

Zur Kenntniss der Reactionszeiten.

Von

Dr. Julius Bartenstein.

Die ersten Bestimmungen über die Zeitdauer psychischer Vorgänge wurden von Astronomen ausgeführt. Veranlassung zu derartigen Untersuchungen gab ihnen der Unterschied, der sich in der Zeitbestimmung eines und desselben Vorgangs, nämlich des Durchgangs eines Sterns durch das Fadenkreuz eines Fernrohres, für verschiedene Beobachter herausstellte und sich für diese auch innerhalb gewisser Grenzen konstant erwies. BESSEL führte zuerst diesen Unterschied auf individuelle Verschiedenheiten im psychischen Verhalten der einzelnen Beobachter zurück und drückte ihn durch die sogenannte „persönliche Gleichung“ aus: z. B. STRUVE—BESSEL = 0,04 Sec. Weiterhin suchte HIRSCH, der bekannte Astronom von Neuchatel, das individuelle Moment aus den Beobachtungen dadurch zu eliminieren, dass er experimentell die Zeit zwischen einem bestimmten Reiz und dem im Voraus festgesetzten, denselben beantwortenden Signal bestimmte. Indem dieser Forscher eine vergleichende Untersuchung dieser von ihm als „physiologische Zeit“ bezeichneten Zeit für Gehör-, Gesicht- und Tastsinn anstellte, hatte er sich nicht mehr auf rein praktisch-astronomische Interessen beschränkt, sondern schon den Standpunkt des Physiologen eingenommen. Seine Methode, die physiologische Zeit zu bestimmen, bei welcher der Reiz durch electriche Uebertragung die Zeiger eines HIPPSCHEN Chronoskops in Bewegung setzt, während der Beobachter die Wahrnehmung des Reizes mit Arretirung des Zeigers durch Druck auf einen electricen Schlüssel beantwortet, wurde in der Folge vielfach benützt.

Die wesentlichste Vertiefung und Erweiterung erfuhren indess diese Untersuchungen durch DONDERS, dessen 1868 erschienene Abhandlung „Die Schnelligkeit psychischer Prozesse“¹⁾ neue Ge-

¹⁾ DONDERS, Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1868.

sichtspunkte und Methoden der Forschung brachte. Er kam auf die Idee, „in den Process der physiologischen Zeit neue Termen von psychischer Thätigkeit einzuschieben“. Aus der Verlängerung, die sich für die physiologische Zeit hieraus ergab, musste sich die Dauer des eingeschobenen Actes berechnen lassen. DONDERS bediente sich dabei folgender 3 Methoden:

1. Die a-Methode: ein einziger Reiz a wird erwartet und mit möglichster Geschwindigkeit durch eine bestimmte Reaction α beantwortet.

2. Die b-Methode: zwei verschiedene Reize a und b wechseln in unregelmässiger und unbekannter Folge mit einander ab, der Reiz a ist durch die Reaction α , der Reiz b durch die Reaction β zu beantworten.

3. Die c-Methode: zwei verschiedene Reize a und b wechseln in unregelmässiger und unbekannter Folge mit einander ab; nur der eine Reiz a ist durch die Reaction α zu beantworten.

Für die im Folgenden mitzutheilenden Versuche kommen nur die erste und letzte der 3 Methoden in Betracht; sie sind daher zunächst etwas näher zu erörtern.

Vergleicht man die c-Methode mit der a-Methode, so ergibt sich, wie schon DONDERS betont, als wesentlicher Unterschied der, dass bei der c-Methode das Unterscheiden, das Erkennen von a in den gewöhnlichen Process der a-Methode eingeschoben ist. Bei der a-Methode wird nach dem von EXNER eingeführten Terminus die Reactionszeit, genauer die einfache Reactionszeit bestimmt. Der Reagirende hält sich die Vorstellung des Signales gegenwärtig mit dem Entschlusse, dasselbe unmittelbar im Moment des Entstehens mit der bestimmten Reaction zu beantworten; die betreffende Musculatur wird dazu in vorbereitende Spannung versetzt. Es schliesst sich hier also an den Beginn der Empfindung a eine Reihe von Vorgängen an, die mit der Reactionsbewegung endigen. Bei der c-Methode muss aber erst ein Unterscheiden, ein Erkennen von a im Gegensatz zu b stattfinden, ehe reagirt wird. Der Reagirende hält sich den Entschluss vor: ich reagire, sobald ich a erkannt habe; im ersten Fall, sobald ich gewahr werde.

Dieselbe Reihe von Vorgängen, die sich bei der a-Methode an den Beginn der Empfindung anknüpfen, schliesst sich hier an das Erkennen von a an. Es muss also die Zeit, die für das Unterscheiden des a von b nöthig ist, gefunden werden in der Differenz der Unterscheidungsreaction und der einfachen Reaction. Diese

Auffassung der c-Methode, wonach sich dieselbe nur durch die Einschlebung des Erkennungsprocesses von der a-Methode unterscheidet, ist nur von WUNDT bestritten worden. Der hauptsächlichste Einwand, den WUNDT dagegen erhob, besteht darin, dass in die zusammengesetzte Reactionszeit neben der Unterscheidungszeit eine Wahlzeit eingehe, indem der Reagirende nach der Erkennung von a die Entscheidung zwischen reactiver Bewegung und Ruhe zu treffen habe. Ich kann diese Anschauung nicht als richtig anerkennen und beziehe mich dieserhalb auf die von v. KRIES¹⁾ in seiner Abhandlung über die Unterscheidungszeiten gegebenen Ausführungen.

Auch hinsichtlich des einfachen Reactionsvorganges sind einige Bemerkungen vorzuschicken. Nach LUDWIG LANGE²⁾ hat man zwischen zwei ihrem Wesen nach durchaus verschiedenen Arten der einfachen Reaction zu unterscheiden. Er erläutert dieselben folgendermassen:

„1. Es lassen sich einerseits Reactionen gewinnen, wenn man an den bevorstehenden Sinneseindruck gar nicht denkt, dagegen so lebhaft als möglich die Innervation der auszuführenden Reactionsbewegung vorbereitet.

2. Andererseits kann man, indem man jede vorbereitende Bewegungsinervation grundsätzlich vermeidet, seine ganze vorbereitende Spannung dem zu erwartenden Sinneseindruck zuwenden, wobei man sich aber gleichzeitig vornimmt, unmittelbar nach Auffassung des Eindruckes, ohne bei diesem unnöthig zu verweilen, den Impuls zur Bewegung folgen zu lassen.“

Er bezeichnet die Reactionen der ersten Art als „extrem musculäre“, die der zweiten als „extrem sensorielle Reactionen“. Die Differenz zwischen beiden ist eine sehr erhebliche; sie beträgt z. B. für L. LANGE 107 σ ³⁾; nach einer von WUNDT gegebenen Tabelle scheint die Zeitdifferenz der beiden Reactionsformen durchschnittlich 0,1 Sec. zu erreichen.

Diese beiden extremen Arten der einfachen Reaction scheinen mir indess keine Vorzüge zu besitzen. Bei den sensoriiellen Reactionen schiebt sich offenbar ein schwer controllirbarer Act von

¹⁾ v. KRIES, Ueber Unterscheidungszeiten. Vierteljahrsschrift f. wiss. Philos. XI.

²⁾ LUDWIG LANGE, Neue Experimente über den Vorgang der einfachen Reaction auf Sinneseindrücke. WUNDT's Philos. Studien. IV. S. 487.

³⁾ Mit σ wird hier und in Folgendem stets der Werth 0,001 Secunde bezeichnet.

Selbstbeobachtung ein, der den Reactionsvorgang erheblich verlängert. Dies lässt sich aus der Bemerkung L. LANGE's schliessen, „wonach man an dem Eindrücke haftet, indem man ihn entweder gedankenlos betrachtet, oder etwa mit dem von früher her vorhandenen Erinnerungsbild assimilirt“. Die Versicherung LANGE's, dass sich durch vielfältige und gewissenhafte Uebung diese Schwankungen eliminiren liessen, dürfte nicht viele befriedigen.

Würden andererseits die verkürzten oder extrem musculären Reactionen wirklich so ausgeführt, dass man an den bevorstehenden Sinneseindruck gar nicht denkt, die Aufmerksamkeit allein auf die vorbereitende Innervation gerichtet ist, so müsste der Sinneseindruck erschreckend und damit hemmend wirken.

Gegenüber diesen beiden Reactionsformen, bei welchen die Aufmerksamkeit in so extremer Art gebunden wird, ist festzuhalten, dass es durch Uebung gelingt, einerseits eine den Reactionsvorgang vorbereitende Spannung in der Musculatur zu unterhalten, ohne dass andererseits die dem Signal zugewandte Aufmerksamkeit in subjectiv wahrnehmbarer Weise vermindert würde. Das im Anfang zu bemerkende Hin- und Herschwanken der Aufmerksamkeit zwischen dem Erinnerungsgebilde des Signals und demjenigen der reactiven Bewegung nimmt, jemehr die vorbereitende Spannung der Musculatur eingeübt und damit vom Willen unabhängiger wird, immer mehr ab, so dass bei vollkommener Vorbereitung des Reactionsvorgangs die Aufmerksamkeit überwiegend auf das Signal gerichtet erscheint. Jedenfalls war die Art der Vorbereitung und Ausführung der reactiven Bewegung, so weit sich dies durch subjective Beobachtung feststellen lässt, für einfache und für Reactionen mit Unterscheidung dieselbe. Für die Versuche, deren Hauptinteresse in der Differenz der beiden Reactionsarten gelegen, war dies wesentlichste Bedingung. Ein objectiver Beweis dafür, dass sich die gleiche Reihe von Vorgängen einmal an den Beginn der Empfindung *a* und dann an das Erkennen von *a* anschliesst, lässt sich nicht erbringen; dieser Mangel haftet aber, so viel ich sehe, auch den andern Methoden, die Unterscheidungszeit zu bestimmen, in gleicher Weise an.

Technik der Versuche.

Die Versuche wurden im Wintersemester 1885/86 von Herrn Prof. von KRIES und mir ausgeführt, wobei wir uns gleichmässig in die Rolle des Beobachtenden und Reagirenden theilten. Dieselben erstreckten sich über Erkennen von einfachen Figuren, die durch

Gruppierung von Punkten gebildet wurden, und Unterscheiden von Zahlzeichen.

Die Versuchsanordnung war für alle Versuchsreihen dieselbe und ist im Wesentlichen schon von v. KRIES in der Abhandlung über Unterscheidungszeiten¹⁾ mitgetheilt worden, welcher ich dieselbe entnehme. Als Lichtquelle dient das von Lampenlicht stark erhellte Gesichtsfeld eines Mikroskops. Das Licht hatte, von dem Spiegel reflectirt, eine enge Blending zu passiren, welche durch die Bewegung eines Aluminiumplättchens zugedeckt oder geöffnet werden konnte. Die Unterbrechung eines Stromes liess das Lichtsignal erscheinen, da das Metallblättchen an dem stark verlängerten Schreibhebel eines PFEIL'schen Chronographen befestigt war. Die ausserordentliche Beweglichkeit dieses Apparates gestattet die Aufdeckung des Feldes mit einem für unsere Zwecke zu vernachlässigenden Zeitverluste. Die Registrirung des Signals geschah in der Weise, dass durch die Unterbrechung desselben Stromes, der jenes erscheinen liess, eine Zeitschreibung in Thätigkeit gesetzt wurde. Dieselbe bestand aus einem federnden Metallstreifen, dessen eines Ende festgeklemmt war, während das freie Ende bei geschlossenem Strome von einem gegenübergestellten Electromagneten angezogen gehalten wurde.

Bei Oeffnung des Stromes führte der Streifen Schwingungen um seine Gleichgewichtslage aus, welche eine dem freien Ende aufgekittete Glasfeder auf die schnell rotirende Trommel eines BALTZAR'schen Kymographions aufschrieb. In den Tubus konnten Glasplatten eingeführt werden, die mit den entsprechenden Zeichen versehen waren. Es wurden dazu Objectträger mit einem Schellackrussüberzug versehen, in welche sich die entsprechenden Zeichen durch Abkratzen des Belags einzeichnen liessen. Es wurden dieselben also durch belagfreie, für das Licht völlig durchgängige Stellen dargestellt, während der übrige Theil der Glasplatten nur wenig Licht durchliess, und erschienen so in intensiver Beleuchtung.

Reagirt wurde, indem der Reagirende mit dem Nagel des Mittelfingers den Hebel eines Relais niederdrückte und dadurch einen Strom öffnete. Die Stromöffnung wurde mittelst eines kleinen Electromagneten auf der Kymographiontrommel marquirt. Der Vorderarm ruhte dabei auf der Tischplatte, die Hand war leicht gebeugt und wurde durch den auf dem Hebel aufruhenden Mittel-

¹⁾ A. a. O.

finger gestützt. Ein leichter Druck, eine Beugung des Mittelfingers von geringer Excursion genügte zur Unterbrechung des Stromes.

Der Wechsel der Glasplatten, die Unterbrechung des Stromes, der das Signal erscheinen liess, die Regulierung des Kymographions war Aufgabe des Beobachtenden (nach der Bezeichnung von HELMHOLTZ). Derselbe hatte auch, kurz bevor er den Reiz gab, „Jetzt“ zu sagen, und veranlasste durch dieses Avertissement den Reagirenden, seine Aufmerksamkeit möglichst zu concentriren. Dadurch wurde jede Anspannung der Aufmerksamkeit von längerer Dauer, die rasch Ermüdung herbeiführt, vermieden.

Indem der Reagirende während einer Versuchsreihe den Kopf unter einem zu beiden Seiten des Tubus herabhängenden Tuche geborgen hielt nach Art eines Photographen, war ihm die Möglichkeit, den Signalwechsel zu beobachten, entzogen.

Diese Vorrichtung im Verein mit der gut schliessenden Blendung genügten auch zur Abhaltung von Nebenlicht, durch welches etwa die Zeichen im Voraus hätten erkannt werden können. Aeussere Störungen fanden so gut wie nicht statt; auch das Geräusch der Kymographiontrommel und das beim Wechseln der Signale entstehende hatte keinen störenden Einfluss, wesshalb von einer räumlichen Trennung des Reagirenden und Beobachtenden abgesehen werden konnte.

Die einzelnen Versuche setzten sich aus drei Gruppen zusammen: es wurden jeweils zuerst eine Reihe von einfachen Reactionen ausgeführt, dann eine solche von Unterscheidungsversuchen, woran sich wieder eine Reihe von einfachen Versuchen schloss. Eine jede Reihe bestand aus etwa 10 Einzelversuchen. Hierauf tauschten Reagirender und Beobachter ihre Rollen und derselbe Turnus wurde wiederholt. Weiter wurden die Versuche nie fortgesetzt, um jede erheblichere Ermüdung fernzuhalten.

Bestimmung der Zeitwerthe.

Da Sorge getragen wurde, dass die Spitze des die Reaction markirenden Schreibhebels senkrecht unter demjenigen stand, der das Signal markirte und zugleich die Zeitschreibung besorgte, so waren die Zeitwerthe aus den Horizontalabständen der beiden Marken zu bestimmen. Die Letzteren wurden in Schwingungen des zeitschreibenden Metallstreifens gemessen, deren Dauer = $\frac{1}{42}$ sec. war und hieraus die Werthe in σ berechnet. Dadurch war man vom Wechsel in der Rotationsgeschwindigkeit der Kymographiontrommel unabhängig. Die Messung wurde mittelst Glasmassstabs und Loupe

ausgeführt. Der zehnte Theil einer Schwingung liess sich auf diese Weise leicht abschätzen.

Um die Zeit zu ermitteln, die die Auffassung einfachster räumlicher Verhältnisse beansprucht, wurden die Unterscheidungszeiten für einfache Figuren bestimmt, wie sie sich unten vorgezeichnet finden. Die in den nachstehenden Tabellen enthaltenen Werthe sind Mittelwerthe aus jeweils ungefähr 8—10 Einzelwerthen.

Es bedeutet:

- ER = einfache Reaction,
 UR = Unterscheidungsreaction,
 UZ = UR-ER = Unterscheidungszeit,
 N = Zahl der Einzelversuche.

Reag.: K.

Unterscheidung von Figuren :: ..; ..; ..; ..

Reaction auf :

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
8. I. 86	154.8	9	211.0	8	152.3	8	57.5
11. I. 86	133.0	10	216.2	7	143.9	10	77.8
13. I. 86	138.8	8	197.5	8	146.0	10	55.1

Reaction auf ..

8. I. 86	148.2	9	215.4	6	144.6	10	69.0
11. I. 86	139.5	9	223.8	6	137.0	10	85.6
13. I. 86	135.0	10	185.7	8	143.0	10	46.7

Reag.: B.

Unterscheidung von Figuren :: ..; ..; ..; ..

Reaction auf :

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
8. I. 86	179.6	9	313.8	9	203.1	9	122.5
11. I. 86	190.1	9	285.9	9	182.6	10	99.6
13. I. 86	186.8	9	241.7	9	175.0	9	60.8

Reaction auf ..

8. I. 86	206.2	9	332.0	8	186.3	12	135.8
11. I. 86	176.3	9	299.0	7	195.9	11	112.9
13. I. 86	165.6	9	231.2	9	176.0	11	60.4

Als dieselben Versuche nach einiger Zeit wiederholt wurden, während welcher für complicirtere Figuren die Erkennungszeiten ermittelt worden waren, ergaben sich folgende Resultate:

Reag.: K.

Unterscheidung von Figuren ::; ..; .·; ·.

Reaction auf :

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
26. I. 86	141.9	10	211.8	8	145.1	10	68.3

Reaction auf ..

26. I. 86	143.4	8	217.9	9	143.3	9	74.5
-----------	-------	---	-------	---	-------	---	------

Reag.: B.

Unterscheidung von Figuren ::; ..; .·; ·.

Reaction auf :

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
26. I. 86	166.6	9	229.7	9	169.9	8	61.5

Reaction auf ..

26. I. 86	168.6	9	238.3	11	174.5	9	66.8
-----------	-------	---	-------	----	-------	---	------

Bei der Unterscheidung der aus drei und fünf Punkten gebildeten Figuren ergaben sich folgende Resultate:

Reag.: K.

Unterscheidung von Figuren .·; ··; ···; ···; ···; ··; ··; ··

Reaction auf ::

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
14. I. 86	145.9	13	223.7	7	149.7	10	75.9
15. I. 86	152.9	10	218.6	7	150.5	9	66.9
18. I. 86	137.3	10	215.5	10	146.3	8	73.7

Reaction auf ::

14. I. 86	158.7	6	222.3	9	156.9	9	64.5
-----------	-------	---	-------	---	-------	---	------

Reaction auf ··

15. I. 86	154.7	10	222.4	11	158.9	9	65.6
18. I. 86	142.6	6	215.9	7	144.0	8	72.6

Reag.: B.

Reaction auf ∴

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
14. I. 86	180.2	8	228.7	9	180.5	8	48.4
15. I. 86	181.2	10	232.0	10	179.4	11	51.7
18. I. 86	177.8	14	236.5	13	177.7	10	58.8

Reaction auf ∴

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
14. I. 86	171.1	7	228.9	9	173.0	9	56.9

Reaction auf ∴

15. I. 86	189.5	10	262.4	11	179.8	10	77.8
18. I. 86	167.2	10	231.6	10	165.3	9	65.4

Reag.: K.

Unterscheidung von Figuren ∴; ∴; ∴; ∴; ∴; ∴

Reaction auf ∴

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
19. I. 86	148.5	10	256.8	12	138.4	10	113.4
21. I. 86	146.5	10	241.7	9	151.8	9	92.6
25. I. 86	145.5	10	239.6	5	140.3	8	96.7

Reaction auf ∴

19. I. 86	148.0	8	250.9	11	150.8	10	101.5
21. I. 86	149.7	10	261.7	10	138.8	10	117.5
25. I. 86	142.1	10	255.1	12	148.1	10	110.0

Die Versuche mit denselben Figuren, wobei die Punkte auf kleinerem Raume angeordnet, wiederholt, ergaben:

Reaction auf ∴

29. I. 86	152.0	10	237.5	11	143.6	11	89.7
-----------	-------	----	-------	----	-------	----	------

Reaction auf ∴

29. I. 86	135.5	13	246.9	8	149.5	8	104.4
-----------	-------	----	-------	---	-------	---	-------

Reag.: B.Unterscheidung von Figuren $\therefore\therefore$; $\therefore\therefore$; $\therefore\therefore$; $\therefore\therefore$; $\therefore\therefore$; $\therefore\therefore$ Reaction auf $\therefore\therefore$

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
19. I. 86	176.5	8	276.2	8	167.5	9	104.2
21. I. 86	159.5	8	254.2	8	158.1	8	95.4
25. I. 86	143.9	7	243.0	9	143.7	8	99.2

Reaction auf $\therefore\therefore$

19. I. 86	182.8	10	267.0	8	179.6	10	85.8
21. I. 86	153.3	9	278.3	10	171.8	7	115.8
25. I. 86	154.6	9	210.1	10	166.1	9	59.8

Die Versuche mit denselben Figuren, wobei die Punkte auf kleinerem Raum angeordnet, ergaben:

Reaction auf $\therefore\therefore$

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
29. I. 86	177.3	9	254.8	10	169.1	9	81.6

Reaction auf $\therefore\therefore$

29. I. 86	178.8	8	266.5	8	166.1	9	94.1
-----------	-------	---	-------	---	-------	---	------

Die genügende Uebereinstimmung in den gegebenen Werthen spricht zunächst dafür, dass die nothwendigste Bedingung zur Erreichung correcter Resultate, die maximale Uebung im Unterscheiden erfüllt war. Nur bei B war im Beginn der Versuche die Uebung noch nicht hinreichend, wie sich aus dem Vergleiche früherer und späterer Versuchsreihen ergibt; doch wurde die Uebung bald erreicht, wie das Constantwerden der Resultate beweist.

Vergleicht man zunächst für die einfache Reactionszeit die erhaltenen Werthe untereinander, so ergibt sich, dass dieselben für die einfachen und complicirteren Figuren gleich oder wenigstens nahezu gleich sind. Nach unserer Auffassung und Ausführung der einfachen Reaction, wornach sich die Reactionsbewegung unmittelbar an den Anfang der Empfindung anschliesst, nicht an deren völlige Entwicklung, war dieses Resultat a priori zu erwarten. Das Verhalten des Bewusstseins ist hier eben für alle Fälle das gleiche: Ich reagire, sobald ich empfinde.

Für die Reactionen mit Unterscheidung ist ein allerdings nicht sehr erhebliches Wachsen der Werthe mit der abnehmenden Ein-

fachheit der Figuren unverkennbar. Dabei scheinen, wenn man aus dem kleinen Zahlenmaterial einen solchen Schluss ziehen darf, die Unterscheidungszeiten beider Beobachter beim Uebergang von Figuren aus 3 Punkten zu solchen aus 5 zusammengesetzten rascher zu wachsen, als beim Uebergang von Figuren mit 2 Punkten zu solchen mit 3.

Von der Unterscheidung der aus Punkten zusammengesetzten Figuren wandten wir uns zu den Versuchen über die Erkennung von (arabischen) Zahlzeichen. Und zwar wurde zuerst die Erkennung 1-stelliger, sodann 2- und 3-stelliger Ziffern geprüft. Wir erhielten so die in den folgenden Tabellen niedergelegten Resultate.

Reag.: K.

Unterscheidung einstelliger Ziffern:

1. 2. 3. 4. 6. 7. 8.

Reaction auf 2.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
1. II. 86	148.3	10	231.6	10	156.6	10	79.2

Reaction auf 7.

1. II. 86	145.3	10	224.7	9	143.9	10	80.1
-----------	-------	----	-------	---	-------	----	------

Reag. B.

Unterscheidung einstelliger Ziffern:

1. 2. 3. 4. 6. 7. 8.

Reaction auf 2.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
1. II. 86	169.6	8	243.5	9	166.3	9	75.6

Reaction auf 7.

1. II. 86	159.2	9	222.3	11	182.6	12	66.7
-----------	-------	---	-------	----	-------	----	------

Reag.: K.

Unterscheidung zweistelliger Ziffern:

25. 21. 23. 24. 35. 65.

Reaction auf 25.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
2. II. 86	137.0	10	240.9	8	138.2	10	103.3
2. II. 86	137.0	10	225.1	10	135.9	10	88.6
5. II. 86	155.7	10	237.7	8	146.9	10	86.4

Reaction auf 35.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
5. II. 86	136.2	8	236.8	11	157.6	9	83.9

Reag.: B.

Unterscheidung zweistelliger Ziffern:

25. 21. 23. 24. 35. 65.

Reaction auf 25.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
2. II. 86	156.4	9	257.1	11	139.4	8	109.2
2. II. 86	146.6	9	215.0	8	156.6	8	63.4
5. II. 86	154.8	9	245.8	10	154.3	9	91.3

Reaction auf 35.

5. II. 86	162.1	8	232.6	(?)	163.5	9	69.8
-----------	-------	---	-------	-----	-------	---	------

Reag.: K.

Unterscheidung dreistelliger Ziffern:

235. 253. 265. 325. 326. 352.

Reaction auf 235.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
8. II. 86	134.6	9	267.7	10	132.8	9	134.0
„	141.4	8	238.2	7	134.1	9	100.5
10. II. 86	123.9	11	258.0	10	140.9	9	125.6
„	138.9	10	248.9	9	151.3	10	103.8
12. II. 86	130.6	11	262.8	10	145.1	9	125.0
„	147.7	9	243.5	10	133.1	6	103.4
16. II. 86	127.3	8	264.5	10	144.7	8	128.5
„	127.3	8	256.6	10	146.5	9	119.7
18. II. 86	123.5	10	260.6	10	147.8	10	125.0
„	136.3	10	301.9	10	143.0	10	162.3
19. II. 86	139.0	9	304.9	10	148.5	10	161.2
„	156.7	10	280.6	10	151.1	10	152.7
22. II. 86	131.1	10	281.2	10	131.6	10	149.9
„	135.4	10	259.2	10	139.6	10	121.7

Reaction auf 235.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
23. II. 86	129.2	10	286.5	12	130.4	10	156.7
„	135.4	10	270.7	7	131.7	10	137.2
26. II. 86	133.8	11	278.6	14	152.2	10	135.6
„	148.7	9	275.5	10	138.0	10	132.2

Reag.: B.

Unterscheidung dreistelliger Ziffern:

235. 253. 265. 325. 326. 352.

Reaction auf 235.

Datum	ER	N	UR	N	ER	N	UZ
8. II. 86	156.8	8	243.5	8	161.8	8	84.2
„	166.8	9	260.6	9	184.0	9	85.2
10. II. 86	165.6	8	232.7	11	164.3	9	67.7
„	154.1	9	253.8	11	151.5	10	101.0
12. II. 86	141.5	8	240.6	8	151.5	9	94.1
„	153.8	8	254.7	8	164.8	9	95.4
16. II. 86	149.2	9	290.3	8	143.5	10	144.0
„	147.6	11	268.1	10	159.4	9	114.6
18. II. 86	160.0	7	258.6	9	150.1	10	103.1
„	165.6	10	274.6	10	162.0	9	110.8
19. II. 86	156.4	9	266.0	12	157.5	10	108.1
22. II. 86	140.7	10	244.6	11	141.2	10	103.7
„	153.1	10	243.0	9	156.9	12	88.0
23. II. 86	143.6	9	275.3	10	153.6	10	126.7
„	161.6	10	264.7	9	146.4	9	90.7
26. II. 86	165.8	10	285.4	10	167.2	10	118.9
„	169.9	9	279.1	8	161.2	9	113.6

Ein Ueberblick über vorstehende Zahlen lässt ähnliche Verhältnisse erkennen, wie sie sich bei der Unterscheidung von Figuren ergaben. Die einfachen Reactionszeiten zeigen bei allen Versuchen so ziemlich dieselbe Grösse; die Unterscheidungsreactionen und mit ihnen die Unterscheidungszeiten wachsen mit steigenden Ziffernstellen, wie aus der folgenden übersichtlichen Darstellung der Unterscheidungszeiten sich leicht erkennen lässt.

K.: Unterscheidungszeiten

von Figuren gebildet aus			von Ziffern		
2 Punkten	3 Punkten	5 Punkten	1-stellig	2-stellig	3-stellig
57.5	75.9	113.4	79.2	103.3	134.0
69.0	64.5	101.5	80.1	88.6	100.5
77.8	66.9	92.6		86.4	125.6
85.6	65.6	117.5		83.9	103.8
55.1	73.7	96.7			125.0
46.7	72.6	110.0			103.4
68.3		89.7			128.5
74.5		104.4			119.7
					125.0
					162.3
					161.2
					152.7
					149.9
					121.7
					156.7
					137.2
					135.6
					132.2
Mittel: 66.8	69.8	103.2	79.6	90.5	131.9

B.: Unterscheidungszeiten

von Figuren gebildet aus			von Ziffern		
2 Punkten	3 Punkten	5 Punkten	1-stellig	2-stellig	3-stellig
60.8	48.4	104.2	75.6	109.2	84.2
60.4	56.9	86.2	66.7	63.4	85.2
61.5	51.7	95.4		91.3	67.7
66.8	77.8	115.8		69.8	101.0
	58.8	99.2			94.1
	65.4	59.8			95.4
		81.6			144.0
		94.1			114.6
					103.1
					110.8
					108.1
					103.7
					88.0
					126.7
					90.7
					118.9
					113.6
Mittel: 62.3¹⁾	59.8	92.0	71.1	83.4	102.9

¹⁾ Die ersten Versuche, die, wie erwähnt, bei B in Folge unzureichender Uebung erheblich grössere Werthe ergaben, sind hier weggelassen.

Die grosse Zahl ähnlicher Versuche, welche im Laufe der letzten Jahre ausgeführt worden sind, macht es erforderlich zu prüfen, wie weit unsere Versuchsergebnisse mit denjenigen anderer Autoren übereinstimmen. Leider erweist sich ein solcher Vergleich deswegen nur in äusserst geringem Umfange als durchführbar, weil, wie zum Theil im Obigen schon angedeutet ist, Ziel und Methode solcher Versuche trotz äusserer Aehnlichkeit doch sehr verschieden waren. In voller Uebereinstimmung befinden sich die hier angestellten Versuche in dieser Hinsicht nur mit den älteren von v. KRIES und AUERBACH¹⁾, welchen sich die unsrigen gewissermassen als Fortsetzung anschliessen. Bei dem Vergleich mit diesen ist zu bemerken, dass die dort geprüfte allerleichteste optische Unterscheidung (Richtungs-Localisation) merklich schneller erfolgt, als die Erkennung selbst einfacher Figuren, dass aber im Ganzen die hier gefundenen Werthe sich den in jener älteren Arbeit aufgeführten recht gut anschliessen.

Was die von WUNDT und seinen Schülern ausgeführten Versuche über Erkennung von Zahlzeichen anlangt, so sind namentlich von FRIEDRICH²⁾ Werthe gefunden worden, welche die unsrigen sehr bedeutend übersteigen. Indessen liegt gerade hier der Grund für die mangelnde Uebereinstimmung zweifellos darin, dass bei der ganz anderen Einrichtung der Versuche auch ein ganz anderer Vorgang Gegenstand der Bestimmung war, wie bei den unsrigen. Versuche über die Erkennung von Zahlzeichen sind endlich noch von TIGERSTEDT und BERGQVIST³⁾ angestellt worden. Auch diese Autoren haben Resultate erhalten, welche zum Theil mit den unsrigen wenig in Uebereinstimmung zu sein scheinen. So heisst es bei ihnen (S. 37): „dass die wahre Apperceptionszeit für zwei- bis dreistellige Zahlen sehr kurz, ja so kurz ist, dass sie innerhalb der unvermeidlichen Versuchsvariationen fällt“. Es liegt indessen auch hier nur ein scheinbarer Widerspruch vor, und das auf den ersten Blick sehr auffallende Ergebniss von TIGERSTEDT und BERGQVIST erklärt sich bei der genaueren Betrachtung ihrer Versuchsweise. Sie arbeiteten nämlich mit einer Methode, welche sie die modificirte d-Methode nennen. Diese besteht darin, „dass man, ohne dass die Versuchsperson die Ordnung kennt, in welcher die verschiedenen Objecte ihr dargeboten werden, einen

¹⁾ v. KRIES und AUERBACH, du Bois-Reymond's Archiv, 1877.

²⁾ MAX FRIEDRICH, Ueber die Apperceptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen. WUNDT's Philosophische Studien II.

³⁾ TIGERSTEDT und BERGQVIST, Zeitschrift für Biologie, XIX.

einfachen Reiz mit zusammengesetzten Objecten wechseln lässt . . . Weil die Versuchsperson nicht vorher weiss, ob z. B. eine Zahl oder nur ein einfacher Lichtreiz hervortreten soll, kann sie die Reaction nicht früher ausführen, als sie sich von der Beschaffenheit des Eindrucks überzeugt hat Wenn ein Unterschied bei der Reactionszeit sich geltend macht, je nachdem ein einfacher Lichtreiz oder ein zusammengesetztes Object hervortritt, so kann dieser Unterschied nur darin seinen Grund haben, dass die Apperception eines zusammengesetzten Objectes eine längere Zeit erfordert, als die Apperception eines einfachen Lichtreizes.“

Was TIGERSTEDT und BERGQVIST hier ermitteln wollen, ist also gar nicht, wie lange Zeit von Beginn der Empfindung bis zur Erkennung einer Zahl vergeht, sondern wie viel die Erkennung einer Zahl länger als die Erkennung eines einfachen Lichtreizes dauert. Diese Differenz nennen sie die wahre Apperceptionszeit der zusammengesetzten Gesichtsvorstellung, eine Bezeichnungsweise, deren Discutirung hier unterbleiben kann. Jedenfalls also hat diese wahre Apperceptionszeit mit unserer Unterscheidungszeit nichts zu thun. Eher, scheint es, würde eine andere von TIGERSTEDT und BERGQVIST gleichfalls bestimmte Differenz mit unserer Zahl vergleichbar sein, nämlich die Differenz $dVR-ER$; ER bedeutet die einfache Reactionszeit, dVR aber die Reactionszeit, welche erhalten wird, wenn der Reagirende in der von WUNDT eingeführten Weise zwar jedesmal, aber immer erst nach Erkennung des Objects (in diesem Falle der Zahlen) zu reagiren hat. Die Verfasser finden, dass die durch die Differenz der $dVR-ER$ ausgedrückte Zeit für ein- bis dreistellige Zahlen nicht mehr als ungefähr 0,050 Sec. ausmacht. Dieser ungemein kleine Werth dürfte aber wohl kaum als zuverlässig angesehen werden können. Denn er ist mit all' den Bedenken behaftet, welche dieser WUNDT'schen Methode anhaften und welche theils von TIGERSTEDT und BERGQVIST selbst (a. a. O. S. 38), theils ausführlich von v. KRIES (a. a. O. S. 11) auseinandergesetzt sind. Es fehlt die Garantie, dass in den Unterscheidungsversuchen der Impuls zur Reaction wirklich, wie es die Aufgabe war, erst nach Erkennung des Zahlzeichens gegeben worden ist.

Auch die von den Verfassern nach der c-Methode angestellten Versuche lassen einen Vergleich mit den unsrigen nicht ohne Weiteres zu. Denn es wurde hier zwar ähnlich wie bei uns die Unterscheidung dadurch garantirt, dass auf gewisse Reize reagirt und auf andere nicht reagirt wurde. Da aber die Verfasser hier zusammen-

gesetzte Reize mit einfachen abwechseln liessen, so wurde (so scheint es wenigstens) nur die Unterscheidung des Zahlzeichens von einfachen Lichtreizen, nicht aber die Unterscheidung einer Zahl von anderen Zahlen (was man doch gewöhnlich unter der Erkennung einer Zahl versteht) gefordert. Es zeigt sich gerade bei diesen Versuchen sehr deutlich, dass es erforderlich ist, die „Apperceptionszeit“ eines bestimmten Objects nicht für einen hinlänglich bestimmten Begriff zu halten, sondern genau im Auge zu behalten, was daran erkannt, von welchen andern Objecten es unterschieden wird.

Die soeben besprochene Arbeit von TIGERSTEDT und BERGQVIST unterscheidet sich von den früheren und den meisten späteren den gleichen Gegenstand behandelnden Untersuchungen in einer Beziehung, welche hier noch eingehender besprochen werden soll, nämlich dadurch, dass die Berechnung der arithmetischen Mittelwerthe vermieden wird. Die Verfasser setzten an Stelle dieser Berechnung eine Art statistischer Methode.

Diese Methode, die stets ein grösseres Zahlenmaterial erfordert, besteht darin, dass sämtliche derselben Versuchsreihe angehörigen Bestimmungen der Grösse nach in Gruppen geordnet werden, in denen die am weitesten auseinander liegenden Werthe eine passend zu wählende Differenz nicht überschreiten.

Hieraus berechneten TIGERSTEDT und BERGQVIST das Vorkommen der ungleich grossen Bestimmungen in Procenten der Gesamtzahl derselben. Ein Hauptvortheil dieser Methode ist darin zu erkennen, dass sie die Aufnahme sämtlicher Bestimmungen ohne jede willkürliche Streichung gestattet und die in den Bereich des Fehlerhaften fallenden sofort an ihrer relativen Seltenheit als solche erkennen lässt. Die Gruppierung ermöglicht ausserdem eine rasche und leichte Uebersicht über sämtliche Bestimmungen und lässt das Häufigkeitsmaximum scharf hervortreten. Bei hinreichendem Zahlenmaterial lässt sich annehmen, dass derjenige Werth, der am häufigsten vorkommt, der bestcharakterisirte, am wenigsten durch Zufälligkeiten beeinflusste ist und sich auch für die Vergleichung verschiedener Reactionszeiten am besten eignet. Es würde sich also wohl empfehlen, bei Versuchen solcher Art auf die Häufigkeitsmaxima ganz vorzugsweise sein Augenmerk zu richten.

Ich habe aus diesem Grunde auch unsere Versuche über die Erkennung von Zahlen nach der statistischen Methode behandelt.

Die folgenden Tabellen geben sämtliche Unterscheidungsreactionen für dreistellige Ziffern nach der statistischen Methode geordnet.

v. K.

Gesammtzahl der Unterscheidungsreactionen: 179.

Davon liegen

unter 200 ϵ	0
zwischen 200 — 220	6
„ 220 — 240	17
„ 240 — 260	45
„ 260 — 280	49
„ 280 — 300	34
„ 300 — 320	19
„ 320 — 340	5
„ 340 — 360	4
	<hr/>
Summe:	179.

B.

Gesammtzahl der Unterscheidungsreactionen: 162.

Davon liegen

unter 200 ϵ	4
zwischen 200 — 220	12
„ 220 — 240	26
„ 240 — 260	42
„ 260 — 280	42
„ 280 — 300	18
„ 300 — 320	12
„ 320 — 340	6
„ 340 — 360	0
	<hr/>
Summe:	162.

Man erkennt sofort aus den Tabellen, dass das Häufigkeitsmaximum sehr annähernd dem arithmetischen Mittel entspricht, so dass die Berechtigung das letztere für den gesuchten Zeitwerth zu nehmen nicht bestritten werden kann. Auch ist gelegentlich ähnlicher Versuche über die Unterscheidung von Farben von v. KRIES dies annähernde Zusammenfallen von Häufigkeitsmaximum und arithmetischem Durchschnittswerth sämtlicher Bestimmungen nachgewiesen worden; es dürfte daher nicht unzulässig sein, bei Versuchen der in Rede stehenden Art an die arithmetischen Mittel sich zu halten, wenigstens wenn man, wie wir es gethan haben und wie ja auch die Mehrzahl der Autoren für geboten gehalten hat, die offenbar verlängerten Werthe von der Berechnung ausschliesst.

Ganz abgesehen indessen von dieser gewissermassen praktischen Frage schien es von Interesse, in einer eigens darauf gerichteten Untersuchung einmal das Fehlergesetz derartiger Versuche zu untersuchen, d. h. zu prüfen, mit welcher relativen Häufigkeit grössere und kleinere Abweichungen von einem bestimmten, dem häufigsten Werthe, in einer sehr grossen Zahl von Versuchen vorzukommen pflegen. Von vorn herein kann hier weder die Giltigkeit des GAUSS'schen Fehlergesetzes, noch auch nur das Zusammenfallen des Häufigkeitsmaximums mit dem arithmetischen Mittel sämtlicher Versuche als selbstverständlich angesehen werden. Denn auf beides ist, wie bekannt, nur dann zu rechnen, wenn es in der Natur jedes „Elementarfehlers“ liegt, eben sowohl in positiver wie in negativer Richtung sich geltend machen zu können. Bei den Reactionsversuchen ist eher im Gegentheile zu erwarten, dass eine Anzahl Fehlerquellen vorhanden sind, welche gelegentlich die Reactionszeit verlängern, nicht aber in ähnlicher Weise verkürzen können. Ein solches Verhältniss wird sich dadurch kundgeben müssen, dass die relative Häufigkeit der verschiedenen Werthe sich zu dem Häufigkeitsmaximum unsymmetrisch gruppirt.

Eine Prüfung des Fehlergesetzes erfordert natürlich eine sehr grosse Zahl von Einzelversuchen, welche alle unter möglichst gleichen Umständen ausgeführt sein müssen. Wir haben eine derartige Ermittlung zunächst nur für einfache Reaction (ohne Unterscheidung) und zwar auf akustische Signale gemacht. Als Reiz diente der Knall, der in einem Telephon durch die Unterbrechung eines Stromes erzeugt wurde. Im Uebrigen war die Technik der Versuche dieselbe, wie in den oben beschriebenen.

In den folgenden Tabellen ist die Zeit angegeben in Millimetern der Trommelperipherie. Da der Beobachtende sorgfältig die Geschwindigkeit der rotirenden Trommel regulirte, konnte diese als constant angenommen werden, zumal für Versuche, bei denen es sich weniger um Eruirung absoluter Werthe als um ihre Relation handelte.

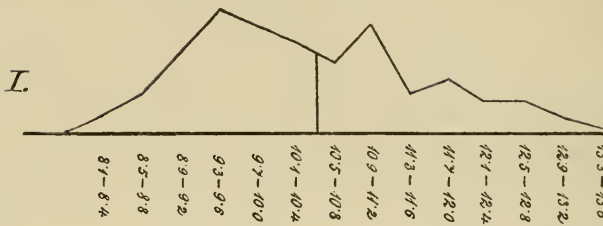
Die Resultate einer ersten Reihe von 110 Einzelversuchen zeigt Tabelle I.

Tabelle I.

Von 110 Bestimmungen lagen

zwischen	8.1— 8.4	2
„	8.5— 8.8	5
„	8.9— 9.2	11
„	9.3— 9.6	16

zwischen	9.7—10.0	14
„	10.1—10.4	12
„	10.5—10.8	9
„	10.9—11.2	14
„	11.3—11.6	5
„	11.7—12.0	7
„	12.1—12.4	4
„	12.5—12.8	4
„	12.9—13.2	2
„	13.2—13.6	1
über	13.6	4



Figur I.

Das arithmetische Mittel aus sämtlichen 110 Bestimmungen beträgt 10.6.

Das Maximum der Häufigkeit würde etwa bei 9.6 liegen. Doch ist offenbar diese Versuchsreihe nicht ganz zuverlässig oder durch einen besonderen Zufall gestört, wie aus dem nochmaligen Ansteigen der Curve bei dem Intervall 10.9—11.2 hervorgeht.

Eine andere Versuchsreihe mit 157 Einzelversuchen ergab folgendes Resultat:

Tabelle II.

Von 157 Bestimmungen lagen

unter	8.3	3
zwischen	8.3— 8.6	7
„	8.7— 9.0	15
„	9.1— 9.4	12
„	9.5— 9.8	18
„	9.9—10.2	34
„	10.3—10.6	16
„	10.7—11.0	13
„	11.1—11.4	8
„	11.5—11.8	8
„	11.9—12.2	4

zwischen	12.3—12.6	2
„	12.7—13.0	2
„	13.1—13.4	5
„	13.5—13.8	3
„	13.9—14.2	3
über	14.2	4

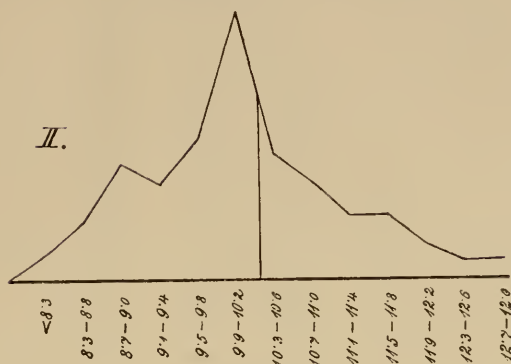


Fig. II.

Der Mittelwerth sämmtlicher 157 Bestimmungen beträgt 10.4.

Das Häufigkeitsmaximum findet sich etwa bei 10.0. Zum Zwecke leichter Uebersicht sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihen in Fig. 1 und 2 graphisch dargestellt, und zwar so, dass die in den Abscissen markirten, um 5 mm von einander abstehenden Punkte die darunter bezeichneten Zeitintervalle bedeuten, die Höhe der darauf aufgetragenen Ordinate der Zahl derjenigen Versuche entspricht, deren Resultat in dieses Intervall fiel. Die starke vertikale Linie giebt die Lage des arithmetischen Mittels sämmtlicher Versuche an.

Eine Uebersicht über diese Zahlen oder noch besser ein Blick auf die graphische Darstellung derselben lässt deutlich hervortreten, dass arithmetisches Mittel und Häufigkeitsmaximum nicht unerheblich differiren. Das arithmetische Mittel ergiebt beidemale einen längeren Zeitwerth, sofern es wenigstens mit Berücksichtigung sämmtlicher Einzelwerthe gebildet wird. Aber auch die Streichung einiger sehr langer Werthe, welche vielleicht schon als unrichtig gelten könnten, würde diese Differenz nicht zum Verschwinden bringen, welche vielmehr schon innerhalb der normalen Versuchsbreite deutlich ausgeprägt ist. In der Tabelle II müsste man z. B. alle über 12.5 liegenden 18 Werthe, also nahezu 12 %, streichen, um den Mittelwerth auf 10.0 zu erniedrigen und zur Coincidenz mit dem Häufigkeitsmaximum zu bringen, was natürlich eine durchaus unzulässige Berechnungsweise sein würde.

Eine Reihe mit einer noch grösseren Zahl von Einzelversuchen zeigt die Tabelle III.

Tabelle III.

Von 329 Bestimmungen lagen

unter	7.4	1
zwischen	7.4— 7.8	2
„	7.9 — 8.3	14
„	8.4— 8.8	31
„	8.9— 9.3	69
„	9.4— 9.8	69
„	9.9—10.3	40
„	10.4—10.8	32
„	10.9—11.3	21
„	11.4—11.8	15
„	11.9—12.3	10
„	12.4—12.8	6
„	12.9—13.3	5
„	13.4—13.8	3
„	13.9—14.3	1
„	14.4—14.8	5
„	14.9—15.3	2
„	15.4—15.8	2
über	15.8	1

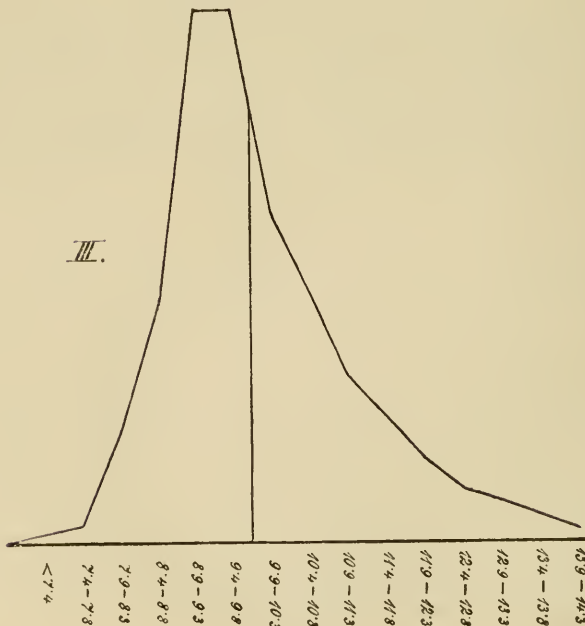


Fig. III.

Der Mittelwerth sämmtlicher 329 Bestimmungen ist 9.8, das Häufigkeitsmaximum 9.3 — 9.4. Bei Streichung der 8 oberhalb 14.5 gelegenen Werthe, also bei Streichung von 2.4% der Bestimmungen erniedrigt sich das arithmetische Mittel auf 9.4, fällt also mit dem Häufigkeitsmaximum zusammen.

Die Versuche zeigen also in der That, dass bei den einfachen Reactionen das arithmetische Mittel mit dem Häufigkeitsmaximum nicht genau zusammenfällt, sondern durchweg länger ist. Auch ist der Grund hierfür in der unsymmetrischen Gestaltung der Häufigkeitscurven leicht zu erkennen. Dieselben sinken von ihrem Gipfel nach links (nach der Seite der kürzeren Reactionszeit) viel schneller ab als nach rechts, der Seite der verlängerten Reactionszeit. Es bestätigt sich also hierin die oben schon angedeutete Annahme, dass eine Anzahl gelegentlich sich geltend machender Fehlerquellen vorhanden sind, welche die Reactionszeit verlängern, nicht aber in gleicher Weise verkürzen können. Es kann, kurz gesagt, von einer Unsymmetrie der Fehlerquellen gesprochen werden. Es ist wohl zu vermuthen, dass für Unterscheidungsversuche das gleiche Ergebniss sich noch deutlicher herausstellen wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Bartenstein Julius

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Reactionszeiten. 209-231](#)