1 ")	18 ¹ / ₆₄	" " "
"	23	"	50 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	19 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	30 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	8 ¹ / ₆₄	" " "
"	38	"	50 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	4 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	5 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	9 ¹ / ₆₄	" " "
"	12	"	52 ¹ / ₆₄	" (" 4 " ")	13.3 ¹ / ₆₄	" " " "	" " " "	(" 1 ")	0	" " "
"	9	"	50 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	8 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	5 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	21 ¹ / ₆₄	" " "
"	40	"	40 ¹ / ₆₄	" (" 4 " ")	4 ¹ / ₆₄	" " " "	" " " "	(" 1 ")	10 ¹ / ₆₄	" " "
"	1	"	40 ¹ / ₆₄	" (" 3 ¹ / ₂ " ")	25 ¹ / ₆₄	" " " "	" " " "	(" 1 ")	2 ¹ / ₆₄	" " "
"	35	"	38 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	12 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	14 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	12 ¹ / ₆₄	" " "
"	7	"	40 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	18.2 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	22.5 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	4.8 ¹ / ₆₄	" " "
"	24	"	24 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	9 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	9 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	5 ¹ / ₆₄	" " "
"	42	"	24 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	19 ¹ / ₆₄	" " " "	" " " "	(" 1 ")	7 ¹ / ₆₄	" " "
"	33	"	25 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	10 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	11 ¹ / ₆₄	" " " " (" 1 ")	9 ¹ / ₆₄	" " "
"	27	"	50 ¹ / ₆₄	" (" 5 " ")	5 ¹ / ₆₄	" " " " (" " ")	0	" " " " (" 1 ")	11 ¹ / ₆₄	" " "

Versuche mit optischen Reizen.

Tabelle für die II. Gruppe.

Nr.	3 SI $80/64$ Sek.	(nach 5 M Vd) $33/64$ Sek.	r a. z. B. (n. l. Vd.)	(n. 1 M Vd) $20/64$ Sek.	r als Signal
" 4 "	$50/64$ "	(" ") $1/64$ "	r " " " (" ") $4/64$ Sek.	r a. z. B. (" 1 ") $1/64$ "	r " "
" 28 "	$24/64$ "	(" 5 ") $2/64$ "	l " " " (" ") $4/64$ "	r " " " (" 1 ") $8/64$ "	l " "

Tabelle für die III. Gruppe.

Nr.	16 SI $80/64$ Sek.	(nach 4 M Vd)	$4/64$ Sek.	l a. z. B. (n. l. Vd.)	$5/64$ Sek.	r a. z. B. (nach 1 M)	$12/64$ Sek.	l als Signal
" 29 "	$80/64$ "	(" 5 ")	$28/64$ "	l " " " (" ")	$9/64$ "	r " " " (" 1 ")	$32/64$ "	l " "
" 21 "	$80/64$ "	(" 5 ")	$19,4/64$ "	l " " " (" ")	$5/64$ "	r " " " (" 1 ")	$3,6/64$ "	l " "
" 14 "	$52/64$ "	(" 5 ")	$25/64$ "	l " " " (" ")	$23,5/64$ "	l " " " (" 1 ")	$10/64$ "	l " "
" 5 "	$48/64$ "	(" 5 ")	$4/64$ "	l " " " (" ")	0 "	l " " " (" 1 ")	$2/64$ "	l " "
" 10 "	$40/64$ "	(" 5 ")	$12/64$ "	l " " " (" ")	$13/64$ "	l " " " (" 1 ")	$11/64$ "	l " "
" 36 "	$86/64$ "	(" 6 ")	$4/64$ "	l " " " (" ")	$11/64$ "	l " " " (" 1 ")	$15/64$ "	r " "
" 31 "	$80/64$ "	(" 5 ")	$20/64$ "	l " " " (" ")	$31/64$ "	l " " " (" 1 ")	$1/64$ "	r " "
" 6 "	$47/64$ "	(" 5 ")	$6/64$ "	l " " " (" ")	$8/64$ "	l " " " (" 1 ")	$2/64$ "	r " "
" 32 "	$40/64$ "	(" 6 ")	$4/64$ "	l " " " (" ")	$9/64$ "	r " " " (" 1 ")	$11/64$ "	r " "
" 34 "	$85/64$ "	(" 5 ")	$4/64$ "	l " " " (" ")		(" 1 ")	$1/64$ "	l " "

das Signal: 2 Versuche. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 2.)

II. Gruppe: Gleichmäßig verhalten sich im Laufe der Reaktion: 4 Versuche. (1 Versuch bis 5 Minuten Dauer.)

a) Die Person reagiert zu Beginn des Versuches rascher als das Signal: 3 Versuche. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 11.)

b) In einem Versuch wurde das Signaltempo festgehalten.

III. Gruppe: Die Versuchsperson wird im Laufe der Reaktion langsamer: 4 Versuche.

a) Die Person reagiert zu Beginn rascher als das Signal und wird immer langsamer: 1 Versuch. (Siehe graphische Darstellung des Versuches Nr. 15.)

b) Die Versuchsperson hält zu Beginn der Reaktion das Signaltempo: 1 Versuch. (Siehe die graphische Darstellung des Versuches Nr. 8.)

c) Die Person reagiert schon zu Beginn des Versuches langsamer als das Signal und wird langsamer: 2 Versuche.

Aus dieser Zusammenstellung folgt, daß das Gedächtnis für die durch taktile Eindrücke gegebenen Zeitintervalle noch schlechter ist als das für optische: In nur 3 Versuchen wurde zu Beginn der Reaktion das gegebene Zeitintervall mehr weniger vollkommen eingehalten.

Unter 11 taktilen Versuchen von längerer Dauer (7—8 Minuten) hat sich nur in 3 das Reaktionsintervall nach 5 Minuten Dauer verändert und zwar reagierte die Person in 2 Versuchen die bis 5 Minuten Versuchsdauer gleichmäßig waren, nach 5 Minuten rascher, in 1 Versuch war die Versuchsperson bis 5 Minuten rascher und wurde später plötzlich langsamer.

(Siehe Tab. auf S. 71.)

Zusammenfassung.

Um einen Maßstab für die Beurteilung des Versuchsausfalles zu erhalten, ist auf 2 Momente Rücksicht zu nehmen: auf die Richtigkeit und auf die Regelmäßigkeit des Versuches.

Die Richtigkeit des Einzelversuches prägt sich in dem mehr weniger guten Einhalten des im Signal gegebenen Intervalles aus.

Regelmäßig nenne ich den Versuch, bei welchem die Besonderheit, die sich im Beginn des Versuches zeigt, für die

Versuche mit taktilen Reizen.

Tabelle für die I. Gruppe.

SI = Signal-Intervall, Vd = Versuchsdauer, a. z. B. = als zu Beginn, r = rascher, l = langsamer,
n. l. Vd. = nach längerer Versuchsdauer.

Nr.	13	SI	$\frac{50}{64}$ Sek.	(nach 5 M Vd)	$\frac{9}{64}$ Sek.	r a. z. B.	(n. l. Vd.)	$\frac{10}{64}$ l	a. z. B.	(nach 1 M)	$\frac{9}{64}$ Sek.	r als Signal
"	41	"	$\frac{60}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{11}{64}$	" r "
"	25	"	$\frac{40}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{12}{64}$	" r "
"	20	"	$\frac{50}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{3}{64}$	" l "
"	2	"	$\frac{47}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{9}{64}$	" l "
"	17	"	$\frac{42}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{9}{64}$	" l "

Tabelle für die II. Gruppe.

Nr.	11	SI	$\frac{50}{64}$ Sek.	(nach 5 M Vd)	$\frac{9}{64}$ Sek.	r a. z. B.	(n. l. Vd.)	$\frac{8}{64}$ Sek.	r a. z. B.	(nach 1 M)	$\frac{15}{64}$ Sek.	r als Signal
"	26	"	$\frac{80}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{13}{64}$	" r "
"	22	"	$\frac{58}{64}$	"	(" ")	l	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{12}{64}$	" r "
"	30	"	$\frac{55}{64}$	"	(" ")	r	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{1}{64}$	" r "

Tabelle für die III. Gruppe.

Nr.	18	SI	$\frac{50}{64}$ Sek.	(nach 5 M Vd)	$\frac{7}{64}$ Sek.	l a. z. B.	(n. l. Vd.)	$\frac{9}{64}$ Sek.	l a. z. B.	(nach 1 M)	$\frac{9}{64}$ Sek.	l als Signal
"	8	"	$\frac{50}{64}$	"	(" ")	l	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{1}{64}$	" l "
"	19	"	$\frac{50}{64}$	"	(" ")	l	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{7}{64}$	" l "
"	15	"	$\frac{42}{64}$	"	(" ")	l	" " "	" " "	" " "	(" 1 ")	$\frac{6}{64}$	" r "

ganze Dauer desselben bestehen bleibt, unregelmäßig den, in welchem dies nicht der Fall ist.

I. Bezüglich der Richtigkeit¹ der Versuche ergibt sich folgendes. Mehr weniger richtig (d. h. das angegebene Zeitintervall wurde während der ganzen Versuchsdauer mehr weniger genau eingehalten) sind: von 43 akustischen Versuchen 21, von 28 optischen Versuchen 1, von 14 taktilen Versuchen 1. Zu Beginn der Reaktion wurde das gegebene Zeitintervall mehr weniger vollkommen eingehalten: bei den akustischen Versuchen in ungefähr $\frac{2}{3}$, bei den optischen Versuchen in etwas weniger als $\frac{1}{3}$, bei den taktilen Versuchen in etwas weniger als $\frac{1}{4}$ der Fälle. Daraus resultierte (da für alle Versuchsarten [akustische, optische, taktile] meist dieselben Personen in einem Zwischenraum von 4—8 Wochen herangezogen wurden) die größte Anzahl richtiger Versuche bei den akustischen, die geringste Anzahl bei den taktilen Versuchen. Das Gedächtnis für die Intervalle von je 2 gleichartigen Sinnesreizen zeigt sich danach für die dem Gehörorgan mitgeteilten Reize besser als für die dem Auge oder Tastorgan übermittelten.

II. Unter den übrigen richtig begonnenen Versuchen ergibt sich im weiteren Verlauf des Versuches ein Rascherwerden: bei den akustischen Versuchen in allen, bei den optischen Versuchen in der Hälfte der Fälle, bei den taktilen wird $\frac{1}{3}$ rascher, $\frac{1}{3}$ langsamer, $\frac{1}{3}$ bleibt gleichmäßig.

III. Während bei jenen akustischen Versuchen, in denen von vornherein rascher als das Signal reagiert wird, die Mehrzahl gleichmäßig rascher bleibt, wird bei den optischen die Mehrzahl noch rascher. Bei den taktilen bleibt etwas weniger als die Hälfte gleichmäßig, etwas weniger als die Hälfte wird noch rascher, 1 Versuch wird langsamer. Auffallend ist die relativ große Gesamtzahl (7) der von vornherein rascher begonnenen, taktilen Versuche.

IV. Von den langsamer als das Signal beginnenden Versuchen wird unter den akustischen die Mehrzahl rascher. Unter den optischen und taktilen wird ungefähr die Hälfte rascher, die Hälfte bleibt langsam.

V. Unter den unrichtig begonnenen Versuchen (d. h. das

¹ Siehe Anmerkung ¹ S. 62.

Versuchstempo war rascher oder langsamer als das Signal) wird in keinem Fall während der weiteren Versuchsdauer das richtige Zeitintervall für einen nennenswerten Zeitabschnitt erreicht.

VI. Besonders lange Versuchsdauer verändert bei den optischen Versuchen in etwas weniger als der Hälfte, bei den taktilen in etwas weniger als $\frac{2}{3}$ der Fälle den weiteren Ablauf des Versuches nicht. In den übrigen Fällen wird ein zumeist plötzlich einsetzendes Langsamer- oder Rascherwerden beobachtet, das man wohl als Ermüdungssymptom betrachten muß.

(Eingegangen am 19. Mai 1905.)
