

# Untersuchungen über den Zeitsinn.

Von

**Julius Kollert.**

---

Die experimentellen Thatsachen hinsichtlich des Zeitsinnes, wie sie durch die Versuche von Vierordt<sup>1)</sup> und von Mach<sup>2)</sup> festgestellt worden sind, bedürfen einerseits einer wiederholten Bestätigung, andererseits erscheint auch eine Verbesserung der Versuchsmethoden wünschenswerth. Man kann nämlich den Vierordt'schen Versuchen den Vorwurf machen, dass sie nicht unter den einfachsten Bedingungen angestellt worden sind, indem seine Methode<sup>3)</sup> jedenfalls von physiologischen Einflüssen nicht frei ist. Auch ist die zwischen Empfindung und Reproduction liegende Zwischenzeit genau anzugeben und der Einfluss, den ihre Aenderung auf den Verlauf der Erscheinungen ausübt, sorgfältig durch das Experiment festzustellen. Die Mach'schen Versuche hingegen, welche nach der Methode der eben merklichen Unterschiede angestellt worden sind, zeigen unter einander und mit den Resultaten Vierordt's nur geringe Uebereinstimmung, wie eine Zusammenstellung derselben<sup>4)</sup> lehrt.

Auf Vorschlag des Herrn Professor Wundt und unter dessen Leitung wurde demzufolge im Sommersemester 1880 und im Wintersemester 1880/81 eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Bearbeitung den Gegenstand dieser Abhandlung bildet.

## 1. Anordnung der Versuche.

Die Versuche wurden sämmtlich nach der Methode der eben merklichen Unterschiede ausgeführt, nachdem eine Reihe von Versuchen,

1) Vierordt, Der Zeitsinn nach Versuchen, Tübingen 1868.

2) Mach, Sitzungsber. der Wiener Akademie, 1865, Bd. 51.

3) Vierordt, Der Zeitsinn etc., S. 31 ff.

4) Wundt, Grundz. d. physiol. Psychologie, 1. Aufl., S. 785. (2. Aufl. II. S. 290.)

welche in derselben Anordnung nach der Methode der richtigen und falschen Fälle angestellt wurden, die Unsicherheit und Unanwendbarkeit dieser Methode, wenigstens bei der von uns benutzten Versuchsanordnung, hinreichend deutlich bewiesen hatte.

Zur Erzeugung der Normalzeit und der Vergleichszeit wurden zwei Metronome<sup>1)</sup> benutzt, welche mittelst kleiner, an den oberen Enden der Pendelstangen angebrachter Eisenanker durch Elektromagnete arretirt werden konnten. Die momentane Oeffnung der Ströme in den Elektromagneten bewirkte einen Hin- und Hergang der Pendel, d. h. je zwei Schläge oder einen Takt der Metronome. Das eine Metronom gab in dieser Weise immer die Normalzeit  $t$ ; sein Laufgewicht blieb während einer jeden einzelnen Versuchsreihe unverrückt stehen. Das andere Metronom markirte ebenso nach einer beliebig langen Zwischenpause  $\delta$  die Vergleichszeit  $\vartheta$ ; sein Laufgewicht wurde nach jedem einzelnen Versuche verschoben und dadurch die Vergleichszeit geändert.

Die Beobachtungen wurden nun in der Weise angestellt, dass in jeder einzelnen Versuchsreihe erst die Normalzeit  $t$ , dann nach der Pause  $\delta$  die Vergleichszeit  $\vartheta$  angegeben wurde. In einem ersten Versuch wurde  $\vartheta = t$  genommen. In den folgenden Versuchen wurde  $\vartheta$  durch Verschiebung des Laufgewichtes ein wenig verkürzt, resp. verlängert, und es wurde diese Verkürzung, resp. Verlängerung so lange fortgesetzt, bis die Vergleichszeit allen Reagirenden deutlich kleiner, resp. größer als die Normalzeit erschien. Nachdem diese Grenze erreicht war, wurde das Laufgewicht des die Vergleichszeit gebenden Metronoms allmählich wieder zurückgeschoben, bis für alle Reagirende der Unterschied zwischen Normal- und Vergleichszeit wieder zu Null geworden war. Zur besseren Erläuterung sei eine solche Versuchsreihe hier angeführt:

Normalzeit  $t = 0.400$

Vergleichszeit  $\vartheta = 0.400 \quad 0.380 \quad 0.350 \quad 0.320 \quad 0.350 \quad 0.380 \quad 0.400$

Urtheil  $\quad$  gleich kleiner kl.  $\quad$  kl.  $\quad$  kl.  $\quad$  kl.  $\quad$  gleich

1) Die Schwingungsdauern der Metronome waren sorgfältig für die einzelnen Stellungen der Laufgewichte bestimmt worden, und es waren außer den größeren Gewichten noch kleine, verschiebbare Messingklemmen angebracht, mittelst deren es ermöglicht wurde, die Normalzeiten genau herzustellen.

Vergleichszeit $\mathcal{S} = 0.400$	$0.423$	$0.447$	$0.476$	$0.500$	$0.536$	$0.500$
Urtheil	gleich	gl.	gl.	gl.	größer	gr. gr.
Vergleichszeit $\mathcal{S} = 0.476$	$0.447$	$0.400$				
Urtheil	gleich	gl.	gl.			

Man erhielt also, wie aus diesem Beispiel ersichtlich, aus jeder Versuchsreihe vier Werthe der Vergleichszeit, die sich zu je zwei zusammengruppiren, nach dem Schema:

$$\text{kleiner} \text{---} \text{wieder gleich, größer} \text{---} \text{wieder gleich,}$$

und die arithmetischen Mittel

$$\frac{\text{kleiner} + \text{wieder gleich}}{2} \quad \text{und} \quad \frac{\text{größer} + \text{wieder gleich}}{2},$$

d. h. aus den übermerklich und den nicht mehr merklich von  $t$  verschiedenen Werthen der Vergleichszeit, wurden mit  $\mathcal{S}_1$  und  $\mathcal{S}_2$  bezeichnet; dieselben stellen diejenigen Vergleichszeiten dar, welche ebenmerklich kleiner, resp. größer als die Normalzeit erscheinen.

Es wurde übrigens in sämmtlichen hier beschriebenen Versuchen  $\delta = t$  genommen, so dass also eigentlich in jedem einzelnen Versuche drei Takte vorlagen, deren letzter so lange verändert wurde, bis er vom ersten merklich verschieden, resp. ihm wieder gleich erschien.

## 2. Resultate der Beobachtungen.

In der soeben besprochenen Weise wurden die Normalzeiten  $t = 0.4, 0.5, 0.7, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5$  <sup>1)</sup> Secunden untersucht. Als Reagirende theilnahmen bei diesen Versuchen außer dem Herrn Professor Wundt und mir die Herren Schmerler, Lamprecht, Modrach, Tischer und Herrmann.

Die folgenden Zahlenangaben enthalten die Differenzen  $\mathcal{S}_1 - t = d_1$  und  $\mathcal{S}_2 - t = d_2$ , von denen selbstverständlich erstere negativ, letztere positiv ausfallen. Bildet man ferner aus  $\mathcal{S}_1$  und  $\mathcal{S}_2$  das arithmetische Mittel  $T = \frac{\mathcal{S}_1 + \mathcal{S}_2}{2}$ , so ist  $T$  diejenige Zeit, welcher in unserem Bewusstsein die Normalzeit  $t$  äquivalent ist; wir wollen demzufolge  $T$  als den mittleren Schätzungswerth der Normalzeit  $t$  bezeichnen.

1) Die Zahl 1.5 ist unsicher und jedenfalls zu klein; außerdem liegen für diese Zeit viel weniger Beobachtungen vor, als für die übrigen. Diese Umstände veranlassten mich, bei den Rechnungen diese Versuche auszuschließen.

Derselbe ist im Allgemeinen der wirklich empfundenen Zeit  $t$  durchaus nicht gleich, sondern es erscheint in unserer Reproduction jede gegebene Zeit  $t$  mit einem constanten Fehler behaftet, der an einem gewissen Indifferenzpunkt den Werth null erreicht, für kleinere Zeiten dagegen positiv, für größere negativ ausfällt, ein Ergebniss, welches im Allgemeinen mit dem von Vierordt<sup>1)</sup> gefundenen übereinstimmt. Diesen constanten Fehler, den wir den mittleren Schätzungsfehler nennen wollen, bezeichnen wir mit  $\mathcal{A}$ , setzen also  $\mathcal{A} = T - t$ . Verkleinert, resp. vergrößert man den mittleren Schätzungswerth  $T$  um die Größe  $D = \frac{d_2 - d_1}{2}$ , so erhält man die Werthe  $\mathfrak{S}_1$  resp.  $\mathfrak{S}_2$ , d. h. diejenigen Zeiten, welche eben merklich kleiner, resp. größer als die Normalzeit  $t$  erscheinen. Aus dem Vorhandensein dieses mittleren Schätzungsfehlers  $\mathcal{A}$  erklärt sich auch leicht der an sich merkwürdige Umstand, dass bei kleinen Zeiten nur eine geringe Verkürzung, bei großen dagegen nur eine geringe Verlängerung der Vergleichszeit nöthig ist, um diese als von der Hauptzeit verschieden erkennen zu lassen, dass man dagegen bei einer kleinen Zeit die Vergleichszeit erheblich verlängern und bei einer großen dieselbe erheblich verkürzen kann, ehe sich ein Unterschied bemerkbar macht; es ist im letzteren Falle eben gleichsam der Schätzungsfehler  $\mathcal{A}$  noch mit zu überwinden, während derselbe im ersteren Falle zu Hülfe kommt.

Bei der Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse ergab sich nun ein eigenthümlicher Umstand, den ich vorerst noch erwähnen muss. Es sondern sich nämlich die Beobachtungen deutlich in zwei Gruppen, die unter sich eine gute Uebereinstimmung zeigen, von denen jedoch die eine, welche allerdings nicht ganz den vierten Theil der gesammten Beobachtungen umfasst und in Folge dessen als Gruppe der anomalen Versuche bezeichnet werden soll, ungefähr da ein Maximum von  $\mathcal{A}$  aufweist, wo die andere, die Gruppe der normalen Versuche, den Werth  $\mathcal{A} = 0$  liefert, d. h. ihren Indifferenzpunkt besitzt. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Verhältnisse der Anzahlen der normalen und der anomalen Versuche zu einander bei den verschiedenen Normalzeiten  $t$ , und der Gesammtzahl der normalen Versuche zu der der anomalen überhaupt:

1) Vierordt, Der Zeitsinn etc., S. 39. ff.

$t =$	Zahl d. norm. V. =	Zahl d. anom. V. =	Gesammtz. d. V. =
0.4	17	9	26
0.5	21	11	32
0.7	25	5	30
0.8	20	7	27
1.0	17	7	24
1.2	25	3	28
(1.5)	8	0	8)

Gesammtz. aller V. 133

42

175

Das relativ größte Contingent zu den anomalen Versuchen liefern somit die kleinsten Zeiten 0.4 und 0.5 Secunden, und dies erklärt sich wohl zum Theil daraus, dass hier ein nicht genaues Einhalten der richtigen Zwischenzeit  $\delta = t$  seitens des Experimentirenden sich als von bei weitem größerem Einfluss erwies, als bei den längeren Zeiten. Was das Vorkommen der anomalen Versuche überhaupt betrifft, so sind im Allgemeinen gewisse Beobachtungstage vorwiegend davon betroffen, es treten jedoch auch in sonst ganz normal verlaufenden Beobachtungsreihen plötzlich in völlig unregelmäßiger Weise solche auf. Es ist mir nicht möglich, eine Erklärung für diese Anomalien zu geben.

### a. Die Normalversuche.

Ich wende mich zunächst zur Betrachtung der Normalversuche und gebe an erster Stelle eine tabellarische Uebersicht über die für die Differenzen  $d_1$  und  $d_2$  und für den mittleren Schätzungsfehler  $\mathcal{A}$  erhaltenen Zahlenwerthe:

$t =$	$d_1 =$	$\overset{W}{d_2} =$	$\mathcal{A} =$	$d_1 =$	$\overset{S}{d_2} =$	$\mathcal{A} =$
0.4	— 0.023	+ 0.106	+ 0.041	— 0.008	+ 0.079	+ 0.035
0.5	0.053	0.106	0.026	0.037	0.096	0.029
0.7	0.043	0.057	0.007	0.034	0.046	0.006
0.8	0.072	0.075	0.001	0.052	0.060	0.004
1.0	0.101	0.085	— 0.008	0.083	0.030	— 0.026
1.2	0.214	0.066	0.074	0.186	0.089	0.048
(1.5)				(0.431	0.023	0.204)

$t =$	$d_1 =$	$\overset{L}{d_2} =$	$\mathcal{A} =$	$d_1 =$	$\overset{M}{d_2} =$	$\mathcal{A} =$
0.4	— 0.037	+ 0.097	+ 0.030	— 0.002	+ 0.070	+ 0.034
0.5	0.037	0.112	0.037	0.020	0.085	0.032
0.7	0.063	0.059	— 0.002	0.029	0.053	0.012
0.8	0.093	0.038	0.028	0.075	0.049	— 0.013
1.0	0.124	0.061	0.031	0.083	0.036	0.024
1.2	0.203	0.098	0.052	0.164	0.043	0.060
(1.5)	(0.398	0.027	0.185)			

$t =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	- 0.015	+ 0.118	+ 0.051	- 0.020	+ 0.088	+ 0.034
0.5	0.060	0.116	0.028	0.065	0.107	0.021
0.7	0.045	0.072	0.013	0.021	0.048	0.013
0.8	0.080	0.069	- 0.005	0.052	0.038	- 0.007
1.0	0.113	0.100	0.006	0.123	0.073	0.025
1.2	0.197	0.110	0.043			
(1.5)	(0.425	0.010	0.207)			

$t =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	- 0.020	+ 0.073	+ 0.026
0.5	0.039	0.063	0.012
0.7	0.071	0.048	- 0.011
0.8	0.085	0.092	+ 0.003
1.0	0.123	0.055	- 0.034
1.2	0.272	0.036	0.118

Hierzu ist zu bemerken, dass von mir selbst nur relativ wenige Beobachtungsreihen vorliegen, da ich bei den Versuchen meist als Experimentirender betheiligt war, und dass auf die Herren Tischer und Herrmann nur je eine Beobachtungsreihe kommt. Diesem Umstande ist bei der Berechnung der Mittelwerthe Rechnung getragen worden, indem dieselben nicht unmittelbar aus den angeführten Zahlen, sondern aus sämmtlichen einzelnen Beobachtungsreihen gezogen worden sind. Diese Mittelwerthe sind die folgenden :

$t =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	- 0.018	+ 0.090	+ 0.036
0.5	0.044	0.098	0.026
0.7	0.044	0.055	0.005
0.8	0.073	0.060	- 0.006
1.0	0.107	0.063	0.022
1.2	0.206	0.074	0.066
(1.5)	(0.415	0.020	0.199)

Es lassen sich nun die Mittelwerthe des mittleren Schätzungsfehlers  $\Delta$  sehr genau durch eine Gleichung wiedergeben von der Form :

$$\Delta = a - b e^t$$

wo  $a$  und  $b$  numerische Constanten,  $e$  die Basis des natürlichen Logarithmensystems ( $e = 2.7183$ ) bedeuten. Die Constanten  $a$  und  $b$  wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, wobei die einzelnen Versuchsreihen ihren Gewichten nach, als welche in diesem Falle einfach die aus der Tabelle S. 82 zu ersiehenden Anzahlen der

Versuche zu setzen sind, in Rechnung gezogen wurden. Es ergab sich  $a = 0.1021$ ,  $b = 0.0480$ , so dass also

$$\mathcal{A} = 0.1021 - 0.0480 e^t$$

wird. Die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung erkennt man aus folgender Zusammenstellung:

$t$	$\mathcal{A}$ (beob.)	$\mathcal{A}$ (ber.)	$\mathcal{A}$ (beob.) - $\mathcal{A}$ (ber.)
0.4	+ 0.036	+ 0.031	+ 0.005
0.5	0.026	0.024	0.002
0.7	0.005	0.005	0.000
0.8	- 0.006	- 0.005	- 0.001
1.0	0.022	0.028	+ 0.006
1.2	0.066	0.057	- 0.009
(1.5)	(0.199	0.114	- 0.085)

Die Zahl 1.5 ist mehrere zehntel Secunden zu klein, wie spätere Vergleichen zeigen. Indessen war es leider wegen an den Metronomen vorgenommener Aenderungen nicht mehr möglich, sie

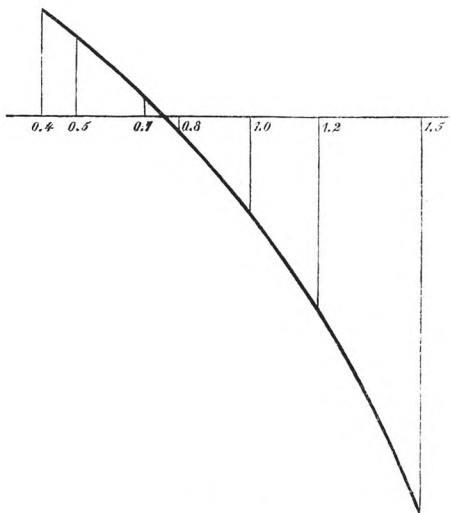


Fig. 1.

nochmals genau zu bestimmen. Infolge dessen ist die thatsächliche Abweichung dieser Beobachtung von der Rechnung erheblich geringer, als sie in obiger Tabelle erscheint. Zu dem Werthe  $\mathcal{A} = -0.199$  würde der Formel nach die Zeit  $t = 1.836$  Secunde gehören. Die  $\mathcal{A}$  lassen sich graphisch darstellen als Ordinaten einer Curve, deren Abscissen die Größen  $t$  sind. Diese Curve der  $\mathcal{A}$  ist in der nebenstehenden Figur dargestellt. Zu dieser Figur ist zu bemerken, dass für die Abscissen  $t$   $0.01 \text{ sec.} = \frac{1}{2} \text{ mm}$ , für die Ordinaten  $\mathcal{A}$   $0.001 \text{ sec.} = \frac{1}{2} \text{ mm}$  gemacht worden ist, so dass also die Ordinaten in Wirklichkeit nur den zehnten Theil der in der Figur gegebenen Größe betragen. Diese Vergrößerung ist nur der Uebersichtlichkeit wegen vorgenommen worden.

Die Formel liefert für  $\Delta = 0$  den Werth  $t = 0.755$  Sec. Diese Zeit würde somit den Indifferenzpunkt bezeichnen, an dem die empfundene Zeit mit ihrem Schätzungswerthe übereinstimmt. Diese Lage des Indifferenzpunktes stimmt übrigens sehr genau mit der überein, welche eine Anzahl von direct behufs Ermittlung des Indifferenzpunktes angestellten Versuchen ergab. Es bewahrheitet sich ferner die schon oben gemachte Bemerkung, dass die Zeiten unterhalb des Indifferenzpunktes zu groß, oberhalb desselben zu klein geschätzt werden.<sup>1)</sup>

Drückt man die Differenzen  $d_1$  und  $d_2$  in Procenten der Normalzeit aus, bildet man also die Größen  $100 \cdot \frac{d_1}{t}$  und  $100 \cdot \frac{d_2}{t}$ , ohne jedoch dabei auf das negative Vorzeichen von  $d_1$  Rücksicht zu nehmen, so ergibt sich für die Mittelwerthe folgende Zusammenstellung :

$t =$	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	(1.5)
$100 \cdot \frac{d_1}{t} =$	4.5	8.8	6.3	9.1	10.7	17.2	(27.7)
$100 \cdot \frac{d_2}{t} =$	22.5	19.6	7.9	7.5	6.3	6.2	(1.3)

Aus dieser Tabelle erkennt man noch deutlicher, als aus den absoluten Werthen von  $d_1$  und  $d_2$ , das allmähliche Anwachsen der  $d_1$  und die diesem parallel gehende Abnahme der  $d_2$  mit wachsender Normalzeit, eine Erscheinung, die schon S. 81 erwähnt und erklärt worden ist. Wichtiger noch sind die reciproken Werthe dieser Größen, da denselben die Unterschiedsempfindlichkeit unseres Zeitsinns proportional ist. Diese reciproken Werthe geben uns also sofort Maßzahlen für die Unterschiedsempfindlichkeit. Um aber nicht zu kleine Zahlen dafür zu erhalten, multipliciren wir diese Werthe mit 100, d. h. wir nehmen als Maßzahlen für die Unterschiedsempfindlichkeit die Zahlen  $\frac{t}{d_1}$  und  $\frac{t}{d_2}$  und bezeichnen dieselben resp. mit  $E_1$  und  $E_2$ . Dann ergibt sich :

$t =$	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	( 1.5)
$E_1 =$	22.2	11.4	15.9	11.0	9.3	5.8	( 3.9)
$E_2 =$	4.4	5.1	12.7	13.3	15.9	16.2	(75.0)

Es ist hieraus zu ersehen, wie mit wachsender Normalzeit die Unterschiedsempfindlichkeit für Verkleinerung rasch ab-, für Vergrößerung dagegen zunimmt. Am Indifferenzpunkt sind natürlich beide einander gleich.

<sup>1)</sup> Es bedarf wohl kaum der ausdrücklichen Bemerkung, dass übrigens die obige Formel nur innerhalb der Zeitgrenzen, die in dieser Untersuchung eingehalten wurden, Gültigkeit beanspruchen kann.



Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Unterschiedsempfindlichkeit unseres Zeitsinns überhaupt ist eine Größe, die ich als mittlere Unterschiedsempfindlichkeit bezeichnen und durch die Gleichung  $E_m = \frac{t}{D}$  definiren will, wo  $D$  die schon oben (S. 81) durch die Gleichung  $D = \frac{d_2 - d_1}{2}$  definirte Größe ist, d. h. derjenige Werth, um den man den mittleren Schätzungswerth  $T$  einer gegebenen Normalzeit  $t$  vermindern resp. vermehren muss, um zu den eben merkbar verschiedenen Vergleichszeiten  $\mathcal{G}_1$  und  $\mathcal{G}_2$  zu gelangen. Es ergeben sich für  $E_m$  die folgenden Werthe, wobei an Stelle der unrichtigen Zahl 1.5 die aus der Formel für  $\mathcal{A}$  berechnete 1.836 gesetzt worden ist.

$t = 0.4$	$0.5$	$0.7$	$0.8$	$0.1$	$1.2$	$1.836$
$E_m = 7.4$	$7.1$	$14.3$	$13.6$	$11.8$	$8.6$	$8.4$

Der Verlauf der Werthe  $E_m$  lässt sich graphisch etwa durch die in Fig. 2 dargestellte Curve versinnlichen, wobei für die Abscissen

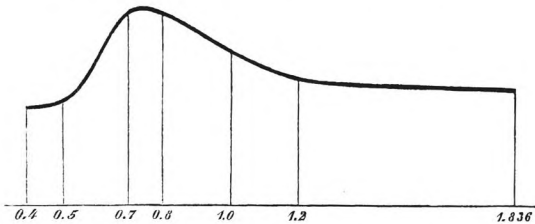


Fig. 2.

$t$  wieder  $0.01 \text{ sec.} = \frac{1}{2} \text{ mm}$  ist, während als Maßeinheit für die Größen  $E_m$   $2 \text{ mm}$  genommen worden ist. Es ist hiernach die mittlere Unterschiedsempfindlichkeit unseres Zeitsinns ein Maximum für den Indifferenzpunkt  $t = 0.755$  Sekunden und nimmt nach der Seite der kleineren Zeiten hin rasch, nach der Seite der größeren Zeiten dagegen langsamer ab, so dass von  $1.2$  Sekunden ab die Curve der Abscissenaxe ziemlich parallel läuft. —

Die individuellen Unterschiede sind in allen hier erörterten Beziehungen sehr gering, wie dies unmittelbar aus der Vergleichung der Gesamtmittel mit den Mittelzahlen der einzelnen Beobachter hervorgeht. Insbesondere also ist die Lage jenes Indifferenzpunktes, bei welchem unter den hier festgehaltenen einfachen Versuchsbedingungen die geschätzte gleich der wirklichen Zeit ist, eine sehr constante, und

ebenso ist der Gang der Unterschiedsempfindlichkeit von diesem, ihrem Maximalwerth entsprechenden Punkte an ein übereinstimmender.

b. Die anomalen Versuche.

Es sollen nun noch kurz die nämlichen Werthe, die wir für die Normalversuche mitgetheilt haben, auch für die Gruppe der anomalen Versuche zusammengestellt werden. Was zunächst die Größen  $d_1$ ,  $d_2$  und  $\Delta$  betrifft, so wurden für dieselben folgende Mittelwerthe gefunden :

$t =$	$W$			$S$			$L$		
	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	-0.042	+0.054	+0.006	-0.053	+0.048	-0.002	-0.062	+0.054	-0.004
0.5	0.039	0.063	0.012	0.021	0.042	+0.010	0.052	0.063	+0.005
0.7	0.045	0.122	0.038	0.021	0.067	0.023	0.050	0.118	0.034
0.8				0.034	0.075	0.020	0.063	0.094	0.015
1.0	0.106	0.155	0.024	0.077	0.085	0.004	0.106	0.118	0.006
1.2	0.154	0.155	0.000						

$t =$	$M$			$T$		
	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	-0.032	+0.048	+0.008			
0.5	0.037	0.050	0.006			
0.7	0.050	0.156	0.053			
0.8	0.025	0.077	0.026			
1.0	0.086	0.073	-0.006			
1.2				-0.127	+0.124	-0.001

Hieraus berechnen sich folgende Gesamtmittel :

$t =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$\Delta =$
0.4	-0.047	+0.051	+0.002
0.5	0.037	0.054	0.008
0.7	0.041	0.116	0.037
0.8	0.041	0.082	0.020
1.0	0.094	0.108	0.007
1.2	0.140	0.140	0.000

Man erkennt, wie bei den anomalen Versuchen  $\Delta$  ungefähr da ein Maximum besitzt, wo bei den normalen Versuchen der Indifferenzpunkt liegt. Der letztere erscheint dagegen nach 1.2 Sec. verschoben. Drückt man  $d_1$  und  $d_2$  in Procenten der Normalzeit aus, so folgt :

$t =$	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2
$100 \cdot \frac{d_1}{t} =$	11.7	7.4	5.9	5.1	9.4	11.7
$100 \cdot \frac{d_2}{t} =$	12.7	10.8	16.6	10.2	10.8	11.7

Es besitzt also der procentische Werth von  $d_1$  ungefähr bei 0.8 ein Minimum, während  $d_2$  in dieser Nähe ein Maximum zu erreichen scheint; doch ist der Verlauf weniger deutlich, als bei den normalen Versuchen.

Man erhält ferner für  $E_1$ ,  $E_2$  und  $E_m$

$t$	$= 0.4$	$0.5$	$0.7$	$0.8$	$1.0$	$1.2$
$E_1$	$= 8.5$	$13.5$	$17.1$	$19.5$	$10.6$	$8.6$
$E_2$	$= 7.8$	$8.8$	$6.0$	$9.8$	$9.3$	$8.6$
$E_m$	$= 8.2$	$11.1$	$8.9$	$13.1$	$9.9$	$8.6$

Diese Zahlen lassen keinen gesetzmäßigen Verlauf erkennen.

### 3. Schlussbemerkungen.

Die von Vierordt<sup>1)</sup> gefundenen Resultate zeigen, wie schon oben bemerkt wurde, dem allgemeinen Gange nach mit den unsrigen eine völlige Uebereinstimmung. Dagegen weichen die von ihm erhaltenen absoluten Zahlen von den unsrigen erheblich ab und lassen sich, weil sie nach anderen Methoden erhalten sind, nicht unmittelbar vergleichen. Eine Abweichung aber scheint bemerkenswerth, dass nämlich bei den Vierordt'schen Versuchen der Indifferenzpunkt erheblich höher liegt, als wir denselben gefunden haben. Ferner kommen bei Vierordt außerordentlich große individuelle Schwankungen in der Lage dieses Punktes vor, während nach unseren Versuchen diese Abweichungen nur einige hundertstel Secunden betragen. Diese Differenzen dürften in der Anordnung der Vierordt'schen Versuche ihren Grund haben.

Die meisten derselben sind nämlich nach der Methode der mittleren Fehler in der Weise ausgeführt, dass zuerst eine Taktfolge angegeben wurde, und dass dann der Beobachter die gehörige Zeit durch eine nach einer Pause ausgeführte Taktbewegung wiederholte. Diese letztere wurde durch einen Schreibhebel registriert und ergab durch Vergleichung mit der Normalzeit den begangenen Schätzungsfehler<sup>2)</sup>. Bei diesem Verfahren mengen sich nun offenbar verschiedene psychophysische und physiologische Momente ein, die bei der von uns befolgten Vergleichungsmethode hinwegfallen, wie die Willenszeit zur Auslösung der Registrirbewegung, die Leitung der motorischen Erregung zu den Muskeln und das Anwachsen der Energien denselben. Man könnte nun zwar vermuthen, dass sich diese Nebavorgänge zu der ersten und zu der zweiten Taktbewegung in gleicher Weise hinzu-

1) Vierordt, Der Zeitsinn etc.

2) Vierordt, a. a. O. S. 34f.

addiren, und daher bei dem Endresultate nicht in Betracht kommen. Es ist aber doch diese Annahme nicht ohne Weiteres erlaubt. Vielmehr ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Vorgang in folgender Weise verläuft: der Beobachter benutzt den durch die erste Taktbewegung hervorgerufenen Schalleindruck als den ihm objectiv gegebenen Anfang des herzustellenden Zeitintervalls, und sucht nun die zweite Taktbewegung so auszuführen, dass das hergestellte Intervall der gehörten Normalzeit gleich wird. Es wird aber dann der wirkliche Schall und die ihm entsprechende Bewegung des Schreibhebels gerade um den Zeitwerth jener psychophysischen und physiologischen Vorgänge zu spät kommen, welche zur Umsetzung der innerlich appercipirten Vorstellung in eine äußere Bewegung erforderlich sind. Bezeichnen wir die Zeitdauer dieser Reactionsvorgänge mit  $r$ , so wird also das Zeitintervall  $\mathcal{S}'$  der Taktschläge, welches der Schreibhebel aufzeichnet,  $= \mathcal{S} + r$  sein, wenn wir hier unter  $\mathcal{S}$  wieder die geschätzte Zeit verstehen, die der Normalzeit  $t$  gleich erscheint. Es würde also dann auch die Lage des Indifferenzpunktes im selben Sinne verschoben erscheinen, und es würden überdies bei der Bestimmung dieser Lage die nicht unerheblichen individuellen Schwankungen zur Geltung kommen, welche bei der Reactionszeit namentlich dann beobachtet werden, wenn es sich, wie im gegenwärtigen Fall, nicht um das Registriren eines objectiven Eindrucks, sondern einer subjectiven Vorstellung handelt, für die nur gewisse Bedingungen in den vorangegangenen objectiven Eindrücken gegeben sind. Wenn aber auch diese Umstände einen Theil der Abweichungen unserer Versuche von denen Vierordt's erklären, so erscheint es doch kaum glaublich, dass dieselben über die ganze Größe des Unterschieds Rechenschaft geben, da nach Vierordt der Indifferenzpunkt zwischen 1,5 und 3,5 Secunden liegen, also ungefähr das Doppelte bis Fünffache der von uns gefundenen Zeit betragen würde. Es ist daher wohl anzunehmen, dass noch andere unbekanntere Versuchsbedingungen hier in gleichem Sinne gewirkt haben.

---