

Ueber die Apperceptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen.

Von

Dr. Max Friedrich.

Der Zweck der folgenden Versuche, welche im Verlauf des Wintersemesters 1879—80 unter Leitung des Herrn Professor Wundt ausgeführt wurden, war die Beantwortung der Frage nach der Zeitdauer der Apperception von zusammengesetzten Vorstellungen. Es versteht sich von selbst, dass die gestellte Aufgabe in dieser allgemeinen Form nicht zu lösen ist, da unter der ungeheuren Mannigfaltigkeit der zusammengesetzten Vorstellungen immer nur gewisse eng begrenzte Gebiete derselben eine gemeinsame Behandlungsweise und vergleichende Betrachtung bezüglich ihrer Apperceptionsdauer zulassen werden. Am leichtesten und bequemsten ordnen sich ohne Zweifel den Gesichtseindrücken zugehörige Vorstellungen in Gruppen an, und unter diesen sind es wieder die Vorstellungen einfacher Raumgebilde und die Zahlenvorstellungen, welche wegen ihrer Einfachheit und ihres innern gesetzmäßigen Zusammenhanges für unsre Zwecke besonders geeignet waren und deshalb bei unsern Untersuchungen zu Grunde gelegt wurden.

Es schien wünschenswerth, die für zusammengesetzte Gesichtsvorstellungen gefundenen Resultate mit der Apperceptionsdauer einfacher Gesichtseindrücke zu vergleichen. Ueber die letzteren liegen bereits von Donders¹⁾, v. Kries und Auerbach²⁾ u. A. Versuche vor. Allein die ungleichen Bedingungen, unter denen dieselben statt-

1) Donders, Schnelligkeit psychischer Prozesse. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1868.

2) v. Kries und Auerbach, die Zeitdauer einfachster psychischer Vorgänge. Ebend. 1877.

finden, die Verschiedenheit der beim Reagiren benutzten Methoden und der Umstand, dass jene psychophysischen Zeiten individuellen Einflüssen unterworfen sind, veranlassten uns, eigene Versuche über den gedachten Gegenstand anzustellen, womit wir zugleich, soweit dies thunlich, eine prüfende Kontrolle der einzelnen beim Reagiren üblichen Methoden verbanden. Ein Blick auf die von den verschiedenen Beobachtern für die Apperceptionsdauer einfacher Gesichtseindrücke (Farben) gefundenen Zahlen zeigt aufs deutlichste, wie sehr die Resultate von der Art und Weise des erhaltenen Reizes und des Reagirens abhängen, und wie vorsichtig man in der Wahl und Anordnung dieser äußeren Umstände sein muss.

Die vorliegende Materie zerfällt ihrem Inhalte nach in vier Abschnitte, deren erster sich mit der Methode und der Technik der Versuche beschäftigt. Die zwei folgenden behandeln das eigentliche Ziel unsrer Untersuchungen, welches in der Beantwortung der beiden Fragen liegt:

- 1) »Welches ist die Dauer der Apperception einfacher Farbenempfindungen?«
- 2) »Welches ist die Dauer der Apperception zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen (Zahlen)?«

Ein vierter und letzter Abschnitt enthält einige Bemerkungen über die Uebung und Ermüdung, sowie eine kurze Zusammenstellung der gefundenen Resultate.

1. Die Methode und Technik der Versuche.

Unter Apperceptionsdauer sei der Definition des Herrn Prof. Wundt¹⁾ zufolge die zwischen der Perception und Apperception gelegene Zeit verstanden. Diese lässt sich direct nicht messen, sondern reiht sich in die einzelnen Vorgänge ein, aus welchen ein Versuch zusammengesetzt ist und deren sich fünf unterscheiden lassen: 1) die Leitung vom Sinnesorgan bis in das Gehirn, 2) der Eintritt in das Blickfeld des Bewusstseins oder die Perception, 3) der Eintritt in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit oder die Apperception, 4) die Willenszeit, welche erfordert wird, um im Centralorgan die registrirende Bewegung auszulösen, 5) die Leitung der so entstandenen motorischen Erregung

¹⁾ Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 1. Aufl. S. 727. 2. Aufl. II S. 220.

bis zu den Muskeln und das Anwachsen der Energie in denselben. Für unsere Zwecke handelt es sich nur um die unter 3) angeführte Zeit; es muss also eine Methode angegeben werden, sie aus dem Zusammenhange der übrigen zu trennen. Es scheint, dass nur ein Weg zum gewünschten Ziele führt, welcher darin besteht, dass man zunächst einen Versuch anstellt, in welchem alle fünf genannten Vorgänge enthalten sind, sodann einen zweiten, in welchem die Apperceptionszeit ausfällt. Die Differenz der für beide Versuche erhaltenen Zeiten giebt offenbar die Apperceptionszeit. Dabei macht man die Annahme, dass die Zeiten 1), 2), 4), 5) in beiden Versuchen wenigstens annähernd dieselben seien, was insofern berechtigt ist, als man bei innerer Selbstbeobachtung sich durchaus keines Unterschiedes bewusst wird. Man könnte auch von vornherein auf die Isolation der Apperceptionsdauer verzichten, wenn es sich um Vorstellungen desselben Gebietes, z. B. Zahlenvorstellungen handelt, und die ganzen physiologischen Zeiten (d. h. alle fünf Vorgänge zusammengenommen) derselben unter einander vergleichen. Unter der Voraussetzung, dass für Vorstellungen desselben Gebietes unter sonst gleichen Bedingungen die Zeiten 1), 2), 4), 5) an Größe dieselben bleiben, hätte man es dann mit Zahlen zu thun, die sich von der absoluten Apperceptionsdauer alle um ein und dieselbe constante Größe unterscheiden. Die hier zu Grunde liegende Hypothese dürfte sich von der im ersten Falle angenommenen kaum unterscheiden.

Will man die absolute Apperceptionsdauer bestimmen, so bleibt nur der zuerst angegebene Weg übrig. Aber schon beim ersten Schritte machen sich bedeutende Schwierigkeiten geltend, welche der Forderung entspringen, zwei Versuche so einzurichten, dass der eine sämtliche fünf Vorgänge der physiologischen Zeit, der andere nur die Zeiten 1), 2), 4) und 5) enthalte, und so kann es nicht Wunder nehmen, dass gerade über diesen wichtigen Punkt der Untersuchung erhebliche Differenzen bei den einzelnen Beobachtern herrschen. Donders hat zuerst drei Versuchsmethoden angegeben, deren Unterschied wesentlich in der Verschiedenheit des Reactionsactes begründet ist, und die sich kurz in folgender Weise darstellen lassen: a) auf einen dem Experimentirenden vorher bekannten Reiz wird so schnell wie möglich in bestimmter und stets gleicher Weise reagirt (einfache Reactionsmethode), b) bei mehreren in unbekannter Succession erfolgen-

den Reizen wird für jeden derselben in anderer, vorher bestimmter Weise reagirt (mehrfache Wahlmethode), c) es wird bei mehreren in unbekannter Succession erfolgenden Reizen nur auf einen vorher bestimmten in bestimmter Weise reagirt (einfache¹⁾ Wahlmethode²⁾. Für Gesichtseindrücke war die mehrfache Wahlmethode dahin specialisirt, dass nur zwei Farben unregelmäßig wechselten und auf die eine mit der rechten, auf die andre mit der linken Hand reagirt wurde³⁾. Je nachdem nun einundderselbe Reiz nach der unter a) oder b) oder c) angeführten Methode registriert wird, verfließen verschieden große Zeitintervalle vom Beginn des Reizes bis zur Vollziehung der Reaction. Das größte dieser Intervalle gehört bei Donders' Versuchen der mehrfachen Wahlmethode an, das kleinste der einfachen Reactionsmethode. Bildet man die Differenz entsprechender Intervalle der beiden genannten Methoden, so repräsentirt dieselbe die Dauer einer psychischen Thätigkeit, welche sich nach Donders' Meinung aus der Vorstellungsbildung und der zur Wahl des Signals erforderlichen Willensthätigkeit zusammensetzt. Dagegen soll die Differenz der mittelst der einfachen Reactions- und einfachen Wahlmethode gefundenen Zeiten mit der Zeit der Vorstellungsbildung, d. h. mit der absoluten Apperceptionsdauer zusammenfallen. Die gegen dieses Verfahren von Herrn Professor Wundt erhobenen Einwände⁴⁾ scheinen bis jetzt nicht widerlegt zu sein, vielmehr durch unsre eigenen Versuche, auf die ich eingehender im zweiten Abschnitt zurückkomme, eine Bestätigung erfahren zu haben. Es liegen jedoch außer den Arbeiten von Donders und de Jaager spätere Versuche von v. Kries und Auerbach vor⁵⁾, welche ebenfalls nach Donders' einfacher Wahlmethode angestellt sind und mich veranlassen, diesen Gegenstand hier etwas ausführlicher zu behandeln.

Die Zweifel an der Richtigkeit des Donders'schen Verfahrens

1) Ausdrücklich bemerke ich, dass die Bezeichnungen »einfach« und »mehrfach« nur zur bequemen Unterscheidung dienen und sich nicht auf den betreffenden psychischen Act selbst beziehen sollen. Von Donders, der den drei Methoden eine andere psychologische Interpretation giebt, sind dieselben als a-, b- und c-Methode bezeichnet worden.

2) Donders, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1868. S. 657 f.

3) Donders a. a. O. S. 666 und de Jaager, De physiologische Tijd bij psychische Processen. 4) Wundt, S. 744 f. (2. Aufl. II, S. 252.)

5) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877. S. 297 ff.

richten sich gegen die Behauptung, dass die einfachen Wahlversuche von den einfachen Reactionsversuchen nur durch das Hinzutreten einer gewissen Zeit sich auszeichneten, welche Donders »die Unterscheidungszeit« nennt und die nach seinen eigenen Worten mit der Erkennungszeit identisch ist¹⁾. Dagegen wird geltend gemacht, dass außer jener Unterscheidungszeit noch eine »Wahlzeit« hinzukomme, und dass überdies der Zustand des Bewusstseins im Ganzen ein anderer sein müsse bei den einfachen Wahlversuchen als bei den einfachen Reactionsversuchen. Es kann nicht schwer fallen, sich von der Triftigkeit dieser Einwände zu überzeugen, wenn man sich den Unterschied der beiden Methoden genau vergegenwärtigt. Derselbe ist ein doppelter. Einmal besteht er darin, dass bei der einfachen Reactionsmethode stets einundderselbe Reiz das Auge trifft, dagegen bei der einfachen Wahlmethode verschiedene Reize in unbekannter Reihenfolge nach einander appercipirt werden. Der zweite nicht minder wichtige Unterschied betrifft den Umstand, dass bei der einen Methode in allen Fällen, bei der anderen nur auf einen von mehreren Reizen reagirt wird. Bei den Reactionsversuchen beruht die **Hauptthätigkeit des Bewusstseins** in der Spannung der Aufmerksamkeit und **im Empfangen des Reizes**, während die Reaction bei einiger Uebung, wenn der Versuch als gut bezeichnet werden soll, gewissermaßen von selbst erfolgt, d. h. es ist nur ein einziger geringer Willensimpuls nöthig, um nach erfolgter Perception die Signalbewegung auszulösen²⁾. Nicht so bei der Wahlmethode. Hier tritt nach der Bildung der Vorstellung eine Ueberlegung ein, ob zu reagiren sei oder nicht, eine Thätigkeit des Willens, welche von der Reproduction abhängig ist. Die hierzu erforderliche Zeit hat Herr Professor Wundt »die Wahlzeit« genannt. Sie hat mit der eigentlichen Apperceptionsdauer gar nichts gemein, denn sie verfließt, nachdem die Vorstellung bereits gebildet ist. Dass sie ziemlich groß ausfallen kann, liegt in der Natur der Sache. So bemerkte ich bei unsern eignen Versuchen häufig, dass ich nach erfolgter Apperception längere Zeit das Bild der Vorstellung im Bewusstsein trug, ehe es mir gelang, die an die betreffende Vorstellung geknüpfte Reactionsweise zu reproduciren, indem das Gedächtniss für einen kurzen Augenblick versagte und der Wille gleichsam

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1868. S. 672.

2) Vergl. a. Exner, Pflüger's Archiv, Band 11.

gegen einen labilen Gleichgewichtszustand im Bewusstsein ankämpfte¹⁾.

Der andere Unterschied der einfachen Reactions- und Wahlmethode beruht, wie bemerkt, darauf, dass bei der ersteren stets derselbe, bei der letzteren verschiedene Reize nach einander empfunden werden. Diesen Umstand darf man nicht übersehen, da er jedenfalls von Einfluss ist, wie später (s. S. 56 f.) näher erörtert wird.

Um die angeführten Misstände der einfachen Wahlmethode möglichst zu vermeiden, bedienten wir uns bei unsern eigenen Versuchen stets einer und derselben Reactionsweise, und das Princip der bei allen Untersuchungen befolgten Methode lautet: Es wird dem Reagirenden in einem ihm annähernd bekannten Zeitaugenblicke das vorher verdunkelte Object solange erleuchtet, bis er die Reaction ausführt, welche stets in einundderselben Bewegung besteht. Wir benutzten dabei folgende Vorrichtungen und Apparate.

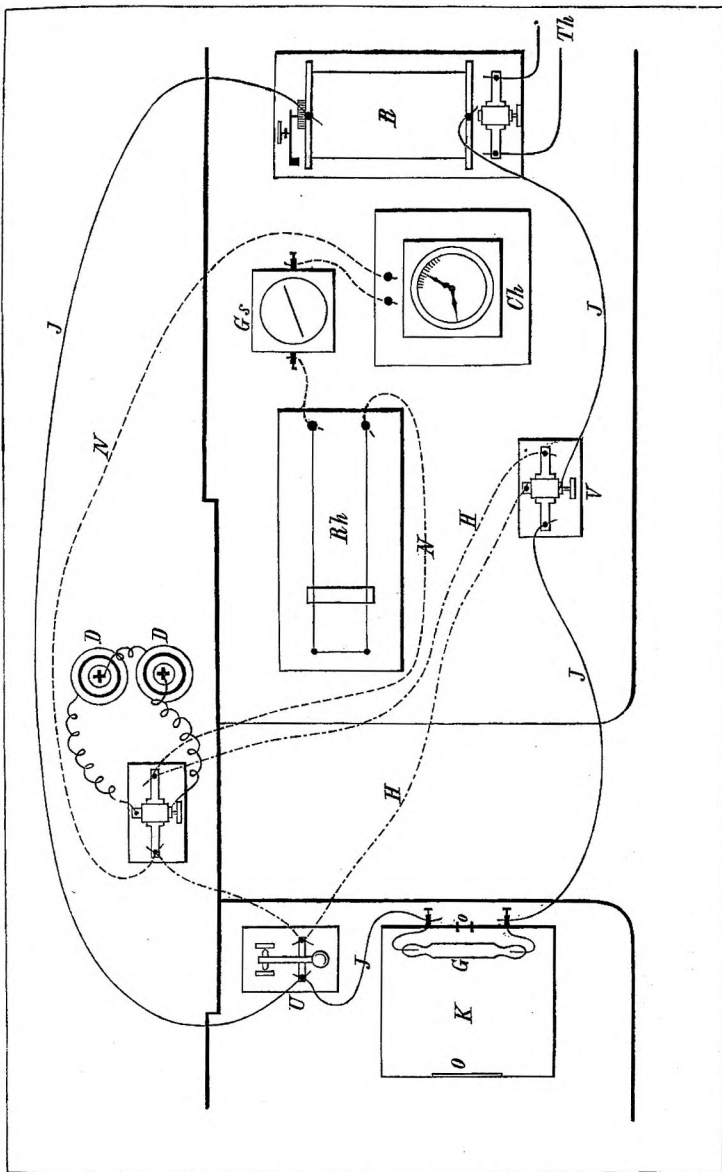
In der einen Seitenwand eines aus Pappe gefertigten, ringsum geschlossenen Kastens (*K*)²⁾ befand sich in passender Höhe eine runde Oeffnung (*o*) von ungefähr 30 Millim. Durchmesser, vor welche der Reagirende beim Versuche sein rechtes Auge brachte. An der Innenseite des oberen, als Schieber eingerichteten und ausziehbaren Theiles der gegenüberbefindlichen Seitenwand wurde durch zwei Messingfedern ein Blatt weißes Papier von 88 Millim. Höhe und 108 Millim. Breite befestigt (*O*), sodass es leicht durch ein anderes ersetzt werden konnte. In der Mitte des Blattes war dem Auge gerade gegenüber das zu erkennende Object (Farbe oder Zahl) aufgetragen. Die Entfernung desselben vom Auge betrug 250 Millim.

Um das Auge bereits vor der Beleuchtung des Objectes auf die richtige Entfernung einstellen zu können, war etwa 20 Millim. über dem Objecte eine kleine Oeffnung im Schieber und im Papier angebracht, welche sich deutlich gegen das dunkle Innere des Kastens abhob.

Zwischen dem Auge und dem Objecte befand sich unterhalb der

1) Alle gegen die einfache Wahlmethode gerichteten Zweifel beziehen sich nur auf die Anwendung derselben bei Lichteindrücken, wogegen ich mich jedes Urtheils über ihre Anwendbarkeit für andere Sinnesgebiete enthalte.

2) Die Zeichnung gewährt eine obere Ansicht der beiden Arbeitstische und der auf denselben befindlichen Apparate.



Sehlinie eine Geissler'sche Röhre (G), welche das Object (O) hinreichend beleuchtete, ohne direct Licht in das Auge zu senden. Die Zeit wurde durch ein Hipp'sches Chronoskop (Ch) gemessen, dessen Zeigerwerk bekanntlich solange spielt, als der durch den Elektromagneten des Uhrwerks circulirende Strom geöffnet ist. Der Versuch war so eingerichtet, dass zuerst vom Ablesenden¹⁾ gleichzeitig das Object beleuchtet und das Zeigerwerk der Uhr ausgelöst wurde, und dass bei erfolgender Reaction der Reagirende gleichzeitig das Zeigerwerk anhielt und die Beleuchtung aufhob. Dazu bedurfte es eines Inductionsstromes (I) für die Geissler'sche Röhre und eines gewöhnlichen Stromes für das Uhrwerk, welcher letztere sich in eine Haupt- (H) und Nebenleitung (N) verzweigte. Da der Inductionsstrom und der genannte Hauptstrom einmal vom Ablesenden gleichzeitig geschlossen, das andre Mal vom Reagirenden gleichzeitig geöffnet werden mussten, so waren zwei Stromunterbrecher (U und V) nöthig, mit welchen man gleichzeitig zwei Ströme schließen resp. öffnen konnte. Der Inductionsstrom wurde mittelst eines Ruhmkorff'schen Inductors (R) erzeugt, zu welchem eine Thermosäule den inducirenden Strom (Th) lieferte. Der gewöhnliche Strom für das Uhrwerk, herrührend von zwei Daniell'schen Elementen (D), theilte sich, wie bemerkt, in zwei Stromkreise, deren einer, der Nebenstrom (N), durch das Chronoskop, einen Rheochord (Rh) und ein Galvanoskop (Gs) ohne Unterbrechung verlief, während der Hauptstrom an zwei Stellen (U und V vom Reagirenden und vom Ablesenden) geöffnet werden konnte. Die Widerstände der beiden Stromkreise wurden durch den Rheochord so regulirt, dass beim Schließen der beiden Kreise die Intensität des Nebenstromes nicht hinreichte, das Zeigerwerk auszuschalten, letzteres vielmehr nur dann geschah, wenn man den Hauptstrom unterbrach. Der Unterbrecher (U) des Reagirenden war ähnlich dem beim Telegraphiren üblichen Schlüsseln eingerichtet. Durch Niederdrücken eines Hebels wurde sowohl der Inductionsstrom als der Hauptstrom geschlossen, beim Nachlassen des Druckes beide schnell durch eine Feder, welche den Hebel emporhob, geöffnet. Der Unterbrecher (V) des Ablesenden war ein gewöhnlicher Ruhmkorff'scher Stromwender.

1) Der Ablesende hat die zu messenden Zeiten am Chronoskop abzulesen und niederzuschreiben.

Sollte ein Versuch stattfinden, so brachte der Reagirende sein Auge in die angegebene Lage und drückte mit der rechten Hand den Hebel seines Unterbrechers (U) nieder. Dann setzte der Ablesende das Uhrwerk in Gang und schloss darauf seinen Unterbrecher (V), wodurch gleichzeitig der Inductionsstrom (I) und der Hauptstrom (H) geschlossen, also gleichzeitig das Object (O) beleuchtet und das Zeigerwerk in Gang gesetzt wurde. Sobald der Reagirende die Beobachtung vollzogen hatte, entfernte er die Hand vom Hebel seines Unterbrechers, womit er den Inductionsstrom und den Hauptstrom öffnete, also die Beleuchtung des Objectes aufhob und das Zeigerwerk ausschaltete. Der Stand der Zeiger am Chronoskop vor und nach einem Versuche gab dann die Zeit an, welche vom Anbeginn des ertheilten Reizes bis zur erfolgten Reaction verflossen war.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, weicht unsere Versuchsanordnung zum Theil noch in zwei andern Punkten von der andrer Beobachter ab, nämlich durch das Fehlen eines Avertissements und durch die Beleuchtung. Eine Art Avertissement bestand allerdings darin, dass die Feder des Chronoskops beim Ingangsetzen desselben ein klirrendes Geräusch verursachte. Doch war absichtlich die Zeit vom Beginn dieses Geräusches bis zur erfolgenden Beleuchtung ganz der Willkür des Ablesenden überlassen und fiel deshalb bald kürzer bald länger aus. Die Befürchtung, dass durch ein derartiges Verfahren die Spannung der Aufmerksamkeit des Reagirenden eine zu ungleiche sei, um gut übereinstimmende Resultate zu erreichen, hat sich nicht bestätigt. Vielmehr zeigte sich, dass die Spannung der Aufmerksamkeit eine normal zu nennende, d. h. nicht zu hohe war, und ganz sicher waren voreilige Reactionen vermieden, welche, wie es scheint, durch ein Avertissement veranlasst werden, selbst wenn es nur in annähernd gleichen Zeiten erfolgt¹⁾.

Was die Art des Lichtreizes betrifft, so bestand dieselbe bei andern Beobachtern häufig in dem momentanen Aufblitzen eines elektrischen Funkens. So bei Donders, Exner und v. Kries und Auer-

1) In der Abhandlung von v. Kries und Auerbach ist ausdrücklich bemerkt, dass bei den einfachen Wahlversuchen Reactionen an falscher Stelle eintraten, leider aber die Anzahl der falschen gegenüber den richtigen nicht angegeben.

bach, während de Jaager und Exner (in früheren Versuchen¹⁾) dauernde Beleuchtung anwenden. Handelt es sich darum, auf einen Lichteindruck möglichst schnell zu reagiren, ohne dass es nöthig ist, ein Object zu erkennen, so ist wohl der elektrische Funke seiner Lichtintensität und Einfachheit halber der geeignetste Reiz. Aber schon beim Erkennen einer Farbenempfindung stellt sich wie von selbst die Forderung, den Reiz solange wirken zu lassen, bis die Vorstellung wirklich gebildet ist, da sonst die Gefahr, letztere aus dem Erinnerungsbilde zu construiren, kaum vermieden werden kann, und beim Erkennen zusammengesetzter Vorstellungen würde die Funkenbeleuchtung gar nicht anwendbar sein.

Es scheint, dass durch die Benutzung des Erinnerungsbildes zur Bildung der Vorstellung die Dauer der physiologischen Zeit verkürzt wird, eine Behauptung, die sich auf die Thatsache stützt, dass bei einem plötzlich erfolgenden, dauernden Lichteindrucke das Auge eine gewisse Zeit zur Adaption, zur vollen Bildung des Lichteindruckes braucht. Ueber diesen Gegenstand findet sich von Kunkel²⁾ eine Abhandlung vor, in welcher die fragliche Zeit zu 0,18 Sec. angegeben ist. Diese Zahl ist jedenfalls nicht mehr gültig, wenn sofort bei der ersten Lichtempfindung reagirt wird, ohne dem Auge Zeit zu lassen, sich völlig zu adaptiren, da es nicht wahrscheinlich ist, dass diese ganze Zeit verfließen muss, namentlich nicht bei einfachen Unterscheidungen. Auch ist es zweifelhaft, ob die Zeit des Ansteigens der Erregung bis zu dem Maximum als »Adaptionszeit« bezeichnet werden darf.

Das Fehlen der Adaptionszeit und die Gewöhnung an ein Avertissement sind wahrscheinlich die Ursache der außerordentlich kleinen Zeiträume, die v. Kries und Auerbach bei ihren Versuchen erhielten, denen nicht nur unsre Versuche gegenüber stehen, sondern auch die Resultate de Jaager's, der bei dauernder Beleuchtung nach der mehrfachen Wahlmethode den unsrigen ähnliche Zahlen erhielt.

1) Ueber die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit. Wien, Sitzungsberichte. Jahrg. 1868. S. 601 f.

2) Ueber die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Zeit. Pflüger's Archiv, 1874. Bd. 9. S. 197 ff.

2. Die Dauer der Apperception einfacher Farbenempfindungen.

Der vorliegende Abschnitt zerfällt in vier Unterabtheilungen. Die erste derselben enthält die Darstellung der Versuche, welche dienen, um die einfache Reactionsdauer, d. h. die physiologische Zeit bei sofortiger Reaction auf einen bloßen Lichteindruck zu messen, in der zweiten und dritten Abtheilung folgen Versuche mit zwei und vier Farbenempfindungen, und die letzte gewährt den Vergleich der einfachen und mehrfachen Wahlmethode.

Die einfache Reactionsdauer.

Das Object bestand in einer weißen Fläche. Es wurde reagirt, sobald der bloße Lichteindruck zum Bewusstsein gelangte.

Von vornherein war bei diesen Versuchen je nach der Spannung der Aufmerksamkeit ein erheblicher Unterschied zu bemerken. War diese eine ungewöhnlich hohe, wobei zugleich eine starke Spannung der Muskeln des Armes und der Hand eintrat, so fiel die Reactionsdauer im allgemeinen viel kürzer aus, als bei normal gespannter Aufmerksamkeit. Dieselbe Erfahrung hat bereits Exner gemacht¹⁾; er findet ebenfalls »bei jener Stimmung, in der man irgend ein außerordentliches Ereigniss erwartet«, viel kürzere Zeiten. »Diese Aufregungen sind dadurch charakterisirt, dass schon ein ganz geringer Impuls hinreicht, eine heftige Bewegung hervorzurufen«.

Die nachstehende Tabelle enthält aus je sechs Versuchen die Mittel der einfachen Reactionsdauer theils bei ungewöhnlich gespannter, theils bei normaler Aufmerksamkeit. Die Reagirenden waren Herr Professor Wundt (*W*), Herr Tischer (*T*) und ich (*F*). Die Zahlen bezeichnen Tausendtheile von Secunden.

Spannung:	<i>W.</i>		<i>T.</i>		<i>F.</i>	
	außergew.,	normal.	außergew.,	normal.	außergew.,	normal.
11. Febr. 80.	155	223	111	220	144	162
	142	171	109	225		
		198				
		193				
14. Febr.	133	185	109	200	098	129
		180		192		135
18. Febr.		225		261		147

¹⁾ Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Prozesse. Pflüger's Archiv. Bd. 7. S. 619.

Alle übrigen Bestimmungen der einfachen Reactionsdauer sind bei normaler Spannung der Aufmerksamkeit vorgenommen. Sie sind in keiner besonderen Tabelle mitgetheilt, da sie nur einen relativen Werth haben. Sie wurden nämlich nicht für sich allein angestellt, sondern gehören gewissen Versuchsgruppen von je 9 bis 18 Einzelversuchen an, von denen 3 bis 6 einfache Reactionsbestimmungen waren, während die übrigen 6 bis 12 zur Bestimmung der physiologischen Zeit bei Farbenempfindungen dienten. Der Einfluss, den eine solche aus verschiedenen Arten bestehende Versuchsreihe auf die Resultate ausübt, zeigt sich schon bei der einfachen Reactionsdauer, und mehr noch bei Farbenempfindungen darin, dass die Zeiten schwankender und im allgemeinen länger werden.

Die Apperceptionsdauer beim Wechsel zweier Farbenempfindungen.

Die zu erkennenden Farben waren Schwarz auf weißem Grunde und Weiß auf schwarzem Grunde, beides Kreisflächen von 42 Millim. Durchmesser. Die Reihenfolge, in welcher Schwarz und Weiß wechselten, war unregelmäßig und dem Reagirenden nicht bekannt.

Die nachstehenden Tabellen enthalten Mittelzahlen; es ist besonders darauf Rücksicht genommen, ob die Versuche einer Reihe von derselben oder von verschiedener Art waren. Dabei bedeutet *s*: Schwarz, *w*: Weiß, *m V*: mittlere Variation¹⁾, *e R*: einfache Reactionsdauer. Wie überall im folgenden bezeichnen die Zahlen Tausendtheile von Secunden.

		<i>W.</i>					
		<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>	<i>e R.</i>	
21. II.	80.	188	026	174	017	144	Jede Versuchsreihe enthielt: 9 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
		195	023	248	058	150	6 bis 9 Versuche, von denen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
25. II.		361	034	400	028	215	12 Versuche, von denen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.

1) Die mittlere Variation ergibt sich, wenn man das arithmetische Mittel aus *n* Versuchen von jedem Einzelversuche subtrahirt und aus den so erhaltenen, positiv genommenen Differenzen wiederum das arithmetische Mittel bildet.

		<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>W.</i>		
					<i>m V.</i>	<i>e R.</i>	
28. II.	80	300	035	322	011	251	Jede Versuchsreihe enthielt: 12 Versuche, von denen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
2. III.		351	056	342	079	231	18 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
3. III.		322	048	288	079	237	desgl.

T.

21. II.		200	043	217	049	170	9 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
25. II.		214	025	278	033	166	6 bis 9 Versuche, von de- nen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
25. II.		285	027	272	006	224	12 Versuche, von denen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
28. II.		162	002	227	021	175	desgl.
2. III.		169	044	197	031	178	18 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
3. III.		221	038	230	018	184	desgl.

F.

21. II.		116	015	139	023	097	9 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
		141	021	162	006	101	6 bis 9 Versuche, von de- nen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
25. II.		240	051	237	046	176	12 Versuche, von denen 3 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
28. II.		172	012	180	033	113	desgl.

	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>	<i>e R.</i>	<i>F.</i>
						Jede Versuchsreihe enthielt: 18 Versuche, von denen 6 auf die Erkennung von <i>s</i> und <i>w</i> kamen.
2. III.	80	170	015	177	029	151
3. III.		218	032	245	042	161

desgl.

Bildet man die Differenzen der Erkennungszeiten für Schwarz und Weiß und der einfachen Reactionsdauer, also nach der in der Tabelle gebrauchten Bezeichnung die entsprechenden Ausdrücke *s-e R.* und *w-e R.*, so erhält man die reducirten Erkennungszeiten oder die Apperceptionsdauer für die Farbenempfindungen Schwarz und Weiß.

	<i>W.</i>		<i>T.</i>		<i>F.</i>	
	<i>s-e R.</i>	<i>w-e R.</i>	<i>s-e R.</i>	<i>w-e R.</i>	<i>s-e R.</i>	<i>w-e R.</i>
21. II.	044	030	030	047	019	042
	045	098	048	112	040	061
25. II.	146	185	061	048	064	061
28. II.	049	071	—	052	059	067
2. III.	120	111	021	019	019	026
3. III.	085	051	037	046	057	084

Die Gesamtmittel aus allen Versuchen lauten

<i>W.</i>	<i>T.</i>	<i>F.</i>
086	047	050

Es tritt in den Tabellen deutlich hervor, dass die Zeiten bei Versuchsreihen aus 12 und 18 Versuchen fast durchgängig größer sind, als bei 6 und 9 Versuchen, obgleich die Versuchsmethoden in allen Fällen dieselben waren. Diese Erscheinung bestätigt die allgemein gültige Erfahrung, dass die normale Spannung der Aufmerksamkeit weder so hoch noch so gleichmäßig ist bei rasch wechselnder Thätigkeit, als wenn ein und dieselbe Handlung mehrfach wiederholt wird. Daraus erklären sich denn auch die nicht unbeträchtlichen Schwankungen in den Zeiten der einzelnen Versuche, von welchen die mittlere Variation ein anschauliches Bild giebt. Letztere hat bei *W.* und *F.* für die erste Versuchsreihe des 21. II. einen viel geringeren Werth, als für die folgenden Tage — eben aus den angegebenen Gründen.

Es sei endlich noch das Mittel aus den Minimis sämmtlicher Versuche außer der ersten Reihe des 21. II. angegeben. Dasselbe beträgt

für <i>W.</i>		für <i>T.</i>		für <i>F.</i>	
<i>s.</i>	<i>w.</i>	<i>s.</i>	<i>w.</i>	<i>s.</i>	<i>w.</i>
203	222	177	194	146	143

Die Apperceptionsdauer beim Wechsel von vier Farbenempfindungen.

Die zu erkennenden Farben, Schwarz, Weiß, Grün und Roth, bildeten wie bei den früheren Versuchen Kreisflächen von 42 Millim. Durchmesser, Weiß auf schwarzem Grunde, die übrigen auf weißem. Ueber die Intensität fehlen uns directe Bestimmungen; doch geht aus den Erkennungszeiten nicht hervor, dass die einzelnen Farben bezüglich ihrer Lichtstärke merklich von einander verschieden gewesen wären¹⁾. Um allen Anforderungen zu genügen, habe ich deshalb doppelte Tabellen aufgestellt, einmal sämtliche Versuche einer Reihe ohne Rücksicht auf die Farbe zum Mittel vereinigend, das andremal die zu ein und derselben Farbe gehörigen Zahlen für je einen Tag zusammenfassend. Bezüglich der Versuchsanordnung sei erwähnt, dass an zwei Tagen je 6 bis 9, an zwei folgenden Tagen je 18 Versuche hintereinander gemacht wurden, von denen stets 6 der in Rede stehenden Untersuchung gewidmet waren. Dabei trat ein bemerkenswerther Unterschied gegen frühere Erfahrungen auf. Die durch Vermehrung der Einzelversuche einer Reihe hervorgebrachte Vergrößerung der physiologischen Zeit zeigt sich nämlich nur noch bei Herrn Professor W u n d t, während bei den beiden andern Reagirenden eine erhebliche Verkürzung jener Zeit sich beobachten lässt. Der Grund dieser Erscheinung ist jedenfalls in der Uebung zu suchen, denn es fällt zwischen die beiden Versuchsgruppierungen zu je 6 bis 9 und zu 18 Einzelversuchen ein Zeitraum von vierzehn Tagen, in welchem vielfach Versuche ähnlicher Art angestellt wurden. Dass die Uebung nicht gleichmäßig bei den verschiedenen Reagirenden eintritt, glaube ich individuellen Unterschieden zuschreiben zu dürfen.

Die drei ersten Tabellen enthalten die Mittelwerthe aus den Zahlen je einer Versuchsreihe ohne Rücksicht auf die einzelnen Farben. *m. V.* und *e. R.* haben die früher angegebenen Bedeutungen.

1) Mit einziger Ausnahme von Roth und Schwarz, welche, da die Geissler'sche Röhre überwiegend violettes Licht lieferte, beide ziemlich dunkel waren und daher Anfangs zuweilen verwechselt wurden. Doch gelang es nach einiger Uebung, alle Farben ohne besondere Anstrengung von einander zu unterscheiden.

				<i>W.</i>	
		Mittel aus den physiol. Zeiten	<i>m V.</i>	<i>e R.</i>	Jede Versuchsreihe enthielt:
14. II.		271	061	185	} 6 Versuche
		257	027	181	
18. II.		308	057	190	} 9 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		330	043	186	
		238	043	168	
		285	051	215	
2. III.		367	015	251	} 18 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		401	031	210	
3. III.		519	075	247	
		393	051	226	

T.

14. II.		286	059	184	} 6 Versuche.
		251	056	192	
18. II.		350	028	259	} 9 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		359	034	257	
		418	039	292	
		379	014	278	
2. III.		257	026	185	} 18 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		149	020	139	
3. III.		228	019	182	
		196	022	173	

F.

14. II.		339	019	129	} 6 Versuche.
		284	035	098	
18. II.		304	057	147	} 9 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		330	032	112	
		286	029	140	
		305	026	124	
2. III.		300	040	168	} 18 Versuche, davon 6 Farben- erkenntnisse.
		240	051	135	
3. III.		311	052	148	
		237	042	158	

Bildet man die Differenzen aus den physiologischen Zeiten und der einfachen Reactionsdauer, so erhält man als Apperceptionsdauer für Farbenempfindungen beim Wechsel von vier Farben.

	<i>W.</i>	<i>T.</i>	<i>F.</i>
14. II.	086	102	110
	076	059	086
18. II.	118	091	157
	150	102	218
	070	126	146
	070	101	182
2. III.	116	072	132
	191	010	105
3. III.	276	046	163
	167	023	079

In den 3 folgenden Tabellen sind die Mittelwerthe der physiologischen Zeiten der einzelnen Farben für je einen Tag zusammengestellt. Es bedeutet *s*: Schwarz, *w*: Weiß, *g*: Grün, *r*: Roth. Die Rubrik *e. R.* enthält die Mittelwerthe der einfachen Reactionszeiten ebenfalls für je einen Tag.

	<i>W.</i>									
	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>	<i>g.</i>	<i>m V.</i>	<i>r.</i>	<i>m V.</i>	<i>e. R.</i>	
14. II.	264	056	340	031	240	021	232	015	185	
18. II.	314	055	309	045	312	056	239	036	202	
2. III.	362	013	387	039	399	043	384	018	221	
3. III.	307	003	509	030	476	088	483	087	236	

	<i>T.</i>									
	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>	<i>g.</i>	<i>m V.</i>	<i>r.</i>	<i>m V.</i>	<i>e. R.</i>	
14. II.	234	034	186	031	332	004	312	030	188	
18. II.	374	049	382	024	391	042	337	036	269	
2. III.	183	045	199	072	231	057	186	046	162	
3. III.	212	016	227	002	200	036	214	026	178	

	<i>F.</i>									
	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>	<i>g.</i>	<i>m V.</i>	<i>r.</i>	<i>m V.</i>	<i>e. R.</i>	
14. II.	290	051	293	033	312	015	347	014	113	
18. II.	330	038	282	034	328	037	289	039	113	
2. III.	383	—	225	035	263	040	278	049	151	
3. III.	229	064	308	052	229	031	219	027	153	

Die Differenzen der physiologischen Zeiten und der einfachen Reactionsdauer, *s—e. R.*, *w—e. R.*, *g—e. R.*, *r—e. R.*, lauten demnach

	<i>W.</i>				<i>T.</i>				<i>F.</i>						
	<i>s-e</i>	<i>R.w-e</i>	<i>R.g-e</i>	<i>R.r-e</i>	<i>R.</i>	<i>s-e</i>	<i>R.w-e</i>	<i>R.g-e</i>	<i>R.r-e</i>	<i>R.</i>	<i>s-e</i>	<i>R.w-e</i>	<i>R.g-e</i>	<i>R.r-e</i>	<i>R.</i>
14. II.	081	157	057	049		046	—	144	124		177	180	199	234	
18. II.	112	107	110	207		105	113	122	068		197	149	192	156	
2. III.	141	166	178	163		021	037	069	024		132	074	112	127	
3. III.	071	273	240	247		034	049	022	036		076	155	076	066	

Nachstehend sind noch die Minima aus den Versuchen des 14. und 18. Febr. (je 6 bis 9 Einzelversuche) und aus den Versuchen des 2. und 3. März (je 18 Einzelversuche) mitgetheilt.

	<i>W.</i>				<i>T.</i>				<i>F.</i>			
	<i>s</i>	<i>w</i>	<i>g</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>w</i>	<i>g</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>w</i>	<i>g</i>	<i>r</i>
14. u. 18. II.	199	264	216	194	234	168	328	267	250	241	286	260
2. u. 3. III.	304	348	371	368	137	127	146	140	154	174	206	192

Ein vergleichender Blick auf die entsprechenden Tabellen der zweiten und dritten Unterabtheilung zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen den Versuchen mit zwei und denen mit vier Farberkennungen, und lässt damit zugleich die bisher nicht eigentlich motivirte Trennung beider Versuche gerechtfertigt erscheinen. Alle Zweifel an der Verschiedenheit beider Vorgänge, die sich in der Anordnung durch nichts als eine Vermehrung der zur Erkennung gelangenden Objecte unterscheiden, werden schwinden, wenn man die am Schlusse dieser Abhandlung angefügten Versuchstabellen vom 2. und 3. März betrachtet. Die ganzen physiologischen Zeiten sowohl als die reducirten oder eigentlichen Erkennungszeiten sind länger beim Wechsel von vier Farbenempfindungen, als beim Wechsel von zwei Farben. Eine scheinbare Ausnahme machen allerdings die für Herrn Tischer gefundenen Resultate, welche an den genannten Tagen durch die Uebung bereits zu sehr beeinflusst waren. Doch zeigen sich auch bei Herrn Tischer dieselben Erscheinungen, wenn man die ersten Versuchsreihen vom 14., 18. und 21. Febr. berücksichtigt.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich die Ursache des Unterschiedes beider Versuche in dem veränderten Zustande der Aufmerksamkeit vermute. Es ist kaum anzunehmen, dass bei dem Wechsel von vier Farbenempfindungen eine besondere psychische Thätigkeit vorhanden sei, welche beim Wechsel zweier Farben gänzlich fehle und dadurch den fraglichen Zeitunterschied veranlasse. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, dass die normale Spannung der Aufmerksamkeit

eine höhere ist, wenn nur zwei Ereignisse erwartet werden, als wenn vier derselben eintreffen können. Im ersten Falle kann man sich beide Ereignisse noch vergegenwärtigen, das Bewusstsein ist nur von zwei Vorstellungsbildern in Anspruch genommen, im andern Falle sind es vier Vorstellungen, welche nicht gleichzeitig im Bewusstsein vorhanden sein können. Hiermit im Zusammenhange stehen die stärkeren Schwankungen in der physiologischen Zeit bei vier Farbenempfindungen. Ist nämlich der als Vorstellung im Bewusstsein zufällig vorhandene, d. i. der erwartete Reiz mit dem wirklich erfolgenden ein und derselbe, so wird die Reaction schneller eintreten, als in jedem andern Falle. Auf letzteres scheint mir besonders die Thatsache hinzudeuten, dass die Minima in beiden Fällen nicht so sehr von einander verschieden sind.

Die einfache und mehrfache Wahlmethode.

Ueber den Werth und die Anwendbarkeit beider Methoden bei psychophysischen Untersuchungen ist bereits im ersten Abschnitte ausführlicher gesprochen. Es seien daher im folgenden nur die Resultate unsrer eigenen Versuche im Vergleich zu denen von v. Kries und Auerbach sowie von de Jaager mitgetheilt.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass bei der einfachen Wahlmethode Schwarz und Weiß in unregelmäßiger, dem Reagirenden unbekannter Reihenfolge wechselten und Letzterer nur auf Weiß reagirte. Bei der mehrfachen Wahlmethode war noch ein zweiter Stromschließer für den Reagirenden eingeschaltet, so dass jetzt sowohl mit der linken wie mit der rechten Hand genau das bewirkt werden konnte, was bei unsrer gewöhnlichen Reactionsweise nur mit der rechten Hand möglich war. Der Reagirende schloss beim Versuche beide Stromschließer und gab bei Weiß das Zeichen mit der Rechten, bei Schwarz mit der Linken.

Die zur einfachen Wahlmethode gehörigen Tabellen enthalten die Mittelwerthe für je einen Tag, die mittlere Variation und die Anzahl der zum Mittel vereinigten Versuche, außerdem aber die Mittel der gleichzeitig nach unsrer gewöhnlichen Methode angestellten Erkennungsversuche von Schwarz und Weiß und die entsprechenden Differenzen beider Mittel.

Die einfache Wahlmethode

<i>W.</i>					
	Anzahl der Vers.	Versuche nach der einf. W.-M.	<i>m</i> <i>V.</i>	<i>s. u. w.</i>	Differenz der 2. u. 4. Rubrik
21. II.	6	435	075	230	205
25. II.	9	491	056	374	117
28. II.	5	440	057	305	135
4. III.	6	445	057		
5. III.	24	407	090		
<i>T.</i>					
21. II.	6	421	059	246	175
25. II.	6	441	062	280	161
28. II.	6	412	055	195	217
4. III.	6	465	050		
<i>F.</i>					
21. II.	6	339	092	141	198
25. II.	9	420	059	293	127
28. II.	6	347	075	176	171
4. III.	6	390	056		
5. III.	24	427	046		

Die Rubrik »Differenz« giebt die Zeit an, welche eigentlich »Wahlzeit« genannt zu werden verdient, da sie durch die Wahl des richtigen Signales veranlasst wird (s. S. 53 f.). Sie beträgt im Mittel für *W.*: 152, für *T.*: 184, für *F.*: 183, liegt also für uns durchschnittlich zwischen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{5}$ Sec.

Zieht man dagegen von den nach der einfachen Wahlmethode gewonnenen Zeiten die einfache Reactionsdauer ab, so erhält man die »Unterscheidungszeit« im Sinne von v. Kries und Auerbach. Man erhält dann für *W.*: 251, für *T.*: 236, für *F.*: 239, und es lauten die entsprechenden Zahlen bei v. Kries und Auerbach¹⁾.

für Auerbach:

Einfache Reaction auf Blau: 189, einf. Wahlm., auf Blau reagirt: 211.

207

Differenz beider: 013

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877. S. 377.

Einfache Reaction auf Roth: 204, einf. Wahlm., auf Roth reagirt: 222.
213

Differenz beider: 014

für v. Kries:

Einfache Reaction auf Blau: 198, einf. Wahlm., auf Blau reagirt: 259.
20

Differenz beider: 056

Einfache Reaction auf Roth: 213, einf. Wahlm., auf Roth reagirt: 244.
223

Differenz beider: 026¹⁾.

Versuche nach der mehrfachen Wahlmethode sind nur an zwei Tagen vorgenommen. Jede Versuchsreihe enthielt 12 Einzelversuche, sechs nach der einfachen, sechs nach der mehrfachen Wahlmethode. Die Tabellen geben die Mittel aus je drei Einzelversuchen.

T.

	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>
4. III.	498	061	522	069

Mittel aus *s* und *w*: 510.

W.

	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>
4. III.	512	054	488	022
5. III.	463	082	454	068
	450	067	543	077
	478	036	548	041
	431	074	421	043

F.

	<i>s.</i>	<i>m V.</i>	<i>w.</i>	<i>m V.</i>
	508	111	502	050
	465	018	532	066
	546	056	593	025
	570	092	590	087
	428	038	414	010

Gesamt-

mittel 467 491 503 526

Mittel aus beiden 479 514

Zieht man von den letztgenannten Mittelwerthen jeder Tabelle die einfache Reactionsdauer, d. h. die physiologische Zeit für eine Farbenempfindung bei gewöhnlicher Reactionsweise gemessen ab, so erhält man den Werth, den de Jaager »Unterscheidungszeit« nennt,

1) Ich will nicht unerwähnt lassen, dass unsre eigenen Unterscheidungszeiten (für *W.*: 251, für *T.*: 236, für *F.*: 239) denen von v. Kries und Auerbach an Größe sehr nahe kommen, wenn man sie um die auf S. 48 angegebene Adaptionszeit vermindert. Letztere wird von Kunkel zu 180 angegeben, sodass die betreffenden Differenzen lauten für *W.*: 071, für *T.*: 056, für *F.*: 059. Doch sind diese Zahlen nicht sicher, da uns eigene Versuche über die Adaptionszeit fehlen.

und den auch Donders so bezeichnet hat. Unsrere eigenen Farbenerkennungsversuche sind leider unter zu verschiedenen Bedingungen angestellt, als dass man mittelst derselben, die de Jaagersche Unterscheidungszeit bildend, einen sichern Vergleich anstellen könnte. Indessen seien die betreffenden Differenzen wenigstens angegeben.

Das Mittel der einfachen Reactionsdauer war am 2. und 3. März (s. Tab. S. 50 f.) für *W.*: 234, für *T.*: 181, für *F.*: 156. Demnach betragen die Unterscheidungszeiten (nach de Jaager's Definition) für *W.*: 245, für *T.*: 339; für *F.*: 333, während die entsprechende Tabelle bei de Jaager¹⁾ lautet:

Bekanntes Licht (<i>e R.</i>)		Unbekanntes Licht (nach der mehrfachen Wahlmeth.)			
Anzahl der Vers.	Mittel der physiol. Zeit.	Anzahl der Vers.	Mittel der physiol. Zeit.	Differenz	Reagirende
17	193	10	337	184	Prof. Donders.
42	195	29	317	122	Th. Place.
67	226	43	385	159	W. Rive.
59	208	41	342	134	M. Juda.
36	184	24	356	172	de Jaager.

3. Die Apperceptionsdauer zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen.

Zur Bestimmung der Apperceptionsdauer zusammengesetzter Vorstellungen, welche den Hauptgegenstand unsrer Untersuchungen bildete, wurden, wie bemerkt, Zahlenvorstellungen und versuchsweise Vorstellungen einfacher geometrischer Figuren benutzt. Die Versuche waren so angeordnet, dass der Reagirende in einer Reihe von sechs Einzelversuchen ein- bis sechsziffrige Zahlen appercipirte, welche er nach erfolgter Reaction entweder sofort notirte oder laut aussprach, sodass fehlerhafte Ablesungen leicht bemerkt wurden. Die Zahlen wurden als solche und nicht als Ziffern gelesen, z. B. Dreihundertzehn und nicht Drei Eins Null. Wir bedienten uns gedruckter Ziffern, deren jede etwa den Raum eines Rechteckes von 6 Millim. Höhe und 3,8 Millim. Breite einnahm. Die längste unsrer Zahlen, die sechsstellige, hatte demnach eine Länge von 23 Millim., ihre Anfangs- und Endziffer lag vom Fixationspunkt, welcher sich genau über der Mitte der Zahl befand, 11,5 Millim. entfernt; dieser Abstand entspricht

1) a. a. O. S. 43.

einem Winkel von nahezu $20^{\circ} 33'$. Da nun nach den Versuchen von Hall und v. Kries¹⁾ die Vermehrung der Reactionszeit durch indirectes Sehen bei 30° nur 0,021 bis 0,034 Sec. beträgt, so ist anzunehmen, dass die entsprechende Vermehrung bei einem Winkel von $20^{\circ} 33'$ zu vernachlässigen sei, und dies um so mehr, als die von uns gefundenen physiologischen Zeiten von ziemlich beträchtlicher Größe sind. Es könnte allerdings noch das Bedenken erhoben werden, dass bei Ablesen einer Zahl von 23 Millim. Länge eine Bewegung des Auges nöthig sei, welche bei kürzeren Zahlen in Wegfall käme, sodass ein Vergleich der Apperceptionsdauer für kurze und lange Zahlen aus den entsprechenden physiologischen Zeiten ohne Weiteres nicht statthaft wäre. Merklich war eine Bewegung des Auges nicht, und selbst wenn sie wirklich stattfand, so kann sie nicht von großem Einfluss gewesen sein, da es gegen Ende der Versuche Herr Professor W und t durch Uebung gelang, fünf- und sechsstellige Zahlen in derselben Zeit zu appercipiren, als ein-, zwei- und dreistellige, und durch Uebung die Zeit der Augenbewegung wohl vermindert werden, aber nicht, wie es nach obigem hätte geschehen müssen, verschwinden konnte.

Die Reagirenden waren Herr Professor W und t, Herr Dr. Stanley Hall, Herr Tischer und ich. Es ist zu bemerken, dass bereits im December 1879 Versuche mit geschriebenen Zahlen angestellt waren, an denen Herr Tischer nicht Theil nahm und deren Resultate im folgenden nicht mitgetheilt sind, da die geschriebenen Zahlen nicht von jedem Reagirenden mit gleicher Leichtigkeit gelesen wurden. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass die physiologischen Zeiten für Herrn Tischer im Anfang etwas größer ausfallen, als bei den anderen Reagirenden, die sich durch die früheren Versuche bereits eine gewisse Uebung im Lesen und Reagiren erworben hatten.

Die Tabellen enthalten für je einen Tag die Mittelwerthe der physiologischen Zeiten der nach der Anzahl der Ziffern geordneten Zahlen und die jedem Mittel entsprechende mittlere Variation. Der bessern Uebersicht halber ist die Zahl der Versuche jedem Mittel in römischen Ziffern beigefügt. Die arabischen Ziffern bedeuten auch hier Tausendtheile von Secunden, und der Uebereinstimmung halber sind ganze Secunden nicht durch Kommata abgetrennt.

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1879. S. 7 f.

1880		1stellige	<i>m V.</i>	2st.	<i>m V.</i>	3st.	<i>m V.</i>	<i>W.</i>	4st.	<i>m V.</i>	5st.	<i>m V.</i>	6st.	<i>m V.</i>
17. Jan.	000	668 I	000	475 III	032	486 II	028	709 II	008	777 I	000	1160 II	076	
21. -	015	558 IV	057	488 IV	057	498 IV	054	461 IV	077	707 III	074	1139 V	194	
24. -	073	610 IV	077	(884 III)	077	676 III	144	879 IV	221	937 II	056	1320 III	128	
31. -	061	531 IV	083	606 IV	083	606 IV	040	647 IV	059	921 IV	059	1051 IV	025	
4. Febr.	066	428 III	066	432 III	054	539 III	050	574 III	066	712 III	144	734 III	110	
7. -	018	503 III	073	575 III	073	462 III	119	674 III	273	569 III	115	621 III	106	
11. -	000	315 I	000	298 I	000	460 I	000	552 I	000	340 I	000	493 I	000	
<i>H.</i>														
17. Jan.	000	805 I	000	780 I	000	1165 I	000	1129 I	000	1129 I	000	1574 III	401	
24. -	097	690 III	031	861 III	066	1132 III	066	1032 IV	092	1382 III	392	1875 IV	252	
31. -	044	616 IV	080	969 IV	066	1032 IV	066	1032 IV	264	1625 IV	085	1927 III	364	
7. Febr.	124	522 III	071	747 III	030	1155 III	030	1155 III	141	1237 III	105			
<i>T.</i>														
17. Jan.	090	848 II	023	979 II	042	1342 II	042	1342 II	497	1753 I	000	1814 II	036	
21. -	117	717 IV	131	839 IV	086	1348 IV	086	1348 IV	199	1356 IV	091	1579 IV	310	
24. -	069	561 II	020	706 I	000	1011 II	074	1011 II	075	1434 II	074	1355 III	148	
31. -	025	586 IV	138	752 IV	119	930 IV	185	930 IV	185	1088 IV	119	1232 IV	265	
4. Febr.	017	496 III	017	530 III	063	724 III	063	724 III	098	877 III	090	1087 III	105	
7. -	015	496 III	046	569 III	012	679 III	012	679 III	070	971 III	164	1126 III	106	
11. -	000	500 I	000	498 I	000	641 I	000	641 I	000	704 I	000	996 I	000	
<i>F.</i>														
17. Jan.	062	489 II	059	516 III	127	669 II	127	669 II	052	813 IV	119	1204 III	234	
21. -	106	422 II	044	332 II	032	559 II	032	559 II	085	785 II	037	1203 II	171	
24. -	082	345 I	000	546 III	132	671 I	132	671 I	000	869 II	081	1267 II	077	
31. -	042	550 V	066	445 V	034	603 III	034	603 III	030	756 VI	106	1167 III	047	
4. Febr.	067	478 III	041	516 III	040	593 III	040	593 III	024	867 III	071	1157 III	090	
7. -	056	524 III	011	542 III	009	674 III	009	674 III	051	673 III	018	1087 III	150	

Das Gesamtmittel aller im Januar angestellten Versuche beträgt für die einzelnen Zahlen

bei <i>W.</i>					
1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
574	582	571	669	846	1156
bei <i>H.</i>					
601	667	905	1086	1472	1746
bei <i>T.</i>					
568	661	821	1068	1309	1607
bei <i>F.</i>					
467	482	467	617	830	1225

Ferner die Gesamtmittel aller im Februar angestellten Versuche

<i>W.</i>					
1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
466	504	501	614	641	678
<i>H.</i>					
546	522	747	1155	1237	1927
<i>T.</i>					
414	496	550	700	924	1107
<i>F.</i>					
451	501	529	634	770	1122

Endlich sind die Gesamtmittel aller Versuche überhaupt (außer denen des 11. Febr.).

<i>W.</i>					
1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
540	557	552	655	769	1013
<i>H.</i>					
584	628	862	1105	1408	1800
<i>T.</i>					
510	600	713	929	1069	1417
<i>F.</i>					
463	489	487	624	813	1186

Die folgenden Tabellen enthalten die Minima für die einzelnen Tage

	<i>W.</i>					
	einstellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
17. Jan.	668 I	426 III	458 II	701 II	777 I	1084 II
21. -	539 IV	428 IV	436 IV	324 IV	606 III	862 V
24. -	470 IV	807 II	501 III	604 IV	881 II	1128 III
31. -	458 IV	497 IV	576 IV	516 IV	862 IV	1026 IV
4. Febr.	357 III	350 III	465 III	476 III	552 III	617 III
7. -	485 III	502 III	368 III	401 III	396 III	512 III
11. -	315 I	298 I	469 I	552 I	340 I	493 I
Im Mittel:	470	473	468	511	631	818

Differenz je zweier benachbarter Mittel:

003 — 005 043 120 187

	<i>H.</i>					
	17. Jan.		805 I	780 I	1165 I	1129 I
24. -	435 III	643 III	761 III	995 III	792 III	1005 III
31. -	559 IV	520 IV	855 IV	743 IV	1457 IV	1477 IV
7. Febr.	424 III	416 III	723 III	1044 III	1136 III	1430 III
Im Mittel:	473	577	780	987	1129	1304

Differenz je zweier benachbarter Mittel:

104 203 207 142 175

	<i>T.</i>					
	17. Jan.	661 II	825 II	937 II	845 II	1753 I
21. -	247 IV	547 IV	666 IV	349 IV	1257 IV	1328 IV
24. -	636 II	541 IV	706 I	936 II	1360 II	1191 III
31. -	542 IV	385 IV	531 IV	807 IV	942 IV	861 IV
4. -	407 III	473 III	439 III	577 III	808 III	930 III
7. -	373 III	427 III	551 III	580 III	725 III	970 III
11. -	401 I	500 I	498 I	641 I	704 I	996 I
Im Mittel:	467	528	618	677	1078	1151

Differenz je zweier benachbarter Mittel:

061 090 059 401 073

	<i>F.</i>					
	1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
17. Jan.	477 III	430 II	403 III	617 II	656 IV	993 III
21. -	187 II	379 II	299 II	473 II	757 II	1031 II
24. -	440 II	345 I	348 III	671 I	748 II	1190 II
31. -	433 III	406 V	397 V	557 III	620 VI	1097 III
4. Febr.	373 III	417 III	455 III	556 III	804 III	1022 III
7. -	424 III	513 III	528 III	630 III	645 III	855 III
Im Mittel:	389	415	405	584	705	1031

Differenz je zweier benachbarter Mittel:

026	— 010	179	121	326
-----	-------	-----	-----	-----

Die absoluten Erkennungszeiten oder die Apperceptionsdauer erhält man durch Subtraction der einfachen Reactionsdauer von den einzelnen Mittelwerthen. Die dazu erforderlichen Reactionszeiten betragen für *W.*: 196, für *H.*: 205, für *T.*: 220, für *F.*: 143. Darnach erhält man mittelst der Tabellen auf S. 63 die reducirten Gesamtmittel für den Januar:

<i>W.</i>					
1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
378	386	375	473	650	960

<i>H.</i>					
396	442	700	881	1267	1541

<i>T.</i>					
348	421	601	848	1089	1387

<i>F.</i>					
324	339	324	474	687	1082

Für den Februar:

<i>W.</i>					
270	308	305	418	445	482

<i>H.</i>					
341	317	542	950	1032	1722

<i>T.</i>					
194	276	330	480	704	907

<i>F.</i>					
208	358	386	491	627	979

Gesammtmittel aus allen Versuchen:

<i>W.</i>					
1stellig	2st.	3st.	4st.	5st.	6st.
344	361	354	459	573	817
<i>H.</i>					
379	423	657	900	1203	1595
<i>T.</i>					
290	380	493	709	849	1197
<i>F.</i>					
320	346	344	481	670	1043

Es bedarf kaum einer eingehenderen Prüfung der Tabellen, um zu erkennen, dass die Mittelwerthe einer Rubrik von Tage zu Tage abnehmen, und dies um so mehr, je größer sie Anfangs waren. Dieser Umstand ist es hauptsächlich, welcher dem Vergleiche der Mittelwerthe für Zahlen mit verschiedener Anzahl von Ziffern große Schwierigkeiten entgegengesetzt und die Aufstellung eines allgemein gültigen Gesetzes über den Zusammenhang der Apperceptionszeit der einzelnen Zahlen fast zur Unmöglichkeit macht. Dem Einflusse der Uebung ist ein Theil des letzten Abschnittes gewidmet; ich will daher an dieser Stelle auf eine Reihe anderer erwähnenswerther Ergebnisse hinweisen.

Wie von vornherein zu erwarten stand, nehmen zwar die physiologischen Zeiten der Zahlen im allgemeinen mit der Anzahl der Ziffern zu, doch lässt sich ein bestimmtes Gesetz nicht erkennen; die Zunahme ist bis zu den dreistelligen Zahlen nicht bedeutend und auch nicht regelmäßig, dagegen stärker beim Uebergange zu den vierstelligen, von diesen zu den fünfstelligen und endlich von den letzteren zu den sechsstelligen. Das Auge fasst drei Ziffern noch bequem als Ganzes auf, erkennt sie ebenso als ein Bild, wie ein und zwei Ziffern. Im Gegensatze hierzu findet unwillkürlich bei dem Erkennen von vier-, fünf- und sechsstelligen Zahlen eine Dichotomie statt. Die vierstelligen werden zunächst in zwei und zwei Ziffern zerlegt und erst nach einiger Uebung in eine und drei Ziffern, welche Art der Zerlegung der Bildung der Zahl entspricht. Bei den fünfstelligen bietet sich die Theilung in zwei und drei Ziffern von selbst, ebenso bei den sechsstelligen, vollzieht sich aber bei den letzteren in Folge der Symmetrie leichter, als bei den fünfstelligen; bei denen es erst einer klei-

nen Zeit bedarf, ehe man zur Ueberzeugung gelangt, man habe wirklich eine fünfstellige Zahl vor sich.

Merkwürdig ist es, dass häufig einstellige Zahlen längere Zeiten ergeben, als zwei- und dreistellige. Der Grund dieser Erscheinung liegt wohl theilweise in der größeren Irradiation bei der einzelnen Ziffer, und vielleicht in einer gewissen Ueberraschung, indem man auf eine schwierigere Apperception gefasst war¹⁾. Nicht ohne Interesse ist ferner die leicht erklärliche Thatsache, dass alle vierstelligen Zahlen, welche mit den beiden ersten Ziffern 18 der Jahreszahl begannen, eine sehr kurze Apperceptionsdauer beanspruchten.

Im allgemeinen zeigt sich trotz des Einflusses der Uebung eine befriedigende Uebereinstimmung in den Resultaten der einzelnen Reagirenden. Aus der Tabelle der Mittelwerthe für den Januar (s. S. 63) geht hervor, dass die physiologischen Zeiten für *W.* und *F.* durchschnittlich nur um 0,039 Sec. von einander abweichen, die von *H.* und *T.* um 0,089 Sec. Da Herr Dr. Stanley Hall sich nicht regelmäßig an den Versuchen betheiligte, so nähern sich seine physiologischen Zeiten im Januar denen des im Anfang weniger geübten Herrn Tischer, bleiben aber im Februar bedeutend hinter denselben zurück, während nunmehr *T.* und *F.* durchschnittlich nur um 0,052 Sec. differiren und bei Herrn Professor Wundt eine gegen die übrigen Reagirenden erheblich größere Uebung eingetreten ist.

4. Uebung, Ermüdung. Rückblick.

Ueber die Uebung lässt sich im Allgemeinen bestätigen, was bereits von Exner und v. Kries und Auerbach gesagt ist, soweit es die einfache Reactionsdauer und die Apperceptionsdauer von Farbeempfindungen betrifft. Hinzuzufügen wäre nur die von uns häufig gemachte Beobachtung, dass außer der gewöhnlichen, von Tage zu Tage wachsenden Uebung eine gewisse Versuchsübung darin sich zeigte, dass bei einer Versuchsreihe der erste und zuweilen auch der zweite Versuch eine etwas größere physiologische Zeit ergab, als im Mittel die übrigen. Es liegt dies natürlich daran, dass es dem Rea-

1) Auch wohl z. Th. in dem häufigeren Vorkommen zwei- und dreistelliger Ziffersymbole, während die einstelligen Zahlen öfter geschrieben werden. Denn es ist auffallend, dass sich jener Unterschied hauptsächlich im Anfang der Versuche geltend machte.

girenden nicht immer gelang, gleich bei Beginn einer Versuchsreihe die gehörige Sammlung und normale Spannung der Aufmerksamkeit zu finden.

v. Kries und Auerbach unterscheiden zwei Theile der Uebung¹⁾, von denen der eine der Verminderung der einfachen Reactionsdauer entspricht, der andere der Verminderung der Unterscheidungszeit. Die genannten Beobachter fanden, dass die einfache Reactionszeit von der Uebung nur sehr wenig beeinflusst wird, während sich die Unterscheidungszeiten relativ viel bedeutender verkürzen, ein Resultat, welches mit den Ergebnissen unsrer eigenen Versuche völlig übereinstimmt, denn es sind die Werthe der einfachen Reactionsdauer im Mittel für den 11., 14. und 18. Februar bei *W.*: 205, bei *T.*: 220, bei *F.*: 143, dagegen in den letzten Tagen, am 2. und 3. März im Mittel bei *W.*: 231, bei *T.*: 182, bei *F.*: 149. Auf die Abnahme der Erkennungszeiten ist an den betreffenden Stellen bereits aufmerksam gemacht (s. S. 53 f.).

Noch auffallender als bei den Farbenerkennungen tritt bei der Bildung der Zahlenvorstellungen die Verminderung der physiologischen Zeit durch die Uebung hervor und zwar in um so höherem Grade, je mehr Ziffern die betreffende Zahl enthält. Diese Erscheinung beruht wohl auf dem allgemein gültigen Gesetze, dass bei Complexen succedirender psychischer Acte die Uebung nicht allein jeden einzelnen Theil des Complexes rascher vor sich gehen lässt, sondern auch die Aufeinanderfolge festigt und beschleunigt, wodurch eine im Ganzen stärkere Verkürzung der physiologischen Zeit erreicht wird, als bei einfacher psychischer Thätigkeit. Hinsichtlich des eben Angeführten liegt die Frage nahe, bis zu welcher Grenze man die physiologische Zeit durch Uebung vermindern kann, oder wie sich die anfänglichen Werthe der Apperceptionsdauer zu jenen bei maximaler Uebung verhalten. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich hier eine gewisse Gesetzmäßigkeit zeigen wird, die ich jedoch aus unsern eigenen, diesen Zweck nicht speciell verfolgenden Versuchen nicht abzuleiten wage. Eine Entscheidung des interessanten Problems wäre schon deshalb wünschenswerth, weil die Uebung fast bei allen psychophysischen Untersuchungen einen bedeutenden und nicht zu vermeidenden Einfluss hat.

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877. S. 361 ff.

Was über die Ermüdung gesagt zu werden verdient, lässt sich mit wenigen Worten abmachen. Dieselbe war bei unserer Versuchsanordnung von sehr geringem Einfluss. Denn erstlich war die Zahl der vom nämlichen Reagirenden in einer Reihe angestellten Versuche eine geringe, gewöhnlich nur sechs bis achtzehn, im äußersten Falle 24, wobei jeder Einzelversuch vom folgenden durch eine Pause von wenigstens einer halben Minute getrennt war, und sodann befand sich die Aufmerksamkeit in einer durchaus normalen Spannung, die nur sehr wenig ermüdend wirkte¹⁾.

In allen Tabellen, welche die Resultate unsrer Versuche enthalten, sind außer dem arithmetischen Mittel einer oder mehrerer Versuchsergebnisse nur die mittleren Variationen angegeben, dagegen habe ich aus Gründen, die im folgenden näher erörtert sind, vermieden, von der Methode der kleinsten Quadrate Gebrauch zu machen, deren sich u. A. de Jaager in der citirten Abhandlung bedient, um den wahrscheinlichen Fehler u. s. w. zu berechnen.

Ehe man zur Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf die aus psychophysischen Versuchen erhaltenen Zahlen schreitet, wird man sich über die Zulässigkeit jener Methode in jedem besonderen Falle Rechenschaft ablegen müssen. Die Methode der kleinsten Quadrate entsprang der Forderung, aus den Resultaten mehrerer Beobachtungen des nämlichen Vorganges den wahrscheinlichsten Mittelwerth abzuleiten. Streng genommen liegt allerdings den einzelnen Beobachtungen niemals genau derselbe Complex von Erscheinungen zu Grunde, da sonst die Resultate der Beobachtungen unter sich völlig übereinstimmen müssten. Allein man nimmt an, dass die Wahrscheinlichkeit großer Abweichungen der Vorgänge unter einander sehr gering ist, und dass sie mit gleicher Wahrscheinlichkeit denselben positiven wie negativen Werth annehmen, d. h. ebensowohl das unbekannt richtige Resultat vergrößern als verringern können.

1) Dieselbe untergeordnete Bedeutung hat die Ermüdung auch bei v. Kries und Auerbach, deren Versuchsanordnung in dieser Hinsicht eine bedeutend ungünstigere im Vergleich mit der unsrigen war. Vergl. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877. S. 366 f.

Trifft eine dieser beiden Voraussetzungen über die Abweichungen oder Fehler nicht ein, so muss man von vornherein auf die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate verzichten; sie würde dann falsche Resultate ergeben. Bei guten physikalischen Beobachtungen wird die erste Voraussetzung in der Regel erfüllt sein, und durch eine sorgfältige Elimination der sogenannten constanten Fehler wird man auch den beiden andern Bedingungen genügen können.

Anders nun als bei physikalischen Beobachtungen verhält es sich bei psychophysischen Untersuchungen. Betrachten wir, um einen bestimmten Fall ins Auge zu fassen, die Bestimmung der einfachen Reactionsdauer nach der von uns befolgten Methode. Der dem Versuche dienende Apparat zerfällt hier in einen rein physikalischen Theil (die Registrirvorrichtung, das Chronoskop u. a.) und in einen psychisch-physiologischen, den Reagirenden selbst. Darnach muss man auch die Fehlerquellen unterscheiden. Die dem ersten, physikalischen Theile entspringenden Fehler unterliegen der gewöhnlichen, bei physikalischen Untersuchungen üblichen Behandlungsweise und sollen deshalb hier nicht in Betracht gezogen werden, da sie vom Reagirenden unabhängig sind. Dagegen wird man nicht ohne weiteres die Gültigkeit der beiden Voraussetzungen auch bei dem psychisch-physiologischen Vorgange annehmen können. Die Versuche lehren, dass bei einfacheren psychischen Acten, wie z. B. bei bloßer Reaction auf einen Lichteindruck, große Fehler selten sind, d. h. dass ihre Wahrscheinlichkeit gering ist. Aber schon bei den einfachsten psychischen Vorgängen treten neben den zufälligen Fehlern andere auf, die eine gewisse Gesetzmäßigkeit zeigen. Es sind dies die Uebungsfehler, herrührend theils von der Uebung, die während einer Versuchsreihe vom Reagirenden erworben wird und die man besser momentane Versuchs Anpassung nennen könnte, theils von der dauernd fortschreitenden Uebung, welche die Bedeutung der Uebung im gewöhnlichen Sinne hat. Die erstgenannte Fehlergattung kann dadurch unschädlich gemacht werden, dass man jede einzelne Versuchsreihe soweit ausdehnt, bis in den resultirenden Zahlen eine gewisse Constanz sich zeigt und die ersten Versuche, welche jene Constanz noch nicht erreicht haben, von der Rechnung ausschließt. Bei unsern einfachen Reactionsbestimmungen waren höchstens die beiden ersten Versuche jeder Reihe unsicher, meistens nur der erste allein, häufig alle von

gleicher Güte. Dasselbe lässt sich auch von den Versuchen über die Apperceptionsdauer bei Farben behaupten.

Nicht mit gleicher Leichtigkeit ist die eigentliche, stetig fortschreitende Uebung in Rechnung zu ziehen. Die durch sie bedingten Aenderungen in den Zeiten fallen nicht eigentlich in das Gebiet der Fehler, denn sie liegen nicht in der zufälligen Combination der bei jedem Einzelversuch mitwirkenden psychischen Vorgänge begründet, sondern entspringen einer stetigen Abnahme der zu messenden Zeit. Ihre Einwirkung wäre beseitigt, wenn das Gesetz der Abnahme bekannt wäre und mittelst desselben sämtliche zu verschiedenen Zeiten angestellten Versuche auf ein gleiches Maß der Uebung reducirt werden könnten. Da uns jedoch die Kenntniss des Gesetzes mangelt, so kann man entweder nur die innerhalb eines beschränkten Zeitraumes — etwa eines Versuchstages — ausgeführten Versuche mit einander vergleichen, unter der Annahme, dass während jener beschränkten Zeit die eigentliche Uebung nicht wesentlich zunimmt¹⁾, oder man muss die Reactionen solange fortsetzen, bis eine maximale Uebung wenigstens annähernd erreicht ist, was bei einer hinreichenden Anzahl von Versuchen natürlich einmal eintreten muss²⁾. Im ersten Falle hat man den Nachtheil einer zu geringen Anzahl von Einzelversuchen, im andern tritt das Missliche ein, dass die erhaltenen Zeiten nicht mehr normal genannt werden können.

Bei sehr einfachen psychischen Acten zwar ist die Uebung von nur geringem Einflusse und man wird daher z. B. bei Bestimmung der einfachen Reactionsdauer, auch noch bei einfachen Farbenunterscheidungen, nur die Versuche bei maximaler Uebung berücksichtigen dürfen, ohne dass die Resultate als abnorm anzusehen wären, während bei complicirterer psychischer Thätigkeit die Versuche ungeübter und geübter Beobachter einen erheblichen Unterschied zeigen, wie aus unsern Untersuchungen über die Apperceptionsdauer von Zahlen zur Genüge hervorgeht.

Streng genommen müsste man auch noch die von der Ermüdung

1) Eine Annahme, deren Zulässigkeit schon Exner durch seine Versuche bestätigt hat.

2) Den letzteren Modus wählten v. Kries und Auerbach. Vergl. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877. S. 361 ff., wo es u. A. heisst: »Maximale Uebung im Unterscheiden oder Beurtheilen ist das erste Erforderniss, um Schlüsse aus den erhaltenen Zahlen zu ziehen.«

im Laufe eines Versuchstages hervorgerufene Verlängerung der physiologischen Zeit berücksichtigen. Bei der günstigen Anordnung unserer eigenen Versuche war indess eine solche Verlängerung nur selten bemerkbar und dann sehr gering (vergl. S. 69).

Was endlich die Voraussetzung gleicher Wahrscheinlichkeit positiver und negativer Fehler betrifft, so kommt es hierbei ganz darauf an, unter welchem Gesichtspunkte man die Beobachtungen betrachtet. Es waltet hier im Gegensatze zu rein physikalischen Untersuchungen eine gewisse Neigung vor, den kleinsten Zahlen die größte Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates zu geben. Diese Bevorzugung kleiner Zahlen scheint berechtigt, wenn man einen sehr wesentlichen Factor bei psychischen Versuchen, die Aufmerksamkeit, in Betracht zieht und von der Annahme ausgeht, dass ein psychischer Act sich um so regelmäßiger und präziser, und mithin in um so kürzerer Zeit vollziehe, je größer die Aufmerksamkeit sei. Bei einfacheren psychischen Vorgängen ist jene Annahme zweifellos richtig und es verdienen deshalb die von Donders eingeführten Aufstellungen der Minimalwerthe¹⁾ besondere Beachtung. Giebt man nun den Minimis irgend welche Bedeutung, so ist die Methode der kleinsten Quadrate, wenigstens bei Zugrundelegung der gewöhnlichen Fehlergesetze, nicht anwendbar. Doch lassen sich bei Untersuchungen über complicirtere psychische Vorgänge verschiedene Einwände gegen ein zu großes Vertrauen auf die Minima geltend machen. Handelt es sich z. B. darum, die Apperceptionsdauer vierstelliger Zahlen festzustellen, so liegt es auf der Hand, dass nicht jede vierstellige Zahl auch unter sonst gleichen Bedingungen in der nämlichen Zeit appercipirt wird. Vierziffrige Zahlen, die mit 18 beginnen, werden schneller aufgefasst als andere (s. S. 67), und ebenso leuchtet es ein, dass 1000 in kürzerer Zeit gelesen wird, als etwa 7354. Ferner trat es bei unsern Versuchen über die Apperceptionsdauer von Farbenvorstellungen häufig ein, dass der Reagirende unwillkürlich eine bestimmte Farbe, wenn nicht erwartete, so doch als Vorstellung im Bewusstsein trug. Trat dann jene erwartete Farbenvorstellung wirklich ein, so erfolgte die Apperception in kürzerer Zeit, als wenn eine andre Farbe zum Objecte diente. Auch ist es nicht immer möglich, die Aufmerksamkeit

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1868. S. 677 f.

auf jeden Theil eines complicirten psychischen Vorganges gleichmäßig zu vertheilen, vielmehr wird in vielen Fällen bald der Perception, bald der Apperception, bald der Reaction unabsichtlich eine größere Aufmerksamkeit zugewendet.

Diese letztgenannten Thatsachen, denen sich bei genauerer Prüfung jedenfalls noch andere anreihen ließen, sprechen mehr für einen mittleren als für einen Minimalwerth.

Man könnte schließlich noch die Frage aufwerfen, ob sich nicht aus den Resultaten der Beobachtungen selbst ein Maß für die Aufmerksamkeit entnehmen ließe. Es liegt nahe, den etwas schwankenden Begriff der Aufmerksamkeit dadurch zu fixiren, dass man letztere dem Präcisionsmaße, d. i. dem reciproken Werthe des mittleren Fehlers¹⁾ proportional setzt, sodass also ein kleiner mittlerer Fehler einem hohen Grade der Aufmerksamkeit und umgekehrt ein großer mittlerer Fehler einer geringen Aufmerksamkeit entspräche. In der That macht sich ein geringerer Grad der Aufmerksamkeit nicht allein dadurch bemerklich, dass die Dauer aller Einzelversuche gleichmäßig verlängert wird — wobei dann der mittlere Fehler noch nicht größer zu werden brauchte — sondern das Charakteristische der Unaufmerksamkeit liegt vielmehr in den großen Schwankungen der physiologischen Zeiten bei der nämlichen Versuchsreihe. Als Beweis der soeben aufgestellten Behauptung mögen zwei auf einanderfolgende Versuchsreihen vom 28. Febr. dienen, von denen die eine ausnahmsweise mit Benutzung von Avertissements angestellt wurde. Das Ungewohnte der Avertissements wirkte zerstreugend auf die Aufmerksamkeit des Reagirenden und lenkte sie vom Versuche selbst ab.

<i>e R.</i>		<i>W.</i>		nur <i>w.</i> (nach der einf. W.-M.)	
Mit Avert.	Ohne A.	s. und w. Mit A.	Ohne A.	Mit A.	Ohne A.
187	253	443	311	579	384
291	276	371	353	524	356
302	187	406	283	411	—
370	277				
264	221				
266	238				

1) Bezeichnet man die den Einzelversuchen entsprechenden Zeiten mit l_1, l_2, l_3, \dots , das arithmetische Mittel derselben mit x , so ist der mittlere Fehler $= \sqrt{\frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \dots}{n-1}}$, wo n die Anzahl der zum Mittel vereinigten Versuche und $\lambda_1 = -l_1 + x, \lambda_2 = -l_2 + x, \lambda_3 = -l_3 + x, \dots$ ist.

<i>e R.</i>		<i>s. und w.</i>		nur <i>w.</i> (nach der einf. W.-M.)	
mit Avert.	ohne A.	mit A.	ohne A.	mit A.	ohne A.
<i>T.</i>					
229	141	161	160	559	478
198	194	270	258	542	339
200	150	271	205	429	444
311	262				
235	208				
236	172				
<i>F.</i>					
120	[194]	134	164	500	367
164	100	150	190	295	252
192	100	128	131	513	291
146	112				
112	117				
156	103				

Die entsprechenden mittleren Fehler sind

<i>e R.</i>		<i>s. und w.</i>		nur <i>w.</i> (einf. W.-M.)	
mit Avert.	ohne A.	mit A.	ohne A.	mit A.	ohne A.
061	034,6	035,5	034,6	084	019,8
<i>T.</i>					
041	044	063	049	092	072
<i>F.</i>					
029,4	006,3	010,8	029,5	122	058

Der mittlere Fehler war also bei unsern Versuchen im Allgemeinen größer, wenn ein Avertissement erfolgte, als wenn ein solches fehlte. Trotz dieser guten Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung ist die Identificirung der Aufmerksamkeit mit dem Präcisionsmaße in den meisten Fällen nicht einwurfsfrei. Nur bei den einfachsten psychischen Vorgängen, die unter sich möglichst gleichartig und der Uebung wenig unterworfen sind, kann man annehmen, dass der mittlere Fehler im wesentlichen vom Grade der Aufmerksamkeit abhängig ist. Bei complicirteren psychischen Vorgängen dagegen hat nicht nur die Uebung einen erheblichen Antheil an den Schwankungen der Einzelversuche, sondern es liegt unter Umständen in den einzelnen Vorgängen selbst die Ursache großer Abweichungen, wie ich es an

der Apperceptionsdauer vierstelliger Zahlen oben nachgewiesen habe (s. S. 72).

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Aufstellung mittlerer Fehler für verschiedene Versuche. Bei der einfachen Erkennung eines Licht-eindruckes (einfache Reaction, *eR*) sowie bei der Unterscheidung von Schwarz und Weiß (*s* und *w*) sind je drei unmittelbar aufeinanderfolgende Einzelversuche zum Mittel vereinigt, bei der Erkennung von vier Farben (*f*) und bei den Zahlenvorstellungen die doppelte Anzahl.

25. Februar.

	<i>W.</i>		<i>T.</i>		<i>F.</i>	
	<i>e R.</i>	<i>s. und w.</i>	<i>e R.</i>	<i>s. und w.</i>	<i>e R.</i>	<i>s. und w.</i>
erste Ver- suchsreihe	{014,4 015	043,4	029,2 031,5	037,6	012,7 026	010,6
zweite Ver- suchsreihe	{024,6 010,8	026	028,3 069,4	022,6	021,4 040,1	052,4
dritte Ver- suchsreihe	{058,3 029		063,8 049,5	025,2	005,6 014,5	084

3. März.

	<i>W.</i>			<i>T.</i>			<i>F.</i>		
	<i>e R.</i>	<i>s. u. w.</i>	<i>f.</i>	<i>e R.</i>	<i>s. u. w.</i>	<i>f.</i>	<i>e R.</i>	<i>s. u. w.</i>	<i>f.</i>
erste Ver- suchsreihe	{025,5 033	066 160	118	033,6 033,6	010 015	025,2	015 001,4	023 022,6	040,5
zweite Ver- suchsreihe	{035 015,7	007 016,4	056	021,7 030	049 054,8	035,5	015,7 023,5	056 033	055,5

W.

	1stellige	2st.	3st.	4st.	5st.	6st. Zahlen
21. Jan.	021,2		064	107		240
7. Febr.	020		164	385		141

T.

21. Jan.	137	166		128
7. Febr.	021	059		224

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind mehrfache. Sie gewähren nicht nur einen Ueberblick über die Apperceptionszeiten einfacher und zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen, sie dienen auch zur Feststellung und Bestätigung verschiedener bemerkenswerther

Thatsachen psychischer Natur. So lehren die Versuche über die Erkennungszeit von zwei und vier Farben, dass ein Unterschied bestehe je nach der Anzahl der wechselnden Objecte, eine Bestätigung der psychologischen Erfahrung, dass eine Vorstellung nicht als einzelner, für sich allein und isolirt gedachter Inhalt unsres Bewusstseins aufgefasst werden darf, sondern von begleitenden psychischen Nebenumständen bedingt ist, welche auf die Bildung der Vorstellung und somit auf ihre Apperceptionsdauer wirken. Es ist vielleicht nicht ganz unmöglich, die Grenze dieser Wirkungsfähigkeit wenigstens in gewisser Hinsicht zu bestimmen, indem man die Anzahl der wechselnden Objecte vermehrt, bis die Apperceptionsdauer eine constante, nicht mehr zunehmende Größe erreicht.

Sehr bemerkenswerth sind der bedeutende Zuwachs, welchen die physiologischen Zeiten bei der Erkennung selbst der einfacheren zusammengesetzten Gesichtsvorstellungen im Vergleich zu den einfachen Farbenerkennungen erfahren, und die schnelle Zunahme bei Erhöhung des Grades der Zusammensetzung. Es zeigt dieser Umstand, dass, wie zu erwarten war, eine ungleich höhere Anforderung an die psychische Thätigkeit gestellt wird bei der Bildung einer zusammengesetzten Vorstellung, als bei der Apperception einer bloßen Farbenempfindung. Die Mitte zwischen den Erkennungszeiten von Farbenempfindungen und Bildungen von Zahlenvorstellungen nehmen etwa die in dieser Abhandlung nicht weiter in Betracht gezogenen Erkennungszeiten einfacher Raumgebilde ein.

Zu Seite 56.

Die Versuche vom 2. März.

	<i>F.</i>	<i>W.</i>	<i>T.</i>	<i>F.</i>	<i>W.</i>	<i>T.</i>
<i>e. R.</i>	167	265	247	156	236	173
	174	267	205	157	237	122
	173	235	[381]	191	180	149
<i>s. und w.</i>	169	340	[512]	165	233	152
	145	433	279	143	223	152
	196	380	310	190	242	192

	<i>F.</i>	<i>W.</i>	<i>T.</i>	<i>F.</i>	<i>W.</i>	<i>T.</i>
4 Farben, ., <i>w.</i> , <i>g.</i> , <i>r.</i>	277	407	283	313	464	123
	285	371	228	224	406	156
	317	348	233	320	427	127
	383	349	272	204	374	137
	240	362	294	174	[646] [593]	193
	[516]	368	230	206	363	157
<i>s.</i> und <i>w.</i>	185	483	197	188	339	184
	182	364	194	154	416	140
	233	409	203	133	286	171
<i>eR.</i>	152	264	173	132	168	169
	172	239	138	083	[306]	102
	172	234	162	092	135	120

Die Versuche vom 3. März.

<i>eR.</i>	157	[288]	[285]	145	236	205
	152	267	247	170	283	166
	129	237	218	174	214	169
<i>s.</i> und <i>w.</i>	225	423	247	273	354	268
	190	295	226	224	365	191
	180	390	240	160	350	175
4 Farben, <i>s.</i> , <i>w.</i> , <i>g.</i> , <i>r.</i>	206	521	253	268	462	226
	218	499	260	205	311	136
	195	540	224	254	329	198
	276	608	213	315	479	195
	361	304	191	224	395	192
	189	642	228	154	380	230
<i>s.</i> und <i>w.</i>	225	512	225	252	247	290
	253	194	200	320	225	245
	188	310	326	290	215	180
<i>eR.</i>	151	192	180	[356]	222	140
	150	250	151	165	211	160
	148	250	113	136	191	200