

Psychometrische Untersuchungen.

Von

James M^cKeen Cattell.

Zweite Abtheilung.

III. Die Unterscheidungszeit.

Die von Wundt¹⁾ zur Bestimmung dieser Zeit angewandte Methode besteht darin, dass er die Versuchsperson bei einer Art von Versuchsreihen möglichst rasch reagiren lässt, bei der anderen Art erst, wenn sie den Eindruck unterschieden hat; die Differenz der in beiden Fällen erhaltenen Resultate gibt die Unterscheidungszeit für den Eindruck. Ich selbst bin nicht im Stande gewesen, nach dieser Methode Resultate zu erhalten; vermuthlich führte ich entweder die Bewegung bereits früher aus, als ich den Eindruck unterschied, oder, wenn ich mich bemühte, das zu vermeiden, indem ich wartete, bis ich mir des Eindrucks klar bewusst war, so fügte ich zur einfachen Reaction nicht nur einen Unterscheidungs-, sondern auch noch einen Reflexionsact hinzu. Die zur Bestimmung der Unterscheidungszeit von Donders²⁾ eingeführte und nach ihm von mehreren Anderen angewandte Methode besteht darin, dass man die Bewegung abhängig macht von der Art des Reizes. Donders, v. Kries und Auerbach und Andere haben angenommen, dass, wenn die Versuchsperson nur auf einen von zwei

1) *Physiol. Psych.* II, 247; *Phil. Stud.* I, 25 ff.

2) De Jaeger, *De Psychologische Tijd bij psychische processen*, Utrecht 1866. Donders, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1868.

Eindrücken reagierte, dagegen keine Bewegung ausführte, sobald der andere Reiz einwirkte, zur einfachen Reaction nur eine Unterscheidung hinzutrete. Das ist indess, wie W u n d t¹⁾ klar nachgewiesen hat, nicht der Fall; denn, wenn man einen Eindruck unterschieden hat, so muss man sich entscheiden, ob man eine Bewegung ausführt oder nicht. Ich nehme an, dass bei der von uns eingeschlagenen Methode bei einer einfachen Reaction die Bewegung automatisch erfolgt. Wenn jedoch Lichteindrücke von verschiedener Farbe (z. B. roth und blau) benutzt werden und nur bei blau die Hand gehoben werden soll, so kann der Bewegungsimpuls nicht eher nach der Hand gesandt werden, als bis die Versuchsperson weiß, dass das Licht blau ist. Ich halte es bei der von uns eingeschlagenen Methode für unmöglich, der einfachen Reaction eine Unterscheidung hinzuzufügen, ohne dass zugleich eine Wahlzeit hinzutritt. Wir können indess die Natur der Unterscheidung ändern, ohne zugleich die Wahlzeit zu verändern, und können so mit ziemlicher Genauigkeit wenigstens die relative Länge der Unterscheidungszeit untersuchen.

Das Object, welches vom Gesichtssinn am raschesten unterschieden wird, ist ein einfacher Lichteindruck. Um die hierzu erforderliche Zeit zu bestimmen, nahm ich zwei Cartons, von denen der eine ganz schwarz war, der andere auf schwarzem Grunde eine weiße Fläche trug.²⁾ Einer von den Cartons wurde, ohne dass der Reagirende wusste, welcher es war, von dem Ablesenden in die Haltefedern des Fallchronometers gesteckt und dann das Uhrwerk in Gang gesetzt. Der Reagirende fixirte den grauen Punkt auf dem Schirme, welcher sich unmittelbar vor der Mitte der weißen Fläche befand, unterbrach mit der linken Hand den Strom und ließ den Schirm fallen.³⁾ Der Carton erschien an der fixirten Stelle, und in demselben Augenblick wurde der Uhrstrom geschlossen. Der Reagirende sah an der fixirten

1) *Physiol. Psych.* II, 251. *Phil. Stud.* I, 32.

2) Bei meinen ersten Versuchen war die weiße Fläche 3 cm lang und 3 mm hoch, später wurde eine etwas größere Fläche benutzt, was aber auf die Länge der Zeiten keinen Einfluss zu haben schien.

3) Bei den ersten Versuchen Tabelle XVII, XXII und XXVII ließ der Ablesende, später ließ der Reagirende selbst mit der linken Hand den Schirm fallen, weil er so genauer den Augenblick wusste, wo der Reiz erscheinen musste, also weniger lange aufmerksam zu sein brauchte.

Stelle entweder nichts oder eine weiße Fläche. Im zweiten Fall hob er seine Hand so rasch als möglich, im ersten ließ er den Schlüssel geschlossen, und die Uhrzeiger bewegten sich weiter, bis der Ablesende das Uhrwerk anhielt. Jede Reihe umfasste 26 Versuche, das weiße Licht kam darunter 13mal vor. Da nur im letzteren Falle Zeiten gemessen wurden, so sind in der folgenden und den späteren Tabellen dieses Abschnittes die Mittel nur aus 13 Versuchen (die corrigirten Mittel aus 10) genommen. Es ist ersichtlich, dass, wenn der Reagirende sich bemüht, die Reaction möglichst schnell auszuführen, er leicht die Hand heben kann, auch wenn der Eindruck nicht da ist. Wenn das oft vorkommt, sind die gemessenen Zeiten nicht richtig, sondern zu kurz. Größere Fehler dieser Art würden sich aber an dem Eintreten falscher Reactionen in der Versuchshälfte, wo kein Licht-eindruck stattfand und daher die Reaction unterbleiben soll, verrathen müssen. In den vorliegenden Versuchen kamen solche falsche Reactionen kaum vor, außer wenn der Reagirende gestört war, oder wenn die zu unterscheidenden Eindrücke einander sehr ähnlich waren (z. B. bei Unterscheidung von Buchstaben die Zeichen *B* und *F*). Im ersten Falle wird der Mittelwerth nicht ernstlich beeinflusst, da es ebenso wahrscheinlich ist, dass die Reactionen gegen den richtigen Werth zu groß als dass sie zu klein geworden sind. Im zweiten Falle lässt sich annehmen, dass die von mir angegebene Methode, einen corrigirten Mittelwerth anzugeben, alle vorzeitigen Reactionen ausschließt. Ich gebe übrigens in den Tabellen die Zahl der falschen Reactionen mit an, ¹⁾ was v. Kries und Auerbach, Merkel u. A. unterlassen haben.

Die Tabelle XII gibt die Zeitdauer an für die Unterscheidung einer weißen Fläche und die darauf folgende Reaction. Die einfache Reactionszeit für *B*. und *C*. beträgt ungefähr 150 σ . Demnach ist (indem ich, wenn auch nicht ohne Bedenken, annehme, dass die schon in der einfachen Reaction vorkommenden Vorgänge hier wie dort dieselbe Zeit erfordern) die Zeit, welche nach dem Eintritt des Nervenimpulses in das Gehirn vergeht, bis eine Lichtempfindung entsteht, und bis weiterhin ein Willensimpuls vorbereitet und nach

1) Die unter F. R. (Tab. XV ff.) gegebenen Zahlen sind nicht etwa Mittel, sondern geben die Gesamtzahl der falschen Reactionen an, welche in den darüber in derselben Spalte angeführten Reihen der Tabelle überhaupt vorgekommen sind.

dem motorischen Centrum gesandt ist, für *B.* 61, für *C.* 95 σ . Wir dürfen wohl annehmen, dass die Zeit des centripetalen und centrifugalen Fortschreitens durch das Gehirn ungefähr dieselbe ist. Setzen wir dann ferner voraus, dass die für die centralen Vorgänge gebrauchte Zeit ungefähr zu gleichen Theilen auf die Unterscheidung des Lichteindrucks und auf die Vorbereitung des Bewegungsimpulses zu rechnen ist (auf alle Fälle ist die ganze Zeit so kurz, dass wir hierbei keinen bedeutenden Fehler begehen können), so würde die Unterscheidungszeit für Licht, wenn die Art desselben nicht unterschieden zu werden braucht, für *B.* gleich 30, für *C.* gleich 50 σ , und die Wahlzeit würde in diesen und ähnlichen Versuchen ebenso groß sein.

Tabelle XII.

	<i>B.</i>				<i>C.</i>			
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
14. I.	203	8	203	6	239	14	246	7
19.	217	18	213	12	219	13	217	10
20.	222	22	222	15	226	13	226	9
31.	234	36	217	11	238	13	241	10
2. II.	219	21	214	13	215	16	217	11
	214	30	206	18	216	12	219	7
3.	207	20	203	7	256	20	254	10
25. III.	239	28	234	21	250	19	253	15
	212	19	205	6	263	22	259	9
31.	215	34	205	15	244	16	248	9
	189	13	186	6	245	10	242	7
	191	16	189	7	251	11	252	5
	183	12	185	8	246	17	242	12
2. VII.	213	13	212	7	262	7	262	4
4.	209	13	210	8	251	11	251	6
M.	211	20	207	11	241	14	242	9

In ganz derselben Weise wurde die Reaction mit den Sprachorganen ausgeführt. Sobald die weiße Fläche erkannt war, sagte der Reagirende »Jetzt!« und die Zeiger des Chronoskops wurden mit Hülfe des Lippen- und Schallschlüssels zum Stillstehen gebracht. War die weiße Fläche nicht da, so blieb der Reagirende stumm, und die Zeiger bewegten sich weiter, bis der Ablesende das Uhrwerk anhielt.

Tabelle XIII.

	Schallschlüssel				Lippenschlüssel			
	B.		C.		B.		C.	
	R	R'	R	R'	R	R'	R	R'
3. IV.	246	241	282	281	236	241	276	275
4.	255	247	302	308	241	246	281	276
5.	234	237	274	268	233	235	256	250
	247	244	264	264	243	248	263	263
7.	248	246	274	268	244	245	256	256
M.	246	243	279	278	239	243	266	264
M. V.	20	11	18	12	14	9	18	12

Wir haben gesehen, dass die Dauer des in der einfachen Reaction enthaltenen Bewegungsvorganges größer ist, wenn eine einfache Reaction mit den Sprachorganen, als wenn sie mit der Hand ausgeführt wird. Nun ist kein Grund vorhanden, warum die Unterscheidungs- und Wahlzeit, die man durch Subtraction der einfachen Reaction (Tab. III) von der hier gemessenen Zeit findet, nicht dieselbe sein soll, als wenn die Reaction mit der Hand ausgeführt wird. Berechnen wir aus den mit Lippen- und Schallschlüssel gemachten Versuchen den Mittelwerth, so erhalten wir in der That für B. 65, für C. 100 σ , was mit den mit der Hand ausgeführten Versuchen sehr gut übereinstimmt. 612 312.

Wenn wir statt der zwei schwarzen Cartons, auf deren einem sich eine weiße Fläche befand, zwei weiße Cartons benutzen, auf deren einem eine schwarze Fläche aufgeklebt ist, und die Versuchsperson nur auf den schwarzen Eindruck reagieren lassen, so sind die Bedingungen im Wesentlichen dieselben; die Apperception mag vielleicht ein wenig mehr Zeit erfordern, die Wahlzeit ist voraussichtlich dieselbe. Die Resultate von Experimenten dieser Art sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle XIV.

	B.				C.			
	R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
6. I.	250	20	253	16	236	21	233	16
14.	227	19	226	7	236	13	234	10
19.	245	21	249	13	231	14	230	8
20.	215	20	212	14	244	12	243	7
31.	227	10	227	7	246	21	241	13
M.	233	18	233	11	239	16	236	11

Befestigen wir an Stelle des Schwarz irgend eine andere Farbe auf dem weißen Carton, so wird die Unterscheidung vielleicht etwas schwieriger, da es nicht ganz so leicht ist zu sehen, ob z. B. gelb oder schwarz vorhanden ist, die Wahlzeit aber bleibt voraussichtlich dieselbe. In einer Reihe von Versuchen (welche in der Tabelle XV links angegeben sind) wurde nur eine Farbe auf einmal benutzt, in einer zweiten Reihe (welche in der Tabelle rechts steht) 10 Farben in der Weise, dass der Reagierende nicht wusste, welche Farbe kommen würde, sie aber auch nicht zu unterscheiden brauchte, bevor er die Reactionsbewegung ausführte. Es brauchte also ein wenig längere Zeit, zu erkennen, dass eine Farbe da war (auch wenn die Farbe nicht unterschieden zu werden brauchte), als dass weiß da war. Es ist noch zu bemerken, dass B.'s Zeiten 1855 kürzer waren als 1854.

Tabelle XV.

		B.		C.			B.		C.	
		R	R'	R	R'		R	R'	R	R'
orange	22. XII.	291	296	258	261	22. XII.	289	293	245	237
violett		262	269	251	255		260	254	259	263
schwarz		250	253	236	233		263	255	250	253
rosa	6. I.	268	263	270	266	6. I.	238	242	245	240
brun	7.	295	290	267	263	7.	278	282	241	244
grau	9.	291	280	267	265	9.	234	237	276	277
roth	10.	277	282	264	265	2. II.	230	230	232	229
blau		265	263	264	279		219	223	242	237
grün		262	264	268	268		229	219	245	244
gelb		264	262	260	286		230	228	254	257
M.		272	272	264	264		247	246	249	248
M. V.		20	13	18	13		25	17	24	17
F. R.		1		0			0		2	

Weiter bestimmten wir die Apperceptionszeit, wenn die Farbe unterschieden werden muss. Wir betrachteten zwei Fälle: einmal wurden die Farben paarweise genommen und eine Farbe von der zweiten unterschieden, im andern Falle war jede Farbe aus 10 Farben heraus zu erkennen. Mit blauem und rothem elektrischen Licht (das Licht der oben erwähnten Puluj'schen Röhre durch gefärbte Gläser gesehen) erhielt ich als Apperceptions- und Wahlzeit für B. 75, für C. 109 σ .¹⁾ Bei den meisten meiner Versuche, nämlich bei allen, welche

1) Dies sind die einzigen von den in diesem Abschnitt beschriebenen Versuchen, welche schon von anderen Beobachtern gemacht worden sind. Donders (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1868) fand die Zeit gleich 184 σ , Wundt (Physiol. Psych. II, 251) gleich 210 bis 250 σ , v. Kries u. Auerbach, welche unter der Leitung von Helmholtz arbeiteten (Arch. f. Anat. und Physiol. 1877), gleich 12 und 34 σ . Die von den letzteren gefundenen Zeiten muss ich anzweifeln; sie scheinen mir zu kurz zu sein, als dass sie richtig sein könnten. Ich weiß nicht, wo der Fehler liegt, da die Versuche augenscheinlich mit großer Sorgfalt angestellt sind, aber die einfachen Reactionen sind sehr lang und die Reactionen mit Unterscheidung und Wahl sehr kurz. Die letzteren mögen zu kurz gemacht worden sein durch häufiges Vorkommen von vor-

mit Hilfe des Fallchronometers angestellt wurden, benutzte ich Tageslicht, welches von einer farbigen Fläche reflectirt wurde, weil dies den gewöhnlichen Bedingungen unseres Sehens am meisten entspricht. Roth und blau oder grün und gelb wurden paarweise genommen, die farbige Fläche war 3 mm hoch und 30 mm breit. Die in der Tabelle gegebenen Zahlen sind Mittel aus 6 Reihen.

Tabelle XVI.

		B.				C.			
		R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
27. XI.—2. XII.	roth	278	22	272	11	322	40	324	26
	blau	287	19	280	17	291	24	288	16
1.—5. XII.	grün	268	26	265	18	313	32	312	21
	gelb	276	26	273	16	297	31	300	20
	M.	277	23	272	15	306	32	306	21
	F. R.	2				8			

Ferner wurden 10 Farben paarweise genommen (wie in der Tabelle durch Trennungslinien angedeutet) und die Zeit bestimmt, welche man braucht, um eine Farbe von einer anderen zu unterscheiden. Wenn wir aus den in Tabelle XVI und XVII gegebenen Zahlen noch

zeitigen Reactionen (die Zahl der falschen Reactionen ist nicht angegeben); auf alle Fälle halte ich die Methode jener Experimentatoren, die Mittel zu berechnen, für bedenklich, da sie im Weglassen von Reactionen ziemlich willkürlich verfahren. Sie geben nicht an, wieviel Versuche sie in einer Reihe ausgeführt haben, aber aus den im Anhang gegebenen Musterreihen finden wir, dass in einer Reihe 22 Reactionen benutzt wurden, in einer anderen, wo Licht zu unterscheiden war, nur 9, so dass wir annehmen dürfen, dass in der letzten Reihe mehr als die Hälfte der Versuche weggelassen ist. Berechnet man aus den von ihnen benutzten Reactionen die mittlere Variation, so findet man, dass sie 6σ beträgt (also nach meiner Ansicht kleiner ist als der mittlere Fehler ihrer Registrirvorrichtung); die mittlere Reaction der entsprechenden Reihen einfacher Reactionen (bei deren Berechnung auch Versuche weggelassen sind) ist 12σ , also größer als bei der Unterscheidung, was allen Erfahrungen anderer Beobachter widerstreitet.

einmal das Gesamtmittel berechnen und davon die Reactionszeit und die von uns angenommene Wahlzeit subtrahiren, so finden wir, dass *B.* 100, *C.* 110 σ braucht, um eine Farbe von einer anderen zu unterscheiden.

Tabelle XVII.

		<i>B.</i>				<i>C.</i>			
		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
22. XII.	orange	308	21	309	11	316	47	299	21
	violett	258	23	282	15	289	16	297	8
6. I.	schwarz	267	35	262	28	278	16	275	9
	rosa	288	19	284	14	302	26	303	18
7.	braun	308	20	284	15	340	31	323	16
9.	grau	283	12	287	6	397	80	367	31
10.	roth	278	22	272	11	322	40	324	26
	blau	287	19	280	17	291	24	228	26
	grün	268	26	265	18	313	32	312	21
	gelb	276	27	273	16	297	31	300	20
	M.	282	22	270	15	314	34	303	20
	F. R.	1				5			

In den zunächst anzugebenden Versuchsreihen bestimmte ich die Zeit, die man braucht, um eine Farbe von 9 anderen zu unterscheiden, was wir als gleichbedeutend mit der wirklichen Erkennungszeit einer Farbe betrachten können. Die Resultate von 10 Reihen, in denen die Bewegung mit der Hand, und von 5 Reihen, in denen sie mit den Sprachorganen ausgeführt war, sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Wir erhalten so als Zeit der Erkennung einer Farbe für *B.* 105, für *C.* 117 σ ; oder 5 und 7 σ länger, als wenn eine Farbe von einer zweiten zu unterscheiden ist, und um 26 und 41 σ länger, als wenn nur unterschieden werden soll, dass überhaupt eine Farbe da ist.

Tabelle XVIII.

		B.				C.			
		R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
		Hand							
17. XII.	roth	317	19	310	10	341	31	340	20
	grün	298	19	291	10	330	31	338	22
	grau	302	29	295	20	316	33	319	22
18.	blau	289	28	276	9	316	7	315	3
	gelb	260	12	261	9	317	24	310	14
	schwarz	283	22	284	14	289	15	293	9
19.	orange	309	51	290	23	285	20	279	12
	violett	302	16	299	11	312	34	308	24
	braun	318	12	314	8	313	30	313	18
	rosa	293	30	282	12	312	22	305	12
M.		297	24	290	13	313	25	312	16
F. R.		1				4			
		Schallschlüssel							
17. II.	roth	306	35	297	16	359	25	360	19
19.	grün	293	11	289	7	360	12	364	7
21.	schwarz	296	34	279	17	306	16	311	11
24.	violett	271	30	265	22	309	20	304	14
26.	braun	296	18	291	11	359	46	347	32
M.		290	26	284	15	339	24	337	17

Die (mit der Hand ausgeführten) in Tabelle XVIII angegebenen Resultate wurden bei Beginn der ganzen Untersuchung gewonnen; die Versuche wurden wiederholt, nachdem wir 4 Monate lang fortwährend Uebung gehabt hatten, und dann wiederum nach einer Pause von 3 Monaten. Die Resultate stehen in der folgenden Tabelle XIX.

Tabelle XIX.

		B.		C.			B.		C.	
		R	R'	R	R'		R	R'	R	R'
roth	4. IV.	244	237	294	287	2. VII.	283	287	292	286
grün		247	239	311	309	4.	247	252	277	276
grau	7.	270	258	283	279	31.	264	257	325	314
blau		246	246	273	275		253	257	286	279
gelb	8.	290	249	304	302		245	245	287	264
M.		259	246	293	290		258	256	289	284
M. V.		35	13	16	10		30	17	24	15
F. R.		5		2			0		0	

Uebung verkürzte also die Unterscheidungs- und Wahlzeit ungefähr um 30 σ für B. und 20 σ für C., und diese Verkürzung blieb bestehen, wenn man längere Zeit hindurch keine Uebung hatte.

Tabelle XX.

	B.				C.			
	R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
3. II.	261	31	260	18	268	12	266	
27. III.	234	21	228	12	235	23	229	
1. IV.	205	37	194	23	261	32	255	25
	230	38	220	25	251	24	255	19
	206	18	208	6	277	23	281	16
M.	227	29	222	17	258	23	257	16

Nach denselben Methoden fand ich die Zeit, die man braucht, um einen Buchstaben zu erkennen. Meine Experimente sollten die

Zeitdauer solcher Vorgänge bestimmen, welche fortwährend in unserem Gehirn vorkommen; die gewählten Buchstaben sind daher solche, wie wir sie gewöhnlich zu lesen bekommen (von der Größe, in welcher dies gedruckt ist). Für größere Buchstaben ist die Zeit etwas kürzer. Bei den ersten Versuchen, welche hierher gehören, brauchte der Buchstabe nicht erkannt zu werden, man musste nur wissen, dass ein Buchstabe da war; die Bedingungen sind also dieselben wie bei den ersten Versuchen (Tabelle XV) mit Farben.

B. braucht also (wenn wir dieselben Annahmen machen wie früher) 47, *C.* 58 σ , um zu sehen, dass ein kleines Object sich auf dem weißen Carton befindet.

Der nächste Fall ist der, wo einer von zwei Buchstaben von dem anderen zu unterscheiden war; dabei wurden A und Z als Reize benutzt; die Mittel sind aus 6 Reihen berechnet.

Tabelle XXI.

		<i>B.</i>				<i>C.</i>			
		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
4.—10. XII.	A	315	26	319	16	327	31	323	18
	Z	330	31	325	21	345	29	348	21
	M.	322	28	322	18	337	30	335	19
	F.R.	3				5			

B. brauchte also 142, *C.* 137 σ , um einen Buchstaben von einem zweiten zu unterscheiden, resp. 45 und 31 σ länger, als um eine Farbe von einer anderen zu unterscheiden.

Wir kommen nun zur Betrachtung der Zeit, welche man braucht, um einen Buchstaben von allen übrigen zu unterscheiden, d. h. der Zeit, welche man braucht, um einen Buchstaben zu erkennen. Es ist das ein Vorgang, mit welchem unser Gehirn fortwährend zu thun hat; die dazu erforderliche Zeit ist daher von besonderem Interesse. Wenn

z. B. die Zeit für die einzelnen Buchstaben verschieden ausfällt, so ist es von der größten praktischen Wichtigkeit, die Buchstaben, welche die meiste Zeit erfordern, um gelesen zu werden, so abzuändern, dass diese Zeit kürzer wird. Wenn es 20 σ länger braucht, um E, als um ein anderes Schriftzeichen zu erkennen, welches man an seiner Stelle gebrauchen könnte, z. B. Δ , so ist es erstaunlich, wie viel Zeit vergeudet und wie viel unnöthige Anstrengung dem Auge und Gehirn aufgebürdet wird. Ich habe eine große Zahl von Versuchsreihen veröffentlicht,¹⁾ welche die Zeit bestimmen, wie lange ein in reflectirtem Tageslichte gesehener Buchstabe auf die Netzhaut wirken muss, um erkennbar zu werden. Diese Versuche zeigen, dass die einzelnen Buchstaben durchaus nicht gleich gut lesbar sind; unter 270 Versuchen wurde W 241mal richtig gelesen, E nur 63mal. In diesem Falle war die ganze Zeit (der Einwirkung auf die Netzhaut) kurz, 1—1,5 σ , und der Unterschied der Zeit für die einzelnen Buchstaben entsprechend klein. Wenn wir indess die ganze Zeit bestimmen, welche man braucht, um den Buchstaben zu erkennen, so dürfen wir erwarten, dass wir die Zeit für einen einfachen und deutlichen Buchstaben beträchtlich kleiner finden werden als für einen complicirten und leicht zu verwechselnden,²⁾ ebenso wie die Zeit für eine Farbe kürzer ist, als für einen Buchstaben. Versuche dieser Art wurden sowohl mit der Hand als mit den Sprachorganen angestellt. Bei den letzteren tritt indessen eine kleine Complication ein, da wir nicht sicher sein können, dass eine Differenz in den für die einzelnen Buchstaben gefundenen Zeiten nur auf die Unterscheidungszeit zurückzuführen ist, denn es wäre möglich, dass die zur Benennung der verschiedenen

1) Philos. Stud. II; Brain No. XXXI.

2) Es war mir nicht möglich, die Apperceptionszeit für verschiedene Alphabete und für die einzelnen Buchstaben genau und endgültig zu bestimmen. Bei meinen Versuchen konnten die verschiedenen Buchstaben nicht wohl in derselben Reihe vorkommen, und außerdem wurden nur in der Hälfte der Versuche Vorgänge gemessen. Da der Unterschied der Zeiten gering ist und die Variation der Reihen verhältnissmäßig groß, muss eine große Anzahl von Versuchen gemacht werden, bevor man mit Sicherheit den Unterschied der Zeiten für die einzelnen Buchstaben angeben kann. Das ist indess nicht nur ein Gegenstand von wissenschaftlichem Interesse, sondern auch von großer praktischer Bedeutung; es ist daher zu hoffen, dass er von einigen Experimentatoren unabhängig von einander gründlich untersucht wird.

Buchstaben, d. h. für die verschiedenen Bewegungen der Sprachorgane, erforderliche Zeit eine verschiedene ist. Diese Differenz der Zeiten konnte indess nur sehr klein sein, da der Reagirende vorher wusste, welcher Buchstabe zu nennen war, so dass eine Wahl zwischen verschiedenen Bewegungen nicht in Frage kam, wie dies bei den Versuchen des nächsten Abschnitts der Fall sein wird. Die folgenden Tabellen geben Resultate, welche zu verschiedenen Zeiten erhalten wurden.

Tabelle XXII.

		B.				C.			
		R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
Hand									
11. XII.	B	358	25	354	18	342	28	346	17
12.	Z	345	24	350	18	370	33	353	20
	A	327	31	314	14	337	22	342	16
16.	M	338	36	345	20	329	15	324	7
	E	360	31	345	9	343	28	326	9
17.	S	333	22	328	11	341	25	338	17
	P	339	24	332	14	329	32	318	18
	T	330	29	320	16	323	30	330	18
18.	O	293	19	297	11	302	25	301	18
	L	338	15	339	10	350	37	333	16
	M.	336	26	332	14	337	27	331	16
	F. R.	5				4			
Schallschlüssel									
17. II. v.	A	330	27	337	17	406	16	401	11
19.	M	336	36	332	30	410	29	412	17
21.	E	308	36	310	22	359	35	354	28
24.	P	311	22	307	13	321	13	325	8
26.	O	303	21	307	16	380	33	372	27
	M.	318	28	319	20	375	25	373	18
	F. R.	1				1			

Tabelle XXIII.

		Hand				Sprachorgane				
		B.		C.		B.		C.		
		R	R'	R	R'	R	R'	R	R'	
A	13. I.	309	312	323	328	15. I.	288	295	338	332
B	12.	307	311	353	350	13.	348	353	362	303
C	17.	304	306	319	322	17.	307	310	333	325
D		342	309	332	341		320	324	346	354
E	14.	328	334	341	345	15.	333	345	340	330
F	17.	322	324	358	344	20.	307	310	317	321
G		326	321	331	327		309	308	311	309
H	19.	323	320	320	317		305	308	338	333
I		294	293	295	301		271	275	296	290
J		329	326	299	288	21.	342	338	330	335
K		330	335	305	297		334	334	315	314
L	14.	296	304	302	290	29.	320	302	357	353
M	13.	311	316	320	322	15.	342	330	373	366
N	20.	318	317	353	330	21.	318	321	323	328
O	14.	263	266	292	289	13.	315	319	355	352
P		288	284	337	326	29.	321	324	338	339
Q	20.	317	315	315	319	21.	312	314	312	302
R		311	313	322	317		334	340	322	315
S	14.	285	281	327	332	15.	318	325	313	313
T		319	295	310	305	29.	318	315	366	363
U	20.	310	298	329	331	24.	320	320	335	331
V	22.	322	330	334	330		324	327	333	338
W		278	283	338	332		312	314	343	345
X		315	297	349	341		292	297	362	366
Y		303	307	341	337		318	313	339	339
Z	12.	323	319	347	345	13.	350	343	331	324
M.		310	308	326	324		318	319	336	334
M. V.		22	15	22	14		22	14	25	16
F. R.		13		13			18		4	

Tabelle XXIV.

		B.		C.				B.		C.	
		R	R'	R	R'			R	R'	R	R'
B	5. IV.	275	262	321	319	31. VII.	307	308	304	306	
Z	6.	272	273	310	301		313	314	311	303	
A		276	251	282	288	2.	295	295	309	302	
M	7.	293	291	302	306	4.	298	299	307	306	
E	8.	316	316	337	331		313	306	315	319	
M.		286	285	312	309		305	304	309	307	
M. V.		25	16	20	13		22	14	26	18	
F. R.		2		3			0		0		

Dieselben zeigen eine Verkürzung der Zeiten durch die Uebung; nehmen wir die mittlere Tabelle, welche die meisten Versuche enthält, und deren Zeiten ungefähr das Mittel aus allen drei Tabellen darstellen, so finden wir, dass die Unterscheidungszeit für einen großen Buchstaben (von der vorliegenden Druckgröße) für *B.* 119, für *C.* 116 σ beträgt. Die Zahl der Versuche, aus denen die in den Tabellen enthaltenen Resultate berechnet wurden, ist sehr groß, aber doch nicht groß genug, um die Zeit für die einzelnen Buchstaben endgültig zu bestimmen; wenn ich indess aus den vier Reihen, welche mit der Hand auf *E* und *M* gemacht sind, das Mittel nehme, so finden wir, dass *B.* 19, *C.* 22 σ länger braucht, um *E*, als um *M* zu erkennen. Die Reihenfolge für die 5 Buchstaben, mit denen je 4 Reihen gemacht waren, ist *MAZBE*, was (die Stellung von *Z* ausgenommen) mit der a. a. O. mitgetheilten nach der Lesbarkeit (d. h. der für die Einwirkung auf die Netzhaut erforderlichen Zeit) geordneten Reihenfolge übereinstimmt. Aehnliche Versuche wurden mit kleinen Buchstaben angestellt, die Resultate stehen in der folgenden Tabelle. Es scheint hier nach, dass die Unterscheidungszeit für große und kleine (lateinische) Buchstaben ungefähr dieselbe ist, was abermals mit den früher nach einer ganz anderen Methode angestellten Versuchen übereinstimmt. ¹⁾

1) Philos. Stud. II, 4. — Mind XXX.

Tabelle XXV.

	Hand					Sprachorgane				
		B.		C.			B.		C.	
		R	R'	R	R'		R	R'	R	R'
b	5. I.	301	306	314	306	22. I.	313	317	327	321
z		307	296	324	325		305	300	336	322
a	7.	316	320	327	320	23.	330	328	313	309
m		310	312	311	313		310	304	313	315
e	12.	337	342	356	356	28.	331	321	330	322
s		322	325	368	359		297	290	338	343
p	13.	323	320	341	337	28.	345	345	370	372
t		311	310	319	315		305	300	346	342
o	14.	293	290	306	304	28.	299	299	335	332
l		303	300	306	304		311	314	344	339
M.		312	312	327	324		315	312	335	332
M. V.		19	13	28	19		20	11	25	16
F. R.		4		8			7		2	

Wir kommen nun zur Betrachtung der Unterscheidungszeit für Wörter, messen also einen Vorgang, welcher im Gehirn fortwährend vorkommt. Es wurden 26 Wörter genommen, der Reagierende hob die Hand nur, wenn ein bestimmtes von ihm erwartetes Wort erschien. Die so bestimmte Apperceptionszeit ist die Zeit, welche man braucht, um ein Wort von den 25 anderen zu unterscheiden. Die Zeit ist ein wenig länger, wenn man ein Wort von anderen zu unterscheiden hat, welche ihm der Form nach sehr ähnlich sind, z. B. hand und band. Wir dürfen nicht vergessen, dass die Apperception kein scharf definierter Vorgang ist. Wie ich gezeigt habe, erkennen wir, dass ein Buchstabe da ist, bevor wir erkennen, welcher es ist. Ebenso braucht es eine weitere Zeit, bis der Buchstabe mit allen seinen Einzelheiten erkannt ist, bis man z. B. sehen kann, ob er unvollkommen gedruckt ist, u. dergl. Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate von Versuchen mit englischen und deutschen Wörtern.

Tabelle XXVI.

		Hand				Sprachorgane				
		B.		C.		B.		C.		
		R	R'	R	R'	R	R'	R	R'	
mind	12. XII.	353	352	337	329	13. I.	360	366	374	364
life	15.	348	351	373	377		366	367	363	365
time	16.	333	330	375	372	15.	311	312	371	366
house		377	366	383	389		331	324	355	361
child		345	343	328	339	17.	347	341	370	375
year	18.	353	359	369	360		337	336	354	358
truth		352	329	376	367	29.	302	311	360	353
name		341	339	392	393		313	315	374	380
light	19.	332	328	327	323		325	332	372	372
ship		318	313	336	332		294	302	340	340
M.		345	341	360	358		329	331	363	363
M. V.		24	13	26	17		23	12	28	20
F. R.		2		4			7		0	
education	5. I.	331	331	346	348	17. I.	349	345	382	386
philosophy		330	322	349	354		347	351	376	377
knowledge	7.	341	337	366	360	22.	353	348	329	319
architecture		377	375	382	377		357	365	336	340
literature	10.	339	320	383	354	23.	333	332	377	382
temperance		341	333	399	404		339	330	377	376
ignorance		300	297	380	389		325	319	378	382
physician		325	329	380	375	26.	339	333	351	346
enthusiasm	12.	334	337	405	409		353	349	409	400
imagination		321	317	384	376		342	337	395	391
M.		334	330	375	373		344	340	371	370
M. V.		25	16	28	19		23	15	27	17
F. R.		8		8			6		9	
Buch	24. I.	290	294	367	363	23. I.	315	318	359	355
Zahl		309	311	360	378		310	319	370	378
Kunst		307	309	369	374		310	314	362	352
Welt		308	307	361	353		308	305	362	362
Haus	26.	295	292	354	353	24.	299	297	339	344
Licht		324	323	354	359		330	329	356	350
Kind		323	323	377	380		303	308	352	356
Land	29.	309	307	363	365	26.	316	321	373	365
Traum		321	316	377	376		324	325	368	373
Jahr		319	318	365	368		321	325	374	378
M.		311	310	367	367		314	316	362	361
M. V.		14	9	20	13		17	12	31	20
F. R.		6		5			10		7	

Tabelle XXVII.

		Hand						Schallschlüssel			
		B.		C.				B.		C.	
		R	R'	R	R'			R	R'	R	R'
6. IV.	mind	266	269	312	306	14. II.	mind	311	307	380	391
	life	302	292	340	340	19.	life	338	333	400	409
7.	time	307	303	325	330	21.	child	319	326	360	364
	house	299	296	321	317		truth	317	318	339	345
8.	child	282	284	321	322	26.	ship	320	326	361	367
	M.	291	289	325	323			321	322	368	375
	M. V.	18	10	22	14			27	19	25	16
	F. R.	5		0				3		4	

Die Tabellen ergeben uns als Unterscheidungszeit für kurze englische Wörter bei *B.* 132, bei *C.* 141 σ , für kurze deutsche Wörter 118 und 150 σ , für lange englische Wörter 154 und 158 σ . Die Zeit ist also ein wenig (bei *B.* um 22, bei *C.* um 17 σ) kürzer für kurze als für lange Wörter. Wie ich schon in einem früheren Aufsatz gezeigt habe, kann ein Wort schneller erkannt werden, wenn es der Muttersprache, als wenn es einer fremden Sprache angehört. *B.* brauchte bei den hier angegebenen Versuchen zu den deutschen Wörtern 14 σ weniger als zu den englischen, *C.* zu den englischen 9 σ weniger als zu den deutschen.

Man bemerkt, dass die Unterscheidungszeit für ein Wort nur wenig länger ist, als für einen einzelnen Buchstaben. Wir fassen also die Buchstaben, welche ein Wort bilden, nicht jeden für sich, sondern das Wort als Ganzes auf. Die Folgerungen hieraus, welche für den Leseunterricht von Kindern von Nutzen sind, sind leicht zu erschen; ich habe bereits früher die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gelenkt. ¹⁾

¹⁾ Philos. Stud. II, 4; III, 1. — Brain No. XXXI. — Mind XXX.

Die einzige neue Unterscheidungszeit, welche wir noch zu betrachten haben, ist die für Bilder. Die Zeit, welche man braucht, um das deutliche Bild eines Baumes zu erkennen, ist ungefähr dieselbe, welche man braucht, um einen Baum selbst zu erkennen; es ist das also ein Process, wie er in unserem Gehirn tagtäglich vorkommt. Ich hatte 26 Bilder von gewöhnlich vorkommenden Gegenständen, Baum, Hand, Schiff etc. gezeichnet, ungefähr 1 qcm groß. Die Methode, die Unterscheidungszeit zu finden, war dieselbe, wie vorher.

Tabelle XXVIII.

		B.				C.			
		R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
Bild von		Hand							
12. II.	Uhr	262	23	249	15	295	21	292	14
	Schiff	264	19	268	13	324	31	320	16
	Auge	271	17	266	11	313	24	316	9
20. III.	Hand	297	20	294	15	282	37	266	10
	Baum	246	12	244	7	296	28	302	23
	Vogel	289	28	297	15	310	43	291	10
	Fisch	290	19	293	17	301	23	294	13
	Blatt	267	12	265	9	321	31	317	26
24.	Hut	270	28	277	22	306	21	312	10
	Schuh	283	17	286	12	341	23	346	18
	M.	274	19	274	14	309	28	306	15
	F. R.	8				8			
		Schallschlüssel							
17. II.	Uhr	308	32	302	14	364	44	357	34
19.	Auge	341	30	336	25	408	40	408	25
21.	Baum	283	27	276	17	374	32	361	17
21.	Fisch	309	38	315	22	364	23	296	15
26.	Hut	305	42	296	24	367	59	348	36
	M.	309	34	305	20	363	40	354	25
	F. R.	2				2			

Wir sehen also, dass die Unterscheidungszeit für Bilder und Gegenstände, die wir im täglichen Leben fortwährend vor Augen haben, für *B.* 96, für *C.* 117 σ beträgt, also ungefähr eben so groß ist, wie für eine Farbe, und kürzer als für ein Wort.

IV. Die Wahlzeit.

Bei den im vorigen Abschnitt beschriebenen Versuchen war die auszuführende Bewegung immer dieselbe und die dazu erforderliche Zeit immer ungefähr gleich. Bei den Versuchen des vorliegenden Abschnittes ist dagegen die Art der Bewegung abhängig von der Art des wirkenden Reizes. In Folge dessen ist der Apperceptionsprocess ein anderer als im vorhergehenden Abschnitt. Dort erwartete der Reagirende einen bestimmten Eindruck und sah nach, ob er da war oder nicht; bei den jetzt zu beschreibenden erwartete der Reagirende keinen bestimmten Eindruck und hatte, bevor er reagierte, sowohl den Eindruck zu erkennen als die entsprechende Bewegung zu wählen. Man könnte erwarten, dass im letzteren Falle der Vorgang schwieriger und seine Zeitdauer dem entsprechend länger sein werde —, die Versuche zeigen indessen, dass die Differenz der Zeiten höchstens sehr klein sein kann.

Versuche nach dieser Methode wurden zuerst von Donders¹⁾ und nach ihm von einer Zahl anderer Experimentatoren angestellt, in der Weise, dass die Versuchsperson die rechte Hand zu heben hatte, wenn z. B. ein rothes, die linke Hand, wenn ein blaues Licht erschien. Unter Wundt's Leitung hat Merkel²⁾ diese Methode weiter ausgedehnt, indem er bei jedem von 10 verschiedenen Eindrücken einen anderen Finger hob. Meine ersten Versuche (im Winter 1883—1884 mit elektrischem Licht gemacht) waren ähnlich denen der früheren Experimentatoren und ergaben als Wahlzeit zwischen 2 Bewegungen für *B.* 125, für *C.* 168 σ ; später benutzte ich das Fallchronometer, welches mir gestattete, statt des elektrischen Lichtes Tageslicht zu benutzen, das von einer farbigen Fläche reflektirt wurde. Der Uhrstrom ging durch zwei Telegraphenschlüssel; der Reagirende hielt den einen

1) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1868.

2) Philos. Stud. II, 1.

mit der linken, den andern mit der rechten Hand geschlossen. In derselben Versuchsreihe wurden je zwei Farben benutzt, entweder roth und blau, oder grün und gelb; auf roth und grün wurde mit der rechten, auf blau und gelb mit der linken Hand reagirt. Jede Zahl gibt den Mittelwerth aus 6 Reihen (in den uncorrectirten Reihen 78, in den correctirten 60 Versuchen) an.

Tabelle XXIX.

		<i>B.</i>				<i>C.</i>			
		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
27. XI.—2. XII.	roth	291	27	289	18	342	39	322	32
	blau	296	27	296	18	332	25	320	22
1.—5. XII.	grün	289	25	286	17	354	32	351	18
	gelb	303	28	306	20	334	34	332	23
	M.	295	27	294	18	340	32	331	24
	F. R.	9				3			

Nehmen wir aus den für die vier Farben gefundenen Zeiten das Mittel und subtrahiren davon die einfache Reactionszeit, so finden wir, dass *B.* 145, *C.* 190 σ braucht, um die Farbe zu erkennen und sich für die zugeordnete Bewegung zu entscheiden. Vergleichen wir diese Zahlen mit den im vorigen Abschnitt (Tabelle XVI) gegebenen, so ergibt sich, dass *B.* 18, *C.* 34 σ weniger braucht zur Ausführung einer vorher bestimmten, als zur Ausführung einer gewissen Bedingungen unterworfenen Bewegung.¹⁾

1) Der geringe Unterschied der Zeiten wird Manchem überraschend erscheinen, aber die psychischen Vorgänge sind nicht so sehr verschieden in den beiden Fällen. Sie sind Willküracte, wenn sie zum ersten Male ausgeführt werden (die Zeiten sind dann viel länger); wenn sie aber oft wiederholt werden, so werden sie automatisch. Im ersten Falle wird, sobald man erkannt hat, dass das Licht roth ist, ein Impuls von der Großhirnrinde nach dem Centrum für Zuordnung von Bewegungen gesandt und der Bewegungsimpuls ausgelöst, welcher die Hand hebt; im zweiten Falle wird, sobald man erkannt hat, ob das Licht roth oder blau ist, ein der Farbe des Lichtes entsprechender Impuls nach dem motorischen Centrum gesandt und ein

Ganz ähnlich war die Methode, welche auf Buchstaben angewandt wurde; die Versuchsperson hob die rechte Hand, wenn A, die linke, wenn Z da war. Die in der folgenden Tabelle gegebenen Zahlen sind wieder Mittel aus je 6 Reihen.

Tabelle XXX.

		B.				C.			
		R	V	R'	V'	R	V	R'	V'
4.—10. XII.	A	328	27	324	18	379	42	370	30
	Z	339	23	336	15	382	34	379	22
	M.	333	25	330	16	380	38	374	26
	F. R.	8				3			

Vergleichen wir diese Resultate mit den in Tabelle XXI gefundenen, so ergibt sich, dass für die Wahl zwischen zwei Bewegungen eine Zeit hinzutritt bei B. von 11, bei C. von 43 σ , Zahlen, welche mit den für Farben gefundenen gut übereinstimmen.

Bei den meisten meiner Versuche wurde die dem Reiz entsprechende Bewegung mit den Sprachorganen ausgeführt. Ich glaube, dass die hier gefundene Zeit von ganz besonderem Interesse ist, da wir fortwährend in der Lage sind, ein Wort lesen, eine Farbe nennen zu müssen etc. Hier haben wir außerdem eine unbeschränkte Menge von Eindrücken und von denselben entsprechenden Bewegungen zur Verfügung.

Bei den zunächst zu betrachtenden Versuchen wurden wieder zwei Eindrücke angewandt. Der Reagirende wusste nicht, welcher

Bewegungsimpuls nach der rechten oder linken Hand geschickt, je nachdem das Licht roth oder blau war. Die Bewegung der rechten Hand wird mit der Empfindung des rothen Lichtes, und ebenso die Bewegung der linken Hand mit der des blauen Lichtes so eng associirt, dass der Vorgang in hohem Grade automatisch werden kann. Wenn die Versuchsperson längere Zeit in dieser Weise reagirt hat, wird es sehr schwer, die Association zu vertauschen und etwa die rechte Hand zu heben, wenn blau einwirkte.

zu nennen war, nannte aber denjenigen, welcher wirkte, möglichst rasch, nachdem er ihn erkannt hatte. Die Bewegung wurde mit Hilfe des Schallschlüssels registriert. Diese Versuche sind eine weitere Ausführung der in Tabelle XVIII, XXII, XXVII und XXVIII gegebenen. Bei diesen machte der Reagirende eine festgesetzte Bewegung, d. h. er benannte ein erwartetes Object, sobald er sah, dass es wirklich da war; bei den jetzt zu beschreibenden musste die passende Bewegung ausgewählt werden, nachdem der Eindruck unterschieden war. Die Beziehung zwischen beiden Arten ist genau dieselbe, als wenn in beiden Fällen die Bewegung mit der Hand ausgeführt wird; der einzige Unterschied ist, dass wir gewöhnt sind, einer bestimmten Farbe blau den Namen blau zu geben, so dass diese Association bereits vorhanden ist, wogegen die Association zwischen einer Bewegung der linken Hand und blau erst zum Zweck der Experimente gebildet wird. In den Tabellen sind die Eindrücke paarweise zusammengekommen, wie durch Trennungslinien angegeben ist. Wie gewöhnlich wurden 26 Versuche in einer Reihe gemacht, 13 mit jedem von beiden Eindrücken; die Mittelwerthe sind demnach aus 13 Versuchen, die corrigirten Mittel aus 10 Versuchen berechnet.

Tabelle XXXI.

		B.		C.						B.		C.	
		R	R'	R	R'			R	R'	R	R'	R	R'
17. II.	A	346	353	439	440	19. II.	mind	339	332	432	435		
	Z	338	341	398	390		life	294	298	406	401		
19.	B	306	366	415	420	21.	time	296	305	379	382		
	M	338	332	435	434		house	285	291	369	363		
21.	E	326	321	384	383	24.	child	355	350	410	415		
	S	300	294	391	386		year	361	364	409	411		
24.	P	354	352	387	382		truth	303	297	392	390		
	T	350	344	436	429		name	329	324	397	399		
26.	O	292	296	425	421	26.	light	333	339	421	424		
	L	323	308	412	408		ship	294	298	396	395		
	M.	333	330	412	409			319	320	401	401		
	M. V.	24	17	28	19			24	16	21	14		

		B.		C.						B.		C.	
		R	R'	R	R'			R	R'	R	R'	R	R'
17. II.	roth	342	329	472	479	17. II.	Uhr	350	343	458	447		
	blau	317	322	441	447		Schiff	376	387	424	422		
19.	grün	303	298	484	474	19.	Auge	369	367	495	498		
	gelb	309	301	499	502		Hand	346	333	455	445		
21.	schwarz	347	354	386	382	21.	Baum	340	336	455	459		
	rosa	298	305	394	376		Vogel	343	339	451	447		
24.	violett	293	288	395	370	24.	Fisch	337	345	382	376		
	orange	278	270	433	441		Blatt	333	339	430	424		
26.	braun	323	325	421	431	26.	Hut	336	344	407	412		
	grau	331	337	453	446		Schuh	346	342	415	403		
	M.	314	313	438	435			348	347	437	432		
	M. V.	27	18	41	46			31	20	44	31		

Vergleichen wir diese Resultate mit den in Tabelle XVIII, XXII, XXVII und XXVIII gegebenen, so ergeben sich als hinzutretende Wahlzeiten die Werthe der folgenden Tabelle.

Tabelle XXXII.

	B.	C.
Buchstaben	+ 15	+ 37
Wörter	- 2	+ 33
Farben	+ 24	+ 99
Bilder	+ 39	+ 74

Diese Tabelle zeigt einen auffallenden Unterschied zwischen den beiden Reagirenden. Bei den Reactionen mit der Hand sahen wir bereits, dass bei B. eine kleinere Wahlzeit hinzukam, wenn er die Wahl zwischen zwei Bewegungen auszuführen hatte, als bei C. Noch auffallender ist diese Differenz, wenn die Bewegung mit den Sprachorganen auszuführen war. Die Tabelle ist ferner interessant, insofern sie einen Unterschied ergibt zwischen Buchstaben und Wörtern einer-

seits und Farben und Bildern andererseits. Die Association zwischen einem gedruckten Buchstaben oder Wort und seinem Namen erfordert weniger Zeit und ist folglich eine engere als zwischen einer Farbe oder einem Bild und dem zugehörigen Namen. Das erscheint uns erklärlich, da die erstere Association viel häufiger geübt ist; jedoch würde ich es a priori nicht vorausgesehen haben, da die Association zwischen einer Farbe oder einem Gegenstand und dem zugehörigen Namen gebildet ist, schon lange bevor wir lesen lernen.

In den nunmehr zu beschreibenden Versuchen wurde anstatt zweier Eindrücke und zweier entsprechender Bewegungen eine große Zahl von Eindrücken genommen und jedesmal der, welcher vorkam, vom Reagirenden benannt. In diesem Falle bestimmen wir die Zeit, die man braucht, um einen Eindruck, z. B. ein Wort, zu erkennen und zu benennen. Im vorigen Abschnitt haben wir annähernd die Zeit bestimmt, welche man braucht, um ein Object zu erkennen. Die Differenz beider Zeiten gibt uns daher die Zeit, welche man braucht, um ein Object zu benennen.

Zunächst ermitteln wir die Zeit für Erkennung und Benennung eines Buchstaben. Benutzt wurden alle 26 Buchstaben des großen lateinischen Alphabetes, und zwar kam jeder in jeder Reihe einmal vor. Nachdem wir 13 Reihen gemacht hatten, wurden für die einzelnen Buchstaben die Mittelwerthe berechnet, so dass wir die Mittel aus je 13 Versuchen mit demselben Buchstaben erhielten; darauf wurden die Reihen in der gewöhnlichen Weise corrigirt, indem die drei Reactionen ausgelassen wurden, welche vom corrigirten Mittelwerthe am meisten abwichen. Da die einzelnen Versuche mit demselben Buchstaben verschiedenen Zeiten angehören, finden wir die mittlere Variation größer als gewöhnlich. Die Tabelle gibt die Resultate, einerseits mit dem Schallschlüssel, andererseits wenn ein zweiter Reagirender die registrirende Bewegung ausführte.

Tabelle XXXIII.

	Mit einem zweiten Reagirenden. 9.—30. I.						Schallschlüssel. 5.—19. II.					
	B.			C.			B.			C.		
	R	V	R'	R	V	R'	R	V	R'	R	V	R'
A	398	25	405	458	43	440	430	18	396	462	38	476
B	444	30	436	471	53	457	414	26	406	418	30	413
C	466	36	477	450	22	453	417	29	417	421	25	424
D	421	18	417	454	31	454	394	51	400	412	15	411
E	400	11	402	445	9	447	396	30	397	425	28	424
F	432	31	434	442	21	446	405	30	412	414	26	420
G	453	31	446	483	24	474	402	48	395	427	14	426
H	435	20	441	423	13	417	356	20	352	429	26	422
I	395	26	403	433	25	429	394	24	394	449	36	451
J	408	29	417	473	44	472	399	42	410	417	21	415
K	432	18	438	474	34	463	395	25	401	415	27	409
L	412	20	418	463	47	457	393	22	397	427	34	423
M	421	44	400	435	16	425	389	21	395	418	26	422
N	429	38	419	453	19	460	384	32	390	415	36	422
O	410	15	404	440	32	436	395	19	392	411	15	409
P	459	64	442	462	23	455	392	19	398	395	15	393
Q	446	28	461	480	22	469	428	34	438	413	22	418
R	422	20	435	462	20	469	385	28	389	443	18	446
S	431	33	431	471	38	479	391	27	394	412	22	410
T	425	25	432	446	34	454	398	36	390	414	18	409
U	428	22	434	461	47	471	391	22	396	439	14	441
V	463	32	450	465	29	461	383	20	378	428	26	423
W	421	42	405	485	16	481	353	26	364	435	24	432
X	465	46	471	452	25	460	391	31	388	405	29	412
Y	433	20	446	501	26	493	405	44	415	458	33	463
Z	431	12	432	499	37	507	393	19	392	426	22	421
M.	430		431	461		459	395		398	424		424
M. V.		28	14		29	16		29	19		25	17

Wir erkennen daraus, dass der Reagirende ungefähr 0,4" braucht, um einen Buchstaben zu erkennen und zu benennen (d. h. zu lesen). Man kann hier die Resultate, welche ich in einem früheren Hefte dieser Studien ¹⁾ mitgeteilt habe, zum Vergleich heranziehen. Ich bestimmte dort nach zwei verschiedenen Methoden die Zeit, welche man braucht, um Buchstaben zu erkennen und zu benennen. Bei den

1) II, 4.

meisten von diesen Versuchen konnte der Reagierende, während er einen Buchstaben las, bereits beginnen, den folgenden (oder die folgenden) zu erkennen, so dass sich die Prozesse überdeckten und die Zeiten kürzer wurden, für *B.* gleich 279, für *C.* 224 σ . Die Zeiten wurden noch weiter verkürzt (*B.* 196, *C.* 89 σ), wenn die Buchstaben Wörter bildeten. Warum *B.*'s Zeit unter diesen Umständen länger ist als *C.*'s., dagegen kürzer, wenn ein einzelner Buchstabe zu erkennen und zu benennen war, vermag ich nicht anzugeben. Wir fanden im vorigen Abschnitt, dass *B.* 119, *C.* 116 σ brauchte, um einen Buchstaben zu erkennen; nehmen wir also an, dass die Unterscheidungszeit in beiden Fällen dieselbe ist, so sehen wir, dass *B.* 143, *C.* 176 σ braucht, um den Namen zu finden, welcher zu einem Buchstaben gehört. Es muss hinzugefügt werden, dass in späteren Reihen diese Zeit für *B.* beträchtlich kürzer wurde.

Es wurden ferner Reihen mit großen deutschen Buchstaben ausgeführt. Die Zeit fand sich lang, besonders für *C.*, wie Tabelle XXXIV zeigt.

Tabelle XXXIV.

	<i>B.</i>				<i>C.</i>			
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
14. II.	423	36	420	23	554	63	538	32
16.	446	30	439	18	573	58	549	33
18.	377	30	382	20	531	60	519	36
23.	363	34	357	23	464	30	461	21
25.	369	31	389	24	507	33	510	20
M.	396	32	397	22	526	49	515	29
F. R.	3				1			

In gleicher Weise wurden ein-, zwei- und dreistellige Zahlen benutzt. Zahlen von mehr als drei Stellen nahm ich nicht, da ich befürchtete, dass sie nicht als Ganzes aufgefasst und gelesen werden möchten.

Tabelle XXXV.

	1 stellige				2 stellige				3 stellige			
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
<i>B.</i>												
30. III.	318	14	317	9	357	26	358	16	413	39	417	20
2. IV.	316	28	312	16	344	15	343	10	381	25	377	15
M.	317	21	314	12	350	22	350	13	397	32	397	17
<i>C.</i>												
30. III.	390	28	397	18	424	32	423	22	476	31	503	24
2. IV.	418	24	419	13	460	39	460	21	502	39	499	24
M.	404	26	408	15	442	35	441	21	489	35	501	24

B. braucht also 33, *C.* 38 σ länger, um eine zweistellige Zahl, als um eine einstellige zu erkennen und zu benennen, und ferner braucht *B.* 47, *C.* 47 σ länger zu einer dreistelligen als zu einer zweistelligen Zahl.¹⁾

Die Zeit, welche man braucht, um ein Wort zu erkennen und zu benennen, wurde genau auf dieselbe Weise bestimmt. Versuche wurden angestellt mit langen und kurzen deutschen und englischen Wörtern, und zwar wurden von jeder Art 26 genommen. Bei den kurzen Wörtern machte ich 13 Reihen und fand die Zeit für die einzelnen Wörter in derselben Weise, wie bei den Buchstaben. Bei den langen Wörtern machte ich nur je 5 Reihen (130 Versuche) und berechnete die Zeit für die einzelnen Wörter nicht. Die Resultate sind in den folgenden Tabellen enthalten.

1) Vgl. die von Friedrich, Philos. Stud. I, 60, angegebenen Resultate.

Tabelle XXXVI.

	B.		C.			B.		C.	
5.—25. II.	R	R'	R	R'	5.—26. II.	R	R'	R	R'
bond	393	397	407	405	Baum	367	367	423	423
cause	395	394	423	428	Berg	382	385	414	417
chair	398	390	415	411	Bild	366	365	429	424
child	396	385	414	411	Brief	367	362	444	440
death	397	399	410	405	Buch	377	381	441	443
earth	405	414	409	406	Ding	380	379	432	435
fact	358	355	389	385	Fluss	356	362	425	424
faith	374	367	388	379	Form	350	354	407	409
force	359	362	371	373	Gold	378	385	452	450
head	366	368	367	362	Haus	326	322	405	403
house	366	367	385	388	Jahr	362	354	455	454
king	383	389	414	408	Kind	392	401	444	450
life	388	394	430	424	Kunst	397	400	456	461
light	396	394	418	414	Land	381	386	440	441
love	386	375	409	404	Licht	363	379	441	441
mind	421	426	422	418	Mann	396	403	447	439
name	402	401	405	410	Nacht	401	392	451	447
plan	395	390	388	396	Recht	333	327	446	445
ship	380	384	385	380	Stadt	399	402	451	449
slave	407	413	409	402	Stern	417	413	436	432
song	385	387	387	389	Thell	375	370	430	424
style	431	435	435	442	Tisch	381	385	446	449
time	381	388	411	408	Traum	366	372	453	454
truth	380	372	426	424	Volk	348	346	429	428
world	381	370	411	408	Welt	341	340	447	445
year	393	384	415	412	Zahl	374	381	459	469
M.	389	388	405	404		372	374	439	439
M. V.	30	20	21	14		25	18	22	14

Tabelle XXXVII.

	Große Englische Wörter.				Große Deutsche Wörter.			
	B.		C.		B.		C.	
	R	R'	R	R'	R	R'	R	R'
14. II.	493	484	451	450	410	409	501	498
16.	481	475	490	488	451	454	533	527
18.	447	440	451	457	424	418	507	500
23.	391	383	430	434	379	370	433	432
25.	391	378	431	431	391	376	473	475
M.	441	432	451	452	411	405	489	486
M. V.	37	21	20	13	31	20	24	15

Eine Betrachtung der Tabellen lehrt uns, dass es längere Zeit erfordert (bei englischen Wörtern für *B.* 52, für *C.* 46 σ , bei deutschen resp. 39 und 46 σ), um ein langes Wort, als um ein kurzes zu erkennen und zu benennen. In beiden Fällen wurde natürlich der Anfang der Bewegung registriert, so dass die zum Aussprechen des Wortes nöthige Zeit nicht in Betracht kommt. Weiter erfahren wir, dass es (für kurze Wörter bei *B.* um 17, bei *C.* um 34 σ , für lange Wörter resp. um 30 und 38 σ) längere Zeit erforderte, um ein Wort einer fremden Sprache zu erkennen und zu benennen, als ein solches der Muttersprache. Ich habe bereits früher Versuche über diesen Gegenstand veröffentlicht,¹⁾ wo der Unterschied noch viel größer war, weil man den Vortheil hatte, dass sich mehrere Wörter zu gleicher Zeit im Blickfelde befanden, was natürlich von um so größerem Einflusse ist, je bekannter die Sprache. Wenn wir diese Versuche mit denen des letzten Abschnittes vergleichen, so finden wir, dass, um ein einsilbiges Wort aus der Muttersprache zu erkennen, *B.* 104, *C.* 114 σ braucht, also *B.* 39, *C.* 62 σ weniger, als um einen Buchstaben zu benennen. Das ist nicht überraschend, da wir Wörter sehr viel häufiger lesen als einzelne

1) Philos. Stud. II, 4, Mind XXX.

Buchstaben, so dass bei ihnen die Association zwischen der Vorstellung und dem Namen enger ist und weniger Zeit erfordert.

Dieselbe Methode diente dazu, die Erkennungs- und Benennungszeit für Farben zu bestimmen. Die 10 benutzten Farben kamen 2—3 mal in jeder Reihe, im Ganzen 13 mal vor, und es wurden daraus die mittleren Zeiten für die einzelnen Farben berechnet. Die Tabelle gibt die Zeiten an, welche mit dem Schallschlüssel, sowie mit Hilfe eines zweiten Reagirenden gefunden sind. Die Farben sind so aufgeführt, dass diejenigen voranstehen, welche (im Mittel aus allen Versuchen) in kürzerer Zeit benannt wurden.

Tabelle XXXVIII.

	Mit einem zweiten Reagirenden 9.—30. I.						Schallschlüssel 5.—25. II.					
	B.			C.			B.			C.		
	R	V	R'	R	V	R'	R	V	R'	R	V	R'
blau	551	47	530	633	40	643	443	56	438	518	34	515
grün	535	50	539	663	25	658	433	38	440	539	29	532
roth	503	37	491	638	46	658	492	57	504	576	61	559
schwarz	641	82	618	589	34	583	473	41	464	515	54	505
gelb	574	33	563	660	17	656	481	70	490	588	54	575
rosa	614	105	615	714	62	699	503	75	485	614	92	578
violett	621	52	613	688	73	659	552	58	558	603	32	611
grau	568	57	586	860	119	841	447	63	426	714	91	697
braun	641	104	630	978	130	990	532	83	515	625	85	603
orange	609	56	609	910	122	876	584	96	566	718	76	730
M.	592	63	584	733	67	726	494	63	489	601	61	591
M. V.			39			42			42			38

Diese Resultate sind bemerkenswerth. Im vorigen Abschnitt sahen wir, dass die Apperceptionszeit für Farben (da sie einfachere Eindrücke sind) kürzer ist, als für Buchstaben oder Wörter; jetzt finden wir, dass es verhältnismäßig viel längere Zeit braucht (für B. 286, für 400 C. *o*), um eine Farbe zu benennen. Besonders war dies im Anfange und für gewisse Farben der Fall. Die Farbe wurde zwar mit Leichtigkeit erkannt, aber es machte große Schwierigkeit den

Namen zu finden (besonders bei *C.*). Die Farben, welche man im täglichen Leben am häufigsten sieht und benennt, roth, gelb, grün, blau, schwarz, wurden mit größerer Leichtigkeit und in entschieden kürzerer Zeit (bei *B.* um 61, bei *C.* um 150 σ) benannt als rosa, braun, grau, violett und orange; bei den letzteren wurde aber die Zeit durch die Uebung sehr verkürzt.

Die 26 bereits beschriebenen Bilder wurden in derselben Weise erkannt und (von *B.* deutsch, von *C.* englisch) benannt; die für die einzelnen Bilder gefundenen Zeiten sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle XXXIX.

	Bild von	<i>B.</i>		<i>C.</i>			<i>B.</i>		<i>C.</i>	
		<i>R</i>	<i>R'</i>	<i>R</i>	<i>R'</i>		<i>R</i>	<i>R'</i>	<i>R</i>	<i>R'</i>
14.-26. II.	Anker	489	463	552	535	Schere	447	453	558	558
	Auge	496	476	500	503	Schiff	445	438	493	486
	Baum	457	449	524	517	Schirm	466	472	567	556
	Beil	469	454	526	513	Schuh	437	430	492	493
	Bild	475	486	587	574	Schlüssel	477	467	561	560
	Blatt	497	497	578	567	Stern	481	489	496	496
	Blume	495	479	568	586	Stuhl	498	510	539	534
	Fisch	462	454	497	487	Tisch	486	490	544	547
	Flasche	489	479	572	561	Uhr	461	462	567	562
	Glas	480	466	585	596	Vogel	515	507	569	566
	Hand	484	476	500	490					
	Hut	419	415	454	446					
	Kanne	499	486	612	600	M.	477	472	545	541
	Kreuz	485	470	586	591					
	Licht	493	494	563	552					
	Mond	496	504	588	587	M. V.	46	30	40	25

Im vorigen Abschnitt fanden wir, dass Bilder (und man darf wohl annehmen, auch die durch sie dargestellten Objekte) ungefähr dieselbe Unterscheidungszeit erfordern wie Farben. Wir finden jetzt, dass sie auch ungefähr in derselben Zeit (bei *B.* in 251, bei *C.* in 278 σ) benannt werden können als die am häufigsten vorkommenden Farben. Der Unterschied der für die verschiedenen Bilder gefundenen Zeiten ist beachtenswerth. Sowohl *B.* als *C.* nannten das Bild eines Hutes in der kürzesten Zeit, *B.* brauchte die längste, um »Vogel« und »Kanne«, *C.* um »Kanne« und »Mond« zu nennen. Es ist eine inte-

ressante Thatsache, dass man das Bild eines Stuhles schneller erkennen kann, als das Wort »Stuhl«, dass es aber mehr als 0,1" länger braucht, um es zu benennen.

Wir haben so die Zeit gefunden, welche man braucht, um Objekte zu erkennen und zu benennen, mit denen wir fortwährend in Berührung kommen. Unsere Versuche bezogen sich nicht auf künstliche Prozesse oder Dinge, welche außer dem Bereich unsrer natürlichsten Interessen liegen. Wenn, wie es wahrscheinlich der Fall ist, im Laufe der Entwicklung die molekularen Bestandtheile des Nervensystems empfindlicher werden, so können wir annehmen, dass auch die Zeiten, welche wir zu unseren geistigen Processen brauchen, kürzer werden. Es würde daher von großem Interesse sein, Versuche wie die vorliegenden mit Leuten von verschiedener Race, sowie auch von verschiedenem Alter, Geschlecht, verschiedener Beschäftigung u. s. w. anzustellen.

In der folgenden Tabelle stelle ich die Resultate der vorigen Versuche noch einmal kurz zusammen. Ich gebe dieselben hier nicht bis auf 0,001" genau an, sondern in abgerundeten Werthen.

Tabelle XL.

	<i>B.</i>	<i>C.</i>
Einfache Lichtreaction	150	150
Erkennungszeit für Licht	30	50
" " eine Farbe	90	100
" " ein Bild	100	110
" " einen Buchstaben	120	120
" " ein (kurzes) Wort	120	130
Benennungszeit für Farben	250	400
" " Bilder	250	250
" " Buchstaben	140	170
" " Wörter	100	110

V. Einfluss der Aufmerksamkeit, Ermüdung und Uebung auf die Dauer psychischer Prozesse.

Wir haben gesehen, dass, während die einfache Reactionszeit etwas verlängert wird, wenn sich die Aufmerksamkeit nicht so vollständig auf den Moment des Eindrucks vorbereiten kann, sie bei geübten Versuchspersonen kaum verändert wird durch verschiedene Grade der Aufmerksamkeit. Eine ähnliche Untersuchung habe ich angestellt für Prozesse, bei denen es nothwendig war, zu unterscheiden und zu wählen. Als typische Fälle wählte ich erstens die Zeit, welche man braucht, um eine weiße Fläche zu erkennen und dies durch eine Bewegung der Hand auszudrücken; zweitens die Zeit, die man braucht, um einen Buchstaben zu erkennen und zu benennen. Einmal strengte sich der Reagirende durch möglichste Concentration der Aufmerksamkeit und möglichste Vorbereitung an, so schnell als möglich zu reagieren; das andere Mal wurde der Eindruck in unregelmäßigen Intervallen ($\frac{3}{4}$ —15") nach dem Signal hervorgebracht, so dass die Aufmerksamkeit nicht im Zustande der größten Bereitschaft gehalten werden konnte.

Tabelle XLI.

	gespannt				abgelenkt			
	B.		C.		B.		C.	
	R	R'	R	R'	R	R'	R	R'
	Weißes Licht							
4. IV.	192	194	236	234	333	321	273	278
5.	196	193	235	237	250	233	256	254
6.	186	191	230	231	244	234	234	229
7.	192	194	246	249	239	239	246	248
M.	191	193	237	238	266	257	252	252
M. V.	13	6	13	10	38	23	16	9

	gespannt				abgelenkt			
	B.		C.		B.		C.	
	R	R'	R	R'	R	R'	R	R'
	Buchstaben							
4. IV.	334	335	395	398	387	388	441	442
	336	333	397	402	371	366	403	411
5.	335	337	404	410	373	377	432	435
6.	333	336	395	397	343	350	422	418
7.	331	333	410	408	340	339	427	426
M.	334	335	400	403	363	364	425	426
M. V.	29	20	21	13	33	20	26	16

Je nachdem der eine oder der andere Grad von Aufmerksamkeit oder Bereitschaft vorhanden ist, ergeben sich für die Zeit, welche erforderlich ist, um eine weiße Fläche zu erkennen und darauf zu reagieren, Werthe, deren Differenz für *B.* 75, für *C.* 15 σ beträgt, bei der Zeit der Erkennung und Benennung von Buchstaben eine Differenz von 29 σ für *B.*, 25 für *C.*

Da ich überall in den Tabellen die Data angegeben habe, an denen die Reihen gemacht wurden, und da ich keine einzige Reihe weglassen habe, so kann man den Einfluss andauernder Uebung aus der Vergleichung sämtlicher Tabellen bequem ersehen. Schon vorher hatten zwar *B.* und *C.* ziemliche Uebung im Ausführen von einfachen Reactionen; für die übrigen hier betrachteten Prozesse gilt das aber nicht. In den 20 Reihen einfacher Reactionen auf Licht (Tabelle I), die innerhalb 6 Monaten angestellt waren, ist keinerlei Kleinerwerden der Zeit bemerkbar. *B.*'s Reactionszeit war jedoch kürzer 1884—1885 als 1883—1884, wie man aus Tabelle VI sehen kann, wo seine Reactionszeit besonders für Licht beträchtlich länger ist als die *C.*'s. Am Ende der Untersuchung wiederholte ich die zu Anfang gemachten Versuche, bei denen auf eine von mehreren Farben, einen von mehreren Buchstaben, eins von mehreren Wörtern zu reagieren war (Tabelle XIX,

XXIV und XXVII], und fand, dass die Zeiten besonders für *B.* kürzer geworden waren. Es ergaben sich folgende Aenderungen:

	<i>B.</i>	<i>C.</i>
Farben	- 28	+ 3
Buchstaben	- 50	- 13
Wörter	- 54	- 35

Beim Benennen von Farben und Bildern wurden ebenfalls, wie oben erwähnt, die Zeiten durch Uebung kürzer.

In einzelnen Fällen, wo die Aufmerksamkeit abgelenkt war, accommodirte sich dieselbe den veränderten Bedingungen, und die Zeiten wurden wieder kürzer. Es kann hierbei als Gesetz aufgestellt werden, dass die psychischen Prozesse bis zu einer bestimmten Grenze um so kürzer werden, je mehr sie automatisch geworden sind, dass aber die Uebung wenig oder gar keinen Einfluss mehr hat, sobald diese Grenze erreicht ist.

Um den Einfluss der Uebung noch weiter zu prüfen, wurden die Untersuchungen im April 1885 unterbrochen, nach einer Pause von 3 Monaten, während deren keine Versuche gemacht wurden, wieder aufgenommen, und die Zeiten der wichtigsten Prozesse wiederum gemessen. Es wurden je 5 Reihen einfacher Licht- und Schallreactionen gemacht, je 5, in denen nur auf weiß, nur auf einen bestimmten Buchstaben, nur auf eine bestimmte Farbe, auf andere gleichartige, damit wechselnde Eindrücke nicht zu reagiren war, endlich je 5, in welchen Buchstaben, Farben, kurze Wörter erkannt und benannt wurden.

Tabelle XLII.

	<i>B.</i>					<i>C.</i>				
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>D</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>D</i>	<i>R'</i>	<i>V'</i>
Lichtreaction	139	12	- 11	140	8	167	13	+ 17	167	9
Schallreaction	122	7	- 3	121	5	141	9	+ 16	139	6
Weißes Licht	212	12	+ 1	211	6	254	13	+ 13	254	8
Buchstaben	305	22	+ 19	304	14	309	26	- 3	307	18
Farben	258	22	- 1	256	17	289	24	- 4	294	16
Buchstaben	354	25	- 41	353	17	425	22	+ 1	428	14
Farben	402	33	- 92	400	23	609	71	+ 8	600	50
kurze Wörter	331	17	- 41	330	12	410	20	+ 6	410	14

Vergleicht man diese Zeiten mit den entsprechenden der vorigen Abschnitte, so findet man, wie die Werthe unter *D* zeigen, dass kein großer Unterschied vorhanden ist, nur sind im Allgemeinen die Zeiten von *B.* etwas kürzer, die von *C.* etwas länger geworden.

Wir kommen nun zum Einfluss der Ermüdung. Dieser ist gerade wie der der Aufmerksamkeit bedeutend überschätzt worden; viele Experimentatoren haben nur wenige Versuche in einer Reihe und an einem Versuchstage gemacht, damit der Reagirende nicht ermüdet werden sollte. Um den Einfluss der Ermüdung innerhalb einer Versuchsreihe zu untersuchen, nahm ich 30 Reihen von Lichtreactionen und berechnete das Mittel aus den ersten Reactionen jeder Reihe, ebenso das Mittel der zweiten Reactionen und so durch bis zur 26sten, mit der die Reihe geschlossen war. In gleicher Weise nahm ich 200 Reihen, in denen die Versuchsperson erst einen Eindruck zu unterscheiden und dann zu reagiren hatte, und berechnete wiederum das Mittel aller ersten, aller zweiten u. s. w. Reactionen. Die Eindrücke waren in den verschiedenen Reihen verschieden, aber im Verlaufe jeder einzelnen Reihe dieselben. In diesen Reihen waren bloß je 13 Bestimmungen, aber es fanden 26 Prozesse statt, und es ist wohl ebenso ermüdend, wenn ein Object nicht da ist, die Reaction zu verhindern, als das Object zu sehen und zu reagiren. Die gefundenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle XLIII.

	<i>B.</i>		<i>C.</i>			<i>B.</i>		<i>C.</i>			<i>B.</i>		<i>C.</i>	
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>V</i>
I.	136	18	139	15	XIV.	147	9	151	10	I.	277	30	306	29
II.	146	14	155	13	XV.	147	9	151	8	II.	287	25	308	22
III.	144	11	150	9	XVI.	149	12	148	8	III.	294	25	308	23
IV.	145	16	149	10	XVII.	152	12	154	12	IV.	298	22	316	26
V.	143	9	149	10	XVIII.	152	8	152	10	V.	297	25	314	23
VI.	142	13	149	13	XIX.	151	9	154	13	VI.	300	25	317	22
VII.	147	10	151	13	XX.	148	10	151	12	VII.	292	21	318	24
VIII.	148	10	150	11	XXI.	150	13	146	9	VIII.	298	23	319	23
IX.	155	13	149	7	XXII.	152	12	150	10	IX.	299	20	319	23
X.	145	9	151	9	XXIII.	147	8	148	12	X.	297	23	322	24
XI.	143	13	147	9	XXIV.	152	13	144	10	XI.	297	23	319	22
XII.	154	14	147	13	XXV.	150	13	144	11	XII.	293	20	322	23
XIII.	153	16	152	11	XXVI.	150	15	150	10	XIII.	295	22	317	23
M.						145	12	149	11		294	23	316	24

Man erkennt, dass die ersten Reactionen ein wenig kürzer, dass die Zeiten aber im Uebrigen bei den späteren Reactionen nicht länger waren als bei den vorhergehenden. Demnach ist wohl anzunehmen, dass man bei den ersten Versuchen einer Reihe unwillkürlich gespannter aufmerksam ist als bei den späteren, dass aber das Gehirn im Allgemeinen nicht ermüdet wird, wenn man 26 psychische Prozesse nach einander ausführt. Die Verkürzung tritt mehr hervor, wenn weißes Licht zu unterscheiden war, als bei den einfachen Reactionen, wie überhaupt bei den Unterscheidungs- und Wahlversuchen Aenderungen der Aufmerksamkeit einen größeren Einfluss haben. Auch ist die Verkürzung bedeutender bei *B.* als bei *C.*

Um den Einfluss der Ermüdung noch weiter zu untersuchen, machte ich ausgedehnte Versuchsreihen (1950 Versuche) in der Weise hintereinander, dass derselbe Reagirende vom frühen Morgen bis spät in die Nacht hinein fast ununterbrochen zu reagiren hatte. 3 Reihen einfacher Reactionen (75 Versuche) wurden auf Licht gemacht; 3 Reihen (39 Bestimmungen, aber 78 geistige Prozesse), bei denen ein weißes Licht zu unterscheiden und darauf zu reagiren war; 3 Reihen, in denen Buchstaben erkannt und benannt wurden, 2 Reihen Associationsprocesse,¹⁾ endlich 3 Reihen einfacher Schallreactionen. Diese ganze Folge von Reihen wurde 6mal wiederholt. Die Versuche begannen bei beiden Personen um 7 Uhr 30 Min. Morgens und dauerten bei *C.* bis 1 Uhr 30 Min. Morgens, bei *B.* bis 11 Uhr Abends. Kurze Pausen wurden gemacht zum Mittag- und Abendessen. Eine Reihe jeder Art wurde am anderen Morgen und wiederum am Abend ausgeführt, eine weitere Folge von Reihen bei *C.* am zweitfolgenden Tage. In der Tabelle gebe ich zunächst die Mittelwerthe und mittleren Variationen der ersten Folge von Reihen an. Bei den späteren Folgen theile ich der Uebersichtlichkeit wegen nur die Zu- oder Abnahme gegen den Werth der entsprechenden Reihen der ersten Folge und gegen die mittlere Variation derselben mit. Die corrigirten Werthe gebe ich hier nicht an, weil sie mit den uncorrigirten fast vollständig übereinstimmten.

1) Nähere Angaben hierüber muss ich aufschieben bis zur Veröffentlichung meiner Versuche über Association.

Tabelle XLIV.

	Licht		Weißes Licht		Buchstaben		Asso- ciationen		Schall	
<i>B.</i>										
31. III. 7. 30 Vm.	157	12	198	21	344	25	733	103	139	9
9. 40	- 1	- 1	- 5	- 4	+10	+ 2	- 98	- 17	- 3	- 1
1. Nm.	-14	- 2	+ 9	- 4	- 7	+ 9	- 59	- 11	+11	+10
2. 50	-10	- 3	+ 9	+ 4	+ 4	+ 1	- 2	- 8	- 7	- 2
6. 55	+ 1	- 2	+34	- 3	+12	+ 6	- 81	- 39	+ 3	+ 2
8. 50	+ 5	+ 1	+20	- 2	+37	+ 5	+228	+121	+10	+ 1
1. IV. 8. 30 Vm.	-17	- 2	-10	+1	+21	+ 9	+ 83	+ 2	-16	- 2
8. Nm.	- 7	+ 3	+ 2	- 5	+ 1	+10	+153	+ 68	- 2	+ 5
<i>C.</i>										
26. III. 7. 30 Vm.	156	10	247	12	439	23	827	125	144	13
10. 55	+10	+ 3	-17	+ 4	- 8	- 4	+ 9	+ 8	+ 2	- 3
2. 40 Nm.	+28	+ 5	+ 1	+ 9	+ 9	0	+ 12	+ 43	+15	+ 1
7. 20	+19	+ 1	-10	+ 7	+19	- 3	+ 58	+ 5	+15	- 3
9. 20	+33	+ 7	+ 6	+ 9	+37	+ 3	+163	+ 23	+19	+ 4
11. 40	+34	+ 8	+ 2	+ 4	+30	0	+111	+ 10	+11	0
27. III. 8. 30 Vm.	+27	+ 1	+ 6	+ 7	- 3	+ 5	+ 19	+ 7		
8. Nm.	+20	+ 5	- 2	+ 2	+11	- 3	- 12	- 41	+20	- 2
28. 8. 30 Vm.	+25	+12	- 1	+ 5	- 5	- 3	+ 42	+ 44	- 6	- 1

Das hauptsächlichste Resultat, welches man aus der Tabelle ablesen kann, ist, dass der Einfluss der Ermüdung sehr gering war; die Zeiten sind in keinem Falle mehr verlängert worden als um ein paar Hunderttheile einer Sekunde, auch die mittleren Variationen sind nur unbedeutend gewachsen. Ebenso fühlte sich die Versuchsperson nicht ermüdet, obwohl der Ablesende, der an den Apparaten fortwährend zu arbeiten hatte, ziemlich abgESPANNT wurde. Wir kommen somit zu dem Resultate, dass die Vorgänge, welche am meisten automatisch sind, nämlich die Erkennung und Benennung von Buchstaben und *C.*'s einfache Reactionszeit, von der Ermüdung am meisten beeinflusst wurden.

Die am zweiten Tage ausgeführten Versuche zeigen, dass bei *B.* über Nacht die Ermüdung verschwunden war; bei *C.* dagegen waren vermuthlich diejenigen Veränderungen im Gehirn, welche auf die ein-

fachen Reactionen von Einfluss sind, bis zum zweiten und auch bis zum nachfolgenden Tage noch nicht wieder ausgeglichen.

Die von mir mitgetheilten Versuche zeigen von neuem, dass es möglich ist exacte Methoden zur Erforschung der psychischen Prozesse anzuwenden. Wir haben die Dauer von Vorgängen bestimmt, welche einen großen Theil unseres geistigen Lebens ausmachen, und haben gefunden, dass diese Zeiten unter gleichbleibenden Bedingungen constant sind; sie sind unter dieser Voraussetzung zufälligen Schwankungen in nicht höherem Grade unterworfen als etwa die Geschwindigkeiten des Schalls oder des Lichtes. Ich werde demnächst eine Folge von Versuchen veröffentlichen, die einen Schritt weiter gehen und die Dauer geistiger Prozesse bestimmen, welche weiter abliegen von den psychophysischen Vorgängen, die sich auf Empfindungen und Bewegungen beziehen.
