

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Wien.)

Aufmerksamkeit und Zeitverschiebung in der Auffassung disparater Sinnesreize.

Von

Dr. phil. WILHELM PETERS.

In seinen „Untersuchungen über die einfachsten psychischen Prozesse“ (IV. Abhandlung, *Pflügers Archiv* 11) hat SIGM. EXNER die ersten Beiträge zur Lösung eines Problems geliefert, das in naher Beziehung zu den Fragen der Reaktionszeitmessung und der sogenannten Komplikationsversuche steht. Es ist dies die Frage nach der kleinsten eben noch wahrnehmbaren Zeit zwischen zwei, disparaten Sinnesgebieten angehörnden, Eindrücken. Diese Zeit ist, wie er fand, verschieden von der für qualitativ gleiche Sinnesreize bestimmten und auch verschieden, je nach der Reihenfolge der disparaten Reize, die das Intervall begrenzen. Für die im folgenden mitzuteilenden Versuche kommt nur eine der untersuchten Reizkombinationen in Betracht: die von Licht und Schall. Wenn diese Reize objektiv gleichzeitig ausgelöst wurden, wurden sie häufig nicht simultan, sondern in einer Sukzession aufgefaßt, in der immer der Schalleindruck vorausging. Eine der Versuchspersonen zeigte dies besonders deutlich. Damit sie das Licht mit Sicherheit als früher kommend erkannte, mußte es dem Schall um ca. 63σ vorausgehen; umgekehrt beurteilte sie mit Sicherheit den Schall „früher“, wenn die objektive Zeitdifferenz nur 15σ betrug. — Diese Tendenz, in der Reihenfolge Schall—Licht schon in geringerer Entfernung von der Gleichzeitigkeit den Schall als früher zu erkennen, fand EXNER bei allen untersuchten Versuchspersonen konstant. — Die Zahl der Einzelversuche hielt er dabei absichtlich auf einem Minimum,

um die Komplikation der gefundenen Werte durch die fortschreitende Übung zu vermeiden. Er fand keinen Unterschied zwischen der „Zeitdifferenz, welche nötig ist, um die Ungleichzeitigkeit zweier Eindrücke zu erkennen“ und „jener Zeitdifferenz, welche erforderlich ist, um zu erkennen, welcher der Reize der erste, welcher der zweite ist“. Die Verschiedenheit der „kleinsten Differenz“ in dem einen und dem andern Fall wird zunächst durch die beträchtlich längere Zeit des Anklingens der Gesichtsempfindung erklärt. Daneben ist jedoch noch ein zweiter Faktor wirksam, die Einstellung der Aufmerksamkeit. EXNER beobachtete, daß diese meist auf einen bestimmten Sinnesindruck gerichtet ist und die Versuchsperson veranlaßt, ihn als „früher“ zu bezeichnen. Eine andere Art der Aufmerksamkeitseinstellung, jene auf die zeitliche Folge, den ersten oder zweiten Eindruck gerichtete, ist ihm nur bei solchen (außerhalb des Rahmens dieser Arbeit stehenden) Versuchen aufgefallen, bei denen Schalleindrücke, also gleiche Reizqualitäten, den beiden Ohren zugeführt wurden. Diese Art der Einstellung ist nach EXNERS Meinung durch die Ähnlichkeit der Eindrücke bedingt.

In einem kurzen Aufsatz (*Revue Scientifique*, 1887, S. 586) beschreibt A. M. BLOCH den EXNERSCHEN ähnliche Versuche mit analogen Ergebnissen. Er fand, daß das Licht, um deutlich früher gesehen zu werden, um $35,7\sigma$, der Schall, um früher gehört zu werden, um $27,8\sigma$ vorausgehen müsse.

Mit den eigentümlichen Bedingungen der Auffassung der Reihenfolge Licht—Schall und Schall—Licht beschäftigen sich ferner zwei neuere, ausführliche Arbeiten.

ALICE J. HAMLIN („On the Least Observable Interval between Stimuli Addressed to Disparate Senses and to Different Organs of the Same Sense“, *Amer. Journ. of Psychology*, 6, 1893) bedient sich hierzu der *r*- und *f*-Methode. Ihre Versuchsanordnung soll gegenüber derjenigen EXNERS den Vorzug haben, daß sie die gesonderte Darbietung eines einzelnen Reizpaares gestattet.¹ Schwankungen in der Intensität der Reize, bedingt durch die Verwendung von Induktionsapparaten, haben, wie sie angibt, innerhalb enger Grenzen keinen Einfluß auf die gefundenen Werte. Dasselbe hat schon EXNER bei Versuchen bemerkt, in

¹ Die Beschreibung der Versuchsanordnungen übergehe ich in diesem Referat, das die Resultate nur insoweit in Betracht zieht, als sie für die im folgenden mitgeteilten Versuche von Belang sind.

denen zwei optische Eindrücke auf ihre kleinste Differenz geprüft wurden. „Ein weiterer Versuch, bei welchem ich die beiden Öffnungen nur schwach erleuchtete, bewies mir, daß die kleinste Differenz innerhalb gewisser Grenzen unabhängig ist von der Intensität des einwirkenden Lichtes.“ — Im Gegensatz zu EXNER fand HAMLIN bei möglichst ungezwungener Aufmerksamkeitsrichtung die Intervalle, die nötig waren, um 75 % *r*-Fälle für die Reihen Licht—Schall und Schall—Licht zu bekommen, bei zwei Beobachtern bedeutend verschieden. Sie betrugen bei einer Versuchsperson 32σ und 37σ, und liegen also ungefähr symmetrisch um den Punkt der Gleichzeitigkeit, bei der zweiten hingegen 35σ und 169σ, und wiesen demnach eine entgegengesetzte Differenz als die Versuche EXNERS auf. Analoge Versuche von TRACY, die HAMLIN gleichzeitig mitteilt, ergeben die Werte 44σ und 67σ. — HAMLIN meint, die voneinander abweichenden Resultate kämen dadurch zustande, daß gewisse Individuen (ungeachtet des „state of difference“, das Vorschrift des Experimentators ist) gewohnheitsmäßig ihre Aufmerksamkeit auf die Lichtempfindung einstellen. — Die willkürliche Lenkung der Aufmerksamkeit (forced attention) vermehrt bald die Zahl der *r*-Fälle, bald vermindert sie sie. Auch Versuche, die Aufmerksamkeit dadurch auf einen der Reize zu konzentrieren, daß er der Schwelle genähert wird und nur bei gespannter Aufmerksamkeit erfaßt werden kann, hatten bei zwei Beobachtern verschiedenen Erfolg. Der eine wies bei einem bestimmten Intervall 80 % *r*-Fälle auf (gegen 32 % bei normaler Intensität), der andere hingegen 42 % gegen 92 % unter normalen Bedingungen. Miss HAMLIN erklärt diesen Unterschied damit, daß bei der einen Versuchsperson die Aufmerksamkeit durch den schwachen, bei der anderen durch den starken Reiz „caught“ wird. — Zum Schluß gibt HAMLIN eine, wie mir scheint, recht sonderbare „Theorie“ ihrer Beobachtungen. Danach sollen es nicht die Licht- und Schalleindrücke sein, die in ihrer zeitlichen Relation beurteilt werden, sondern die Bewegungsempfindungen der von diesen Eindrücken reflektorisch ausgelösten Muskelaktionen.

ED. MOFFAT WEYER („Die Zeitschwellen gleichartiger und disparater Sinneseindrücke“. *Wundts Philosophische Studien*, 14 und 15) beobachtet wie EXNER, daß im allgemeinen Reihen- und Zeitschwelle zusammenfallen. Dabei kommen jedoch häufig

Fälle vor, in denen das Intervall als solches deutlich erkannt wird, über die Reihenfolge der Eindrücke jedoch Zweifel herrscht. Die Schwelle ist ferner nach seinen Angaben von der Intensität der angewendeten Reize abhängig. — An Stelle der natürlichen Aufmerksamkeitseinstellung, die eine jede Versuchsperson gleichsam zum Versuche mitbringt, verwendet er die willkürlich auf die Reihenfolge der Reize eingestellte. Er gibt also seinen Beobachtern die Weisung, ihre Aufmerksamkeit auf den ersten oder den zweiten der Reize zu konzentrieren. Die erstgenannte Art der Einstellung soll die „physiologischen Faktoren“ besser hervortreten lassen als die zweite. Gemeint sind die differenten Zeiten des Anklingens von Licht- und Schallempfindung. — WEYER fand so, daß das Licht um mehr als 95σ dem Schall vorausgehen muß, um als „früher“ erkannt zu werden. Bis zu 95σ wird „gleichzeitig“ geurteilt; unter 28σ tritt eine subjektive Umkehrung der objektiven Reihenfolge ein. (Methode: Minimaländerungen bei wissentlichem Verfahren.) Ist die Aufmerksamkeit in der Sukzession Licht—Schall dem zweiten Eindruck zugewendet, mußte für den einen Beobachter das Intervall um 60σ verlängert werden, um die Zeitschwelle zu erreichen, für den anderen hingegen um 35σ verkürzt werden. — Ging der akustische Eindruck voran und war ihm die Aufmerksamkeit zugewendet, genügte ein kleineres Intervall ($48,9\sigma$ und $45,2\sigma$; $64,3\sigma$ und $55,8\sigma$ bei zwei Beobachtern, aufsteigend und absteigend) zur Erreichung der Zeitschwelle. Wurde auf den zweiten Eindruck eingestellt, ergab sich für den einen Beobachter, der in beiden Fällen untersucht wurde, nur bei absteigender Reihe eine Verlängerung des Intervalls um $16,6\sigma$ im Mittel. — Bei unwissentlichem Verfahren fand WEYER die subjektive Umkehrung der Reihenfolge häufiger. — Er hat ferner eine Reihe von Versuchen über das „früher“ oder „später“ der beiden Reize nach der *r*- und *f*-Methode angestellt. Bei der Sukzession Licht—Schall erhielt er als denjenigen Wert, bei dem 75% $r + \frac{g}{2}$ Urteile vorkamen: $71,8\sigma$, wenn die Aufmerksamkeit dem ersten Eindruck zugekehrt war. War sie auf den zweiten gerichtet, ergab ein Intervall von $102,5\sigma$ noch nicht 75% $r + \frac{g}{2}$ -Fälle. Für die Reihe Schall—Licht betrugen die analogen Werte $102,5\sigma$ und $135,9\sigma$. — WEYER beobachtet auch, wie vor ihm schon EXNER

und HAMLIN, daß bei nicht zu großem Intervall der aufmerksamkeitsbetonte Eindruck als erster erfaßt wird. — Neben der Netzhautträgheit macht er die durch die Aufmerksamkeitsspannung bedingten Klarheitsgrade für die beobachteten Erscheinungen verantwortlich.¹

Der Grund, weshalb ich diese Versuche mit nur wenigen Modifikationen von neuem aufnahm, war vor allem der, den Anteil der Aufmerksamkeitseinstellung an der Auffassung der Reihenfolge der beiden Reize zu isolieren und in seiner Bedeutung für die Psychologie der Aufmerksamkeit zu untersuchen. Gelingt es nämlich, bei tunlichst indifferenter Aufmerksamkeit konstante Werte für die Zeitschwellen der Reihen Licht—Schall und Schall—Licht zu gewinnen, so werden die bei bestimmter Einstellung der Aufmerksamkeit erhaltenen Werte mit den ersten verglichen die Größe der durch die willkürliche Einstellung bewirkten „Zeitverschiebung“ angeben. Es schien mir psychologisch richtiger und übrigens auch mit den EXNERSchen Beobachtungen besser im Einklang stehend, lediglich die Einstellung auf einen qualitativ bestimmten Eindruck anzuwenden.

Wenn es (innerhalb gewisser Grenzen) richtig ist, daß der aufmerksamkeitsbetonte Eindruck „früher“ aufgefaßt wird, scheint mir die Aufgabe, die Aufmerksamkeit auf den ersten oder zweiten Eindruck zu konzentrieren, nicht viel Sinn zu haben. Zumindest trifft dies in solchen Fällen zu, in denen nicht über das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein eines Zeitintervalls sondern nur über das „früher“ oder „später“ geurteilt werden soll. Außerdem setzt der Befehl, auf den zweiten Eindruck zu achten, eine wenn auch geringere Aufmerksamkeitsspannung auf den ersten Eindruck voraus, da er ja gezählt, als „erster“ bewußt werden muß. — Die Angabe HAMLINS, daß die Einstellung die r -Fälle vermehre oder vermindere, bezieht sich wieder lediglich auf das Verhältnis des objektiven zum subjektiven Intervall und kann nur für die durch die verwendete Methode begrenzten Zahl der untersuchten Intervalle als gültig betrachtet werden; über die Größe, der „Zeitverschiebung“, die

¹ Diese Abhandlung war schon im Druck, als ich auf die Arbeit von G. M. WHIPPLE (On Nearly Simultaneous Clicks and Flashes, *Am. Journ. of Psychol.* 10, 1899) aufmerksam wurde, die jedoch keine neuen Tatsachen ergeben zu haben scheint.

im Gefolge der Aufmerksamkeitsspannung auftritt, gibt sie keine Auskunft.¹

Fast alle Darstellungen der Psychologie der Aufmerksamkeit betonen ferner die ihrer Meinung nach grössere oder geringere Bedeutung der Adaptation der Sinnesorgane für die Phänomene der Aufmerksamkeit. Nachgewiesen wurde eine solche meines Wissens zum erstenmal von W. HEINRICH (*Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. S. 9*) für das Auge. Er gibt an, daß die Ablenkung der Aufmerksamkeit von einem Gesichtseindruck mit einer Erschlaffung der Akkommodation und einer Erweiterung der Pupille verbunden ist. — Ich habe nun (ohne diese Angaben einer Nachprüfung zu unterziehen) untersucht, ob die Grösse der Zeitverschiebung eine Änderung erfährt, wenn bei gespannter Aufmerksamkeit der Effekt der Akkommodation: die korrekte Abbildung des Objektes auf der Netzhaut durch vorgeschaltete Konvexgläser vernichtet wurde. — Analoge Versuche für das Ohr erschienen mir weniger aussichtsvoll; ist doch die Möglichkeit einer Akkommodation dieses Sinnesorganes eine noch offene Frage.

Die Anordnung meiner Versuche schloß sich an diejenige EXNERS an. Ich verwendete die von ihm (l. c. S. 406) beschriebene hölzerne Kreisscheibe, die um eine stählerne, in stählernen Lagern ruhende, vertikale Achse drehbar ist. An ihr ist konzentrisch zur Peripherie eine Rinne ausgeschnitten, in der ein Kontakt verschoben werden kann, der mit der Achse in leitender Verbindung steht. Unter der Scheibe stand ein Quecksilbernapf, in einen Bleiklotz eingeschraubt und nur in vertikaler Richtung verstellbar. Die Quecksilberkuppe wurde bei jeder Umdrehung einmal von dem Kontakt gestreift und so ein Strom geschlossen und wieder geöffnet, der einerseits zur stählernen Achse, andererseits zum Quecksilbernapf ging. Es war dies ein von einer Akkumulatorenbatterie gelieferter Gleichstrom von 80 V Spannung und 30 A Intensität (bei metallischer Schließung).

In den Stromkreis war ferner ein regulierbarer RUHSTRATSCHER Schiefer-Widerstand und ein DUBOISSCHER Schlüssel eingeschaltet. In dem Augenblick, in dem der rotierende Kontakt die Quecksilberkuppe berührte, wurde (bei herabgedrücktem Schlüssel) der

¹ Dieselbe Wirkung, Vermehrung und Verminderung der *f*-Fälle, stellt auch DEWE (*Am. Journ. of Psych.* 7. bei Versuchen fest, in denen andere Reizpaare verwendet wurden.

Stromkreis geschlossen und im nächsten Augenblick wieder geöffnet. Hierbei entstand ein starker Öffnungsfunke, dessen Geräusch als Schallreiz verwendet wurde. Da sich die Anbringung eines Spülkontaktes nicht gut durchführen liefs, wurde das Quecksilber nach einer kleinen Reihe von Einzelversuchen frisch aufgefüllt. Trotzdem kamen Variationen in der Intensität des Geräusches vor. Fälle, in denen sich dieser Intensitätswechsel für die Versuchspersonen störend bemerkbar machte, wurden nicht ins Versuchsprotokoll aufgenommen, obwohl meine Versuche keine Abhängigkeit der gefundenen Werte von der Intensität der Reize erkennen liefsen. — Um den Funken für den Beobachter unsichtbar zu machen, wurde der ganze Apparat in eine Kiste gestellt, deren Deckel in Augenhöhe des Beobachters eine Öffnung trug und in deren Seitenwände zwei Glasröhren eingefügt waren, durch die die Transmissionsschnur zum Motor ging.

Der Ausschnitt der Drehscheibe, in dem der Kontakt verschoben wurde, war mit einem für Licht undurchlässigen Tuchstreifen bedeckt. — Hart neben diesem Ausschnitt war ein zweiter in radialer Richtung von 2 mm Breite angebracht. Dieser ging je einmal bei einer Umdrehung an dem Spalt eines Blechkastens vorbei, der eine 16kerzige Mattglasglühlampe barg. In den Stromkreis derselben war ebenfalls ein Schlüssel eingeschaltet. Wenn die Spalte des Blechkastens und Rades übereinander standen, fiel das Licht der Lampe auf einen über der Drehachse fixierten geneigten Spiegel und wurde von diesem durch die Öffnung im Kistendeckel hindurch in das Auge des Beobachters geworfen. — War der bewegliche Kontakt in der Mitte der Rinne festgeschraubt, wurden die beiden Reize: Licht und Schall gleichzeitig ausgelöst; wurde er von hier in der Drehrichtung verschoben, kam der Lichtreiz früher, geschah die Verschiebung in der anderen Richtung, später. — Die Geschwindigkeit des Motors war so gewählt worden, daß einer Verschiebung um je einen Teilstrich (d. i. einen Bogengrad) eine Zeitdifferenz von 5σ entsprach. — Es wurde ein Gewichtsmotor von der Art der zur Typentelegraphie gebrauchten mit Zentrifugalregulator verwendet.¹ Sein Gang war bei weitem konstanter als der der gewöhnlichen Elektromotoren. Eine Drehscheibe, vom Motor getrieben, brauchte zu 100 Umdrehungen im Mittel 8 Minuten und 40 Sekunden.

¹ Angefertigt von Mechaniker SCHARFER (Wien).

Der mittlere Fehler betrug hierbei 1,540, das ist auf 100 Sekunden bezogen 0,296 %. Der Motor stand im Vorraum des Versuchszimmers, wodurch alle störenden Geräusche auf ein Minimum reduziert wurden.

Der Beobachter saß ungefähr $1\frac{1}{2}$ m von dem Apparat entfernt vor einem Tisch, an dem eine Kinnstütze angebracht war. Die Versuche wurden bei künstlicher Beleuchtung, zum kleineren Teil bei völliger Dunkelheit ausgeführt. Dunkeladaptation wurde vermieden. Der Experimentator befand sich in der ersten Zeit der Versuche im Vorraum, dann im Versuchsraum selbst, jedoch einige Meter von der Versuchsperson entfernt und ihr den Rücken zukehrend.

War der Motor in Gang gesetzt, gab der Experimentator das vorher verabredete Zeichen, worauf die Versuchsperson das Kinn einstützte. 2 bis 3 Sekunden später drückte er die beiden Schlüssel nieder und öffnete sie wieder eine Sekunde, nachdem er das Geräusch des Funkens gehört hatte. Bei einzelnen Versuchspersonen ermöglichte die einmalige Darbietung des Reizpaares noch kein sicheres Urteil; es wurden in diesem Fall die Reize noch ein zweites Mal geboten. Der Versuchsperson wurden die Urteilsausdrücke: optischer Reiz früher, später, gleichzeitig, früher fraglich, später fraglich, gleichzeitig fraglich und unentschieden zur Verfügung gestellt. Da die Variierung der Distanz zwischen Licht- und Schallreiz einige Zeit in Anspruch nahm, wurden mit ein und derselben Distanz immer mehrere Versuche, durch eine Pause getrennt, vorgenommen und dann erst eine neue Einstellung gemacht. Solche Versuchsgruppen umfaßten in der Regel 6 bis 8 Einzelversuche. Die Versuchsperson wußte, daß innerhalb einer Gruppe die Distanz konstant blieb, trotzdem war ihr Urteil nur dann konstant, wenn das Intervall zwischen den Reizen eine bestimmte Größe erreicht hatte. — Die Richtung, in der die beiden Reize bei Neueinstellung variiert wurden, blieb der Versuchsperson unbekannt. — Die erste Einstellung eines jeden Versuchstages lag in der Nähe des Nullpunktes der Zeitdifferenz. Von hier aus wurde dasjenige Intervall aufgesucht, bei dem eben der optische Reiz deutlich als früher oder später kommend erfaßt wurde. Als Kriterium der Deutlichkeit galt hierbei, daß sämtliche Urteile der Versuchsgruppe von derselben Art waren und die um 5σ und 10σ größeren Intervalle ebenfalls kein anderes Urteil ergaben. Das um 5σ verminderte

Intervall mußte schon andere Urteile innerhalb einer Gruppe aufweisen. — Aus dem Gesagten geht hervor, daß das Verfahren die Tendenz aufwies, von völliger oder angenäherter objektiver Gleichzeitigkeit zu immer deutlicherer Ungleichzeitigkeit fortzuschreiten. Trotzdem war es kein regelmäßiges, denn diese Tendenz galt nicht für die einzelnen Einstellungen; es wurden nicht Variationen von je 5σ in derselben Richtung, sondern solche zwischen 5σ und 20σ in beiden Richtungen, zu größerer und geringerer Ungleichzeitigkeit hin, vorgenommen. — Bei den an mir selbst angestellten Versuchen war ich, da ich Mangel an Gehilfen hatte, gleichzeitig Versuchsperson und Experimentator. Hierbei war natürlich das Versuchsverfahren durchaus wissentlich. Aus den Resultaten kann ich jedoch keinen Unterschied gegenüber dem unwissentlichen Verfahren feststellen. Um sicher zu gehen, habe ich an mir „Kontrollversuche“ in der Weise vorgenommen, daß ich von einer Gruppe zur anderen das Intervall und die Aufmerksamkeitseinstellung völlig unregelmäßig variierte. Da mir die vorher gefundenen Werte für die Grenzen des deutlichen „früher“ oder „später“ nicht geläufig waren, kann dieses Verfahren wohl als unwissentliches bezeichnet werden.

I.

Nach einigen Vorversuchen zum Zwecke der Einübung wurden zunächst Versuche bei möglichst indifferenter Aufmerksamkeit ausgeführt. Die Versuchsperson erhielt die Weisung, sich möglichst passiv zu verhalten, d. h. weder auf den einen, noch auf den anderen Eindruck ihre Aufmerksamkeit zu konzentrieren. — Eine der Versuchspersonen (im folgenden mit I bezeichnet) fand dies immer schwierig gegenüber denjenigen Versuchen, in denen die Aufmerksamkeit dem optischen Eindruck zugekehrt war. Die Werte, die ich von diesem Beobachter erhielt, lagen trotzdem in der Mitte zwischen denen, die ich bei einer anderen Versuchsperson (II) fand und denen, die die Versuche an mir (III) ergaben. Mir selbst schien diese Art zu beobachten die am wenigsten beschwerliche zu sein. — Die Tabelle 1 gibt für 4 Versuchspersonen die Zahl der Einzelversuche, der Gruppen und der Intervalle, auf die die Gruppen verteilt waren, ferner die Zahl der Versuchstage und das Datum, die Tabelle 2 die Resultate dieser Versuche in Tausendstel-Sekunden. Die Rubriken „früher“ und „später“ geben diejenigen objektiven

Intervalle zwischen den beiden Reizen an, bei denen an je einem Versuchstag das betreffende Urteil eben konstant wurde. Das + neben der Zeitangabe bedeutet, daß der objektive Lichtreiz um diesen Betrag dem Schallreiz vorausging, das —, daß er entsprechend später erfolgte.

Tabelle 1.

Versuchs- person	Einzel- versuche	Gruppen	Zahl der Intervalle	Versuchs- tage	Datum
I	364	54	21	5	8. XI.—16. XII. 04
II	315	48	19	5	28. XI. 04—24. I. 05
III	486	91	23	10	2. VI.—5. VII., 20. bis 21. VII., 21. X., 23. XI. 04
IV	539	111	39	11	8. XII. 04—4. I. 05

Tabelle 2.

Ver- suchs- person	früher	Mittel- wert	m. V. ¹	später	Mittel- wert	m. V.
I	50+, 55+, 60+, 45+, 40+, 35+	47,5+	7,5	15—, 20—, 40—	25,0—	10,0
II	45+, 25+, 25+	31,67+	8,89	40—, 40—, 40—, 35—	38,75—	1,88
III	65+ ^x , 65+ ^x , 70+ ^x , 80+ ^x , 65+ ^x , 75+, 75+	70,7+	5,1	30— ^x , 25— ^x , 25— ^x , 10— ^x , 10—, 20—	20,0—	6,67
IV	110+, 30+, 50+, 55+, 80+	65+	24,0	110—, 40—, 25—, 20—, 80—, 40—, 20+, 50—, 80—, 95—	52—	30,1

Im einzelnen ist zu diesen Tabellen folgendes zu bemerken: Bei Versuchsperson IV variieren die Werte innerhalb so weiter Grenzen, daß es nicht möglich ist, aus den Mittelwerten irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Übrigens waren für diese Versuchsperson die Versuchsbedingungen auch etwas geändert worden. Da die Versuchsperson schwerhörig ist, wurde ein Gummi-

¹ mittlere Variation.

schlauch, der in einen Trichter endete, von dem Apparat zum Ohre des Beobachters gezogen. — Die mit \times bezeichneten Resultate bei Versuchsperson III beziehen sich auf Versuche, die im verdunkelten Zimmer und bei viel geringerer Intensität des optischen Reizes ausgeführt wurden. Es war hier eine kleine Glühlampe mit Ösen verwendet worden, die vom Akkumulatoren-Gleichstrom gespeist wurde. Die Tabelle zeigt, daß die so erhaltenen Werte von den anderen nicht verschieden sind. — Versuchsperson II, die im allgemeinen die am meisten konstanten „früher“- und „später“-Werte aufwies, urteilte einmal erst bei $45\sigma +$ deutlich „früher“. In bezug auf diese Differenz sei erwähnt, daß Versuchsperson an dem betreffenden Versuchstag spontan angab, nicht besonders disponiert zu sein. — Übungseinflüsse sind, wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, nicht festzustellen.

Ich habe ferner noch auf eine andere Art, ähnlich der r - und f -Methode, die gefundenen Zahlen zu verwerten gesucht. — Aus der Gesamtheit aller Urteile einer Versuchsperson an sämtlichen Versuchstagen wurden jene Intervalle ausgesucht, die 50 bis 75 % Einzelurteile „früher“ ergaben, ferner jene, bei denen die Zahl derselben 75 bis 100 % betrug und die analogen für das Einzelurteil „später“. Hierbei fanden nur die Intervalle Berücksichtigung, die ein bestimmtes Minimum von Einzelurteilen (12 bis 16, verschieden bei den einzelnen Beobachtern) aufwiesen. — Tabelle 3 gibt die Resultate an.

Tabelle 3.

Versuchs- person	50—75% früher	75—100% früher	50—75% später	75—100% später
I	40+, 50+	60+	15—	—
II	10+	5+, 15+, 25+	30—, 35—	40—
III	40+, 60+	65+, 70+, 75+	$\emptyset \pm$, 5—, 35+	10—, 15—, 20—, 25—
IV	20+, 30+, 35+, 60+	—	40—, 50—, 90—, 20+, 40+	—

Die Rubriken, die 75 bis 100 % je eines der beiden Urteile verzeichnen, enthalten Werte, die den in Tabelle 2 angegebenen Mittelwerten sehr nahe liegen.

Die in der geschilderten Weise angestellten Kontrollversuche

(141 in 21 Gruppen auf 13 Intervalle verteilt an 7 Versuchstagen) ergaben in Übereinstimmung mit den früheren für folgende Intervalle konstante Urteile:

früher: 70 +, 65 +, 70 +, 75 +,

später: 30 —, 10 —, 25 —, 45 —, 20 —, 30 —, 5 —.

Um den Einfluss einer bedeutenden Intensitätsveränderung des optischen Reizes auf die beiden Schwellen festzustellen, habe ich in den Stromkreis der Lampe einen mit Zinksulfat gefüllten Flüssigkeitswiderstand eingefügt. Bei Herabsetzung der Lichtintensität auf $\frac{1}{10}$ stellte ich an mir 148 Einzelversuche (24 Gruppen, 13 Intervalle, 3 Versuchstage) an. Sie ergaben:

früher: 80 +, 85 +, Mittel: 82,5 + (m. V. 2,5),

später: 25 —, 30 —, „ : 27,5 — (m. V. 2,5).

Danach besteht der Unterschied dieser Werte gegenüber den normalen höchstens darin, dass die „früher“-Schwelle etwa um 10σ höher liegt, wobei jedoch zu bedenken ist, dass ganz ähnliche Werte vereinzelt auch bei den Normalversuchen sich finden.

Die Resultate der Tabelle 2 sind auf der beiliegenden Tafel (Fig. 1 bis Fig. 4) graphisch dargestellt. Die von der Horizontalinie nach beiden Seiten abgemessenen Abstände repräsentieren die Intervalle zwischen den beiden Reizen, je nachdem der optische Reiz früher (oben) oder später (unten) ausgelöst wurde. Der Horizontallinie selbst entspricht das Intervall $0\sigma \pm$. Die senkrechten Linien geben die Mittelwerte derjenigen Intervalle an, in denen variierende Urteile gefällt wurden; ihr oberer Endpunkt bezeichnet demnach die Grenze, von der aufwärts nur „früher“-Urteile vorkamen, ihr unterer die, von der abwärts nur „später“-Urteile lagen. — Betrachtet man nun die Lage der Endpunkte zur horizontalen Mittellinie, so kann man keinerlei Übereinstimmung bei den einzelnen Versuchspersonen feststellen. Für II liegen sie näherungsweise symmetrisch, für III entfernen sie sich ziemlich bedeutend von der Symmetrie, für I liegen sie ungefähr zwischen diesen beiden Extremen. — Die Resultate der EXNERSchen Versuche würden, in derselben Weise veranschaulicht, ähnliche Linien ergeben wie die für III gezeichnete, d. h. für III und die EXNERSchen Beobachter muß unter den Bedingungen dieser Versuche das Intervall Licht—Schall größer sein als das Intervall Schall—Licht. Für I ist diese Differenz kleiner, für II schlägt sie jedoch um ein geringes

nach der entgegengesetzten Seite aus, wie dies viel deutlicher auch *HAMLINS* zweite Versuchsperson zeigt. — Ich kann hier noch hinzufügen, daß ich eine Versuchsperson (V) fand, bei der es mir an 5 Versuchstagen und bei Intervallen bis zu 165σ nicht gelang, ein konstantes „früher“-Urteil zu erzielen. Selbst bei diesem größten Intervall, das ich einstellen konnte, waren die „später“-Urteile noch in der Mehrheit. — Eine andere Versuchsperson (VI) hingegen urteilte an 5 Versuchstagen bei Intervallen bis zu 110σ — nur dreimal „später“.

Aus alledem geht wohl mit Sicherheit hervor, daß hier neben der Verzögerung der Gesichtsempfindung noch ein zweiter Faktor mitbestimmend ist, der dem ersten unter Umständen entgegenwirkt. Es liegt nahe, an eine unwillkürliche Aufmerksamkeitseinstellung zu denken, deren Einfluß ja auch die früheren Berichte anerkennen. Die im folgenden mitgeteilten Versuche mit willkürlicher Konzentration der Aufmerksamkeit scheinen mir die Richtigkeit dieser Annahme zu bestätigen. Ich will diese Aufmerksamkeitseinstellung, weil sie individuell verschieden zu sein scheint und von jedem Beobachter unbewusst in seine Art der Beobachtung hineingetragen wird, im folgenden als natürliche bezeichnen.

II.

Die Versuchspersonen bekamen nunmehr die Weisung, ihre Aufmerksamkeit auf den akustischen Eindruck zu konzentrieren. Wie dies anzustellen sei, konnte natürlich nicht angegeben werden; ich machte aber die Beobachter auf die von *FECHNER* beschriebenen charakteristischen Spannungsempfindungen aufmerksam und fragte, ob sie dieselben bemerkten. Das war (sowohl hier als auch, entsprechend modifiziert, bei optischer Einstellung) durchaus der Fall. Die Resultate waren jedoch auch hier ziemlich verschiedene. Beobachter I äußerte von Anfang an, er glaube nicht imstande zu sein, sich auf den akustischen Eindruck zu konzentrieren. Seine „früher“-Schwelle zeigt trotzdem eine Erhöhung um 70σ (Fig. 5), ebenso wie die des Beobachters III (Fig. 7); d. h. der optische Reiz mußte bei dieser Aufmerksamkeits-einstellung noch um 70σ früher als der akustische ausgelöst werden, damit er als früher erkannt wird. Bei Beobachter II (Fig. 6) ist hiervon nichts zu merken, die „früher“-Schwelle erscheint hier sogar etwas herabgesetzt. Die „später“-Schwelle ist für III deutlich, für II ein wenig erhöht: der optische Eindruck

kann für III um 45σ dem akustischen vorangehen und wird trotzdem als später kommend aufgefaßt. I zeigt jedoch die entgegengesetzte Verschiebung, das Intervall muß auch dann vergrößert werden, wenn der Schall früher wahrgenommen werden soll.

Die Tabellen 4 bis 6 geben in der besprochenen Weise die Werte an:

Tabelle 4.

Versuchsperson	Einzelversuche	Gruppen	Intervalle	Zahl der Versuchstage	Datum
I	426	62	34	7	11. XI.—7. XII. 04
II	41	7	7	2	7. I. u. 24. I. 05
III	213	33	17	6	2. VII.—7. VII., 21. VII., 26. X. 04

Tabelle 5.

Versuchsperson	früher	Mittelwert	m. V.	später	Mittelwert	m. V.
I	95+, 50+, 80+	75+	16,67	125—, 55—, 75—,	85—	26,67
II	20+	—	—	25—	—	—
III	105+, 110+, 110+, 105+	107,5+	2,5	55+, 50+, 50+, 65+, 10+	46+	14,4

Tabelle 6.

Versuchsperson	50—75% früher	75—100% früher	50—75% später	75—100% später
I	50+, 70+	80+	50—	—
III	105+	110+	65+	50+, 60+

In Tabelle 5 fällt auf, daß bei 3 von 4 mitgeteilten Mittelwerten die mittlere Variation sehr groß ist (I). Die Einzelwerte zeigen neben annähernd konstant bleibenden Schwellen solche, die sich denen bei indifferenter Aufmerksamkeit oft sehr bedeutend nähern. Die Schwankungen in der Größe der Zeitverschiebung sind übrigens für beide Arten der untersuchten Aufmerksamkeitseinstellungen charakteristisch. Manchmal ist sich hierbei der Beobachter der geringeren Wirkung seiner Auf-

merksamkeitsspannung bewußt, häufig kommen jedoch auch Fälle vor, in denen die Schwelle auf die Höhe der Versuche bei indifferenter Aufmerksamkeit reduziert ist, ohne daß der Beobachter etwas von verminderter Konzentration weiß.

In 91 Kontrollversuchen (14 Gruppen, 10 Intervalle) erhielt ich bei folgenden Intervallen konstante Urteile:

früher: 110 +, 90 +, 120 +,
später: 60 +, 40 +, 15 +, 30 +.

III.

Die Versuche, in denen die Aufmerksamkeit auf den optischen Reiz eingestellt wurde, ergaben im Gegensatz zu den eben mitgeteilten eine durchaus gleichsinnige Veränderung der beiden Schwellen bei den vier untersuchten Versuchspersonen. Die Schwelle des konstanten „früher“-Urteils nähert sich der Mittellinie und überschreitet sie sogar bei IV in entgegengesetzter Richtung (Fig. 8 bis Fig. 11). Bei Beobachter I ist diese Annäherung äußerst gering, es handelt sich aber hier um eine Versuchsperson, deren natürliche Aufmerksamkeitsrichtung eine optische ist. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß schon die Versuche bei indifferenter Aufmerksamkeit einen gleich hohen Grad unwillkürlicher optischer Einstellung aufwiesen. — Die Schwelle des konstanten „später“-Urteils zeigt in allen Fällen deutliche Entfernung von der Mittellinie weg. — Bei optischer Einstellung genügt also schon ein kleineres Intervall Licht—Schall als bei indifferenter Aufmerksamkeit, um deutlich früher zu sehen; es ist aber ein größeres Intervall Schall—Licht vonnöten, um das Licht deutlich später erscheinen zu lassen. — Die numerischen Resultate in Tabelle 7 bis 9.

Tabelle 7.

Versuchsperson	Einzelversuche	Gruppen	Intervalle	Versuchstage	Datum
I	771	123	30	16	24. XI. 04—3. I. 06
II	180	28	14	5	4. I.—24. I. 06
III	198	31	21	5	10. VII.—22. VII., 21. X.—22. X. 04
IV	337	61	18	6	22. XII. 04—16. I. 06

Tabelle 8.

Ver- suchs- person	früher	Mittel- wert	m. V.	später	Mittel- wert	m. V.
I	45+, 45+, 50+, 30+	42,5+	6,25	75—, 55—, 90—, 30—, 50—, 55—, 65—, 25—	55,6—	15,78
II	10+, 10+, 5+	8,3+	2,23	70—, 70—, 70—	70—	0
III	10+, 15+, 40+, 45+	30+	15,0	70—, 70—, 10—	50—	26,67
IV	15—, 30—, 70—, 40—, 40—	39—	13,2	40—, 130—, 105—, 90—	91,3—	26,25

Tabelle 9.

Versuchs- person	50—75 % früher	75—100 % früher	50—75 % später	75—100 % später
I	30+, 40+	50+	25—, 40—, 45—, 50—, 55—, 60—, 70—, 80—	35—, 85—
II	5+	10+	30—, 45—, 55—	65—, 70—
III	10+	30+, 35+, 40+	55—	70—
IV	0+, 15—, 40—, 50—	10—, 30—	80—	—

118 Kontrollversuche in 18 Gruppen auf 14 Intervalle verteilt ergaben für mich:

früher: 30+, 45+,

später: 80—, 70—, 30—, 55—, 70—.

Auch hier habe ich an mir als Beobachter Versuche über die Wirkung der Herabsetzung der Intensität des optischen Reizlichts auf die Zeitverschiebung gemacht.

Bei 55 Einzelversuchen (9 Gruppen, 9 Intervalle, 1 Versuchstag) fand ich: früher: 40+, später: 45—, also Werte, die sich von den unter normalen Bedingungen gefundenen nicht unterscheiden.

Vergleicht man diese Resultate mit den für die akustische Aufmerksamkeitskonzentration gewonnenen, so sieht man, daß letztere für zwei Beobachter und zwei entgegengesetzte Schwellen sich den ersteren nähern, anstatt, wie man erwarten sollte, sich von ihnen zu entfernen: Die „später“-Schwelle der Versuchsperson I und die „früher“-Schwelle der Versuchsperson II haben

bei optischer und akustischer Einstellung dieselbe Änderungstendenz gegenüber den bei indifferenter Aufmerksamkeit bestimmten Werten. Bei Versuchsperson II ist dies zu undeutlich, um näher diskutiert zu werden, für I legt es jedoch den Gedanken nahe, daß der Beobachter, ohne sich deutlich dessen bewußt zu sein, wirklich auf den optischen Reiz seine Aufmerksamkeit eingestellt hat. Es spricht jedenfalls dafür, daß er spontan an seiner Fähigkeit, „akustisch“ aufzumerken, Zweifel gehegt hat. Zu erklären bliebe dann aber, warum sich ähnliches nicht auch bei der „früher“-Schwelle gezeigt hat.

Die Fig. 8 bis 10 der Tafel verglichen mit den Fig. 1 bis 3 zeigen ferner, daß die individuellen Unterschiede, die ich als Effekt einer natürlichen Aufmerksamkeitseinstellung bezeichnet habe, auch bei willkürlicher optischer Konzentration noch vorhanden sind. Im allgemeinen kann man wohl sagen, daß sich die Wirkungen beider summiert haben. Nur bei der „früher“-Schwelle der Versuchsperson I trifft dies offenbar nicht zu. Die fast unmerkliche Veränderung der Schwelle läßt hier vielleicht die Deutung zu, daß die optische Einstellung nur das erreichen konnte, was schon unwillkürlich die natürliche Einstellung geboten hat.

IV.

Um den Effekt der Akkommodation: die korrekte Abbildung in den Versuchen mit optischer Einstellung auszuschalten, habe ich, wie erwähnt, das beobachtende Auge mit Konvexlinsen von einer Brechkraft zwischen 10 und 20 Dioptrien versehen. Die Atropinisierung habe ich, um sie nicht wiederholt ausführen zu müssen, wie es die Versuche verlangten, gänzlich vermieden. — Von vornherein war es mir klar, daß mein Untersuchungsobjekt (wenn ich mich so ausdrücken darf) ein anderes war, als dasjenige HEINRICHS. Es hat sich für mich um die Einstellung der Aufmerksamkeit, d. i. um einen den Perzeptionsakt vorbereitenden Vorgang gehandelt, um die Realisierung eines Zustandes, in dem nicht der Eindruck selbst, sondern höchstens (wie ich es häufig beobachtete) ein blasses Erinnerungsbild desselben gegeben ist. Die von mir erzielten Resultate sind nichtsdestoweniger den HEINRICHSchen in gewissem Sinne ähnlich. — Ich fand nämlich bei drei Versuchspersonen (I, II, III) eine bedeutende Annäherung an die Werte bei indifferenter Aufmerksamkeit, wenn ich bei optischer Einstellung der Aufmerksamkeit das

Auge in der geschilderten Weise überkorrigierte. In der Mehrzahl der Versuche wurde das überkorrigierende Glas von einem Einzelversuch zum anderen gewechselt.

Die Vertikallinien in Fig. 12 bis 14 sind alle mit ihrem unteren Endpunkt im Vergleich zu denen der Fig. 8 bis 10 nach oben verschoben, und zwar durchschnittlich soviel, daß der Endpunkt etwa in der Mitte zwischen den für indifferente und optische Einstellung bestimmten liegt. — Der obere Endpunkt ist jedoch nur für III deutlich erhöht, für II kaum merklich und für I in derselben Höhe wie bei indifferenter und optischer Einstellung (vgl. das früher bezüglich dieser Versuchspersonen Gesagte!).

Tabelle 11.

Versuchs- person	Einzel- versuche	Gruppen	Intervalle	Versuchs- tage	Datum
I	533	79	18	9	29. XI.—30. XII. 04
II	229	37	15	5	18. I.—24. I. 05
III	210	35	16	4	10. XI.—15. XI. 04

Tabelle 12.

Ver- suchs- person	früher	Mittel- wert	m. V.	später	Mittel- wert	m. V.
I	50+, 40+, 45+, 50+, 35+, 35+	42,5+	5,83	40—, 40—, 30—, 50—, 30—, 25—, 25—	34,3—	7,76
II	15+, 15+, 5+	11,67+	4,44	55—, 55—, 45—	51,67—	4,44
III	70+, 75+, 80+	75+	3,3	45—, 20—, 35—, 40—	35—	7,5

Tabelle 13.

Versuchs- person	50—75% früher	75—100% früher	50—75% später	75—100% später
I	25+, 40+	45+	10—, 20—, 25—, 30—, 35—, 40—, 45—, 55—	50—
II	5—, 5+	0±, 10+, 15+	25—	30—, 40—, 45—, 50—, 55—
III	60+	65+, 70+, 75+	10—, 20—	25—, 30—, 35—, 40—

Das Vorschalten von Linsen hat neben dem gewünschten noch einen Nebenerfolg: Das im Zerstreuungskreis erscheinende Netzhautbild ist lichtschwächer und gröfser als das scharf gesehene. Nun haben schon die vorhin beschriebenen Versuche einen Einfluß der Lichtintensität auf die beobachtete Zeitverschiebung unwahrscheinlich gemacht; ich habe, um mich auch in diesem speziellen Fall davon zu überzeugen, Versuche in der Weise angestellt, dafs ich die Versuchspersonen bei indifferenter und akustischer Aufmerksamkeitseinstellung die überkorrigierenden Gläser aufsetzen liefs. Die Tabellen 13 und 14 berichten von den Ergebnissen:

Tabelle 14.

Ver- suchs- person	Aufm. Einstellung	Einzel- versuche	Gruppen	Inter- valle	Ver- suchs- tage	Datum
I	indifferent	81	12	9	1	22. XII. 04
II	indifferent	39	6	6	1	24. I. 05
III	indifferent	121	20	14	3	18. XI.—29. XI. 04
III	akustisch	110	18	12	2	19. XI. u. 30. XI. 04

Tabelle 15.

Ver- suchs- person	Aufm. Einstellung	früher	Mittel- wert	m. V.	später	Mittel- wert	m. V.
I	indifferent	55+	—	—	25—	—	—
II	indifferent	15+	—	—	30—	—	—
III	indifferent	70+, 80+	75+	5,0	30—, 20—	25—	5,0
III	akustisch	110+, 105+	107,5	2,5	35+	—	—

Auch diese Zahlen lassen kaum einen Unterschied gegenüber den unter den normalen Versuchsbedingungen gewonnenen erkennen. Nur für II hat sich die „früher“-Schwelle etwas in der Weise verschoben, dafs sie sich der für optische Einstellung bestimmten genähert hat. Es dürfte sich dabei um einen Versuchsfehler handeln, da diese Wirkung vereinzelt und jener entgegengesetzt ist, die man erwarten würde. Es kann also auch aus diesen Versuchen gefolgert werden, dafs weder die Lichtstärke,

noch die Größe des Sehobjektes wenigstens innerhalb der hier verwendeten Grenzen einen nachweisbaren Einfluß auf das Urteil haben.

V.

Die folgenden Versuche habe ich durchaus an mir selbst angestellt. Ich teile sie dennoch mit, weil sie im Vergleich zu den bisher mitgeteilten weitere, allerdings nur individuell gültige, Beiträge zur Aufmerksamkeitswirkung liefern.

Ich habe zunächst (wie dies HAMLIN bereits getan hat) die Schwellen für ein solches Reizpaar festzustellen gesucht, in dem der eine Reiz der Intensitätsschwelle soweit genähert wurde, daß er nur bei maximal gespannter Aufmerksamkeit erfaßt werden konnte. Um einen ebenmerklichen akustischen Reiz zu bekommen, wurde bei sonst unveränderter Anordnung an Stelle des hochgespannten niedrig gespannter (10 V) Gleichstrom verwendet, in dessen Stromkreis noch ein variierbarer Widerstand eingeschaltet war. — Der optische Reiz wurde ebenfalls durch einen RUHSTRATSCHEN Widerstand seiner Intensitätsschwelle genähert. Die Tabellen 16 bis 18 enthalten die numerischen Angaben für die veränderten Versuchsbedingungen und zwar in der ersten Zeile für den der Schwelle genäherten akustischen, in der zweiten für den analogen optischen Eindruck.

Tabelle 16.

Der Schwelle genähert	Einzel- versuche	Gruppen	Inter- valle	Ver- suchs- tage	Datum
akustischer Reiz	349	55	24	5	8. VII., 2.—3. XI, 24.—25. XI. 04
optischer Reiz	75	10	9	1	10. VII. 04

Tabelle 17.

Der Schwelle genähert	früher	Mittel- wert	m. V.	später	Mittel- wert	m. V.
akustischer Reiz	130+, 100+, 95+	108,3+	14,43	10+, 30+, 55+	31,67+	15,56
optischer Reiz	75+	—	—	40—	—	—

Tabelle 18.

Der Schwelle genähert	50—75 % früher	75—100 % früher	50—75 % später	75—100 % später
akustischer Reiz	60+, 65+	85+, 90+, 95+, 100+	25+	8+, 10+, 30+, 35+, 40+, 50+, 55+

Diese Werte sind denen ähnlich, die, ohne objektive Veränderung des Reizes, bei willkürlicher Aufmerksamkeitskonzentration erhalten wurden. Sie erreichen dieselben jedoch nicht völlig, sondern bleiben in der Richtung der bei indifferenter Aufmerksamkeit gewonnenen etwas zurück. Die Differenz erklärt sich jedoch leicht: Die Aufmerksamkeitskonzentration entbehrt, wie die Selbstbeobachtung lehrt, des ständigen Impulses, der sie wach erhält. Der Unterschied in der Konzentration tritt subjektiv deutlich hervor, wenn er sich auch nicht leicht in Worte kleiden läßt. Es sieht aus, als ob die Aufmerksamkeit eher unwillkürlich als durch bewusste Impulse gespannt würde.

In einer anderen Versuchsreihe sollte die zeitverschiebende Wirkung der unwillkürlichen Aufmerksamkeitskonzentration bestimmt werden. Ich schickte zu diesem Zwecke demjenigen Reiz, der „gebahnt“ werden sollte, zwei Signalreize von derselben Art, getrennt durch Zwischenzeiten, die der Umdrehungszeit des Kontaktrades entsprachen (1,8 Sek.), voraus. Es geschah dies so, daß nur der eine der beiden für die Reizleitung bestimmten Schlüssel und erst nach einer entsprechenden Zeit der andere eingeschaltet wurde. — Freilich kann die Frage, ob solche Signalreize die gewünschte Wirkung haben, nicht auf Grund der Selbstbeobachtung, sondern nur aus den gewonnenen Werten entschieden werden. Die subjektiven Anhaltspunkte für die Art und den Grad der Aufmerksamkeitskonzentration: die Spannungsempfindungen sind ja, wie zu erwarten stand, bei so wenig ausgezeichneten Reizen nicht zu beobachten. Erst nach Beendigung dieser Versuche habe ich aus der Arbeit von BERTELS („Versuche über die Ablenkung der Aufmerksamkeit“, DORPATER medizinische Dissertation. 1889) ersehen, daß er auf ähnliche Weise Lichtreize dazu verwendet hat, um die Aufmerksamkeit von einem dem anderen Auge um ein variables Intervall später gebotenen Eindruck abzulenken. Neben der ablenkenden Wirkung

des Reizes hat BERTELS auch eine bahnende beobachtet, die sich unter Umständen mit der ersten kreuzt. Auf die Interferenz dieser beiden Wirkungen der Signalreize sind wohl die keineswegs einsinnigen Zeitverschiebungen in meinen Versuchen zurückzuführen. Im allgemeinen ist jedoch, entgegen meiner Vermutung die ablenkende Wirkung bevorzugt. Die Fig. 15 und 16 stellen die Resultate dieser Versuche graphisch dar. Die Linie für die Versuche mit vorausgehendem akustischen Signal (Fig. 15) ist von der für indifferente Aufmerksamkeit bestimmten (Fig. 3) wenig verschieden. Sie liegt nur um ein Stück tiefer, ist also im selben Sinn verändert, wie die Linie der willkürlichen optischen Einstellung (das entspräche einer ablenkenden Wirkung des Signals). Die optischen Signalreize haben die „früher“-Schwelle bedeutend im Sinne der willkürlichen akustischen Einstellung erhöht, d. h. sie haben ablenkend gewirkt; die „später“-Schwelle hingegen steht der für optische Einstellung bestimmten nahe. Die Werte in den Tabellen 20 und 20 a zeigen dieselben Schwankungen zwischen einem Maximum der Zeitverschiebung und einem Minimum, das bei indifferenter Aufmerksamkeit eintritt, wie die bei willkürlicher Konzentration gefundenen. Die Tabellen 19 a bis 21 a beziehen sich auf „Kontrollversuche“.

Tabelle 19.

Signale	Einzelversuche	Gruppen	Intervalle	Versuchstage	Datum
akustisch	223	36	19	4	5. VII.—22. VII., 25. X. 04
optisch	203	31	22	5	7. VII.—21. VII., 22. X. bis 24. X. 04

Tabelle 20.

Signale	früher	Mittelwert	m. V.	später	Mittelwert	m. V.
akustisch	75+, 30+, 75+, 65+	61,25+	10,63	25—, 50—, 10—, 20—	26,25—	11,88
optisch	120+, 85+, 80+, 90+	93,75+	13,13	45—, 65—, 25—	45—	13,3

Tabelle 21.

Signale	50—75 % früher	75—100 % früher	50—75 % später	75—100 % später
akustisch	5—, 50+, 55+	60+, 65+, 70+, 75+	10—, 15—, 25—	20—
optisch	75+	80+, 85+, 90+	—	20—

Tabelle 19 a (Kontrollversuche).

Signale	Einzel- versuche	Gruppen	Inter- valle	Ver- suchs- tage	Datum
akustisch	220	30	19	7	13. VII.—20. VII., 27. X. 04
optisch	253	38	22	8	13. VII.—27. X. 04

Tabelle 20 a (Kontrollversuche).

Signale	früher	später
akustisch	55+, 70+, 80+, 90+	30—, 40—, 50—, 60, 90— 100—, 110—
optisch	70+, 90+, 110+, 130+, 140+	50—, 70—

Tabelle 21 a (Kontrollversuche).

Signale	50—75 % früher	75—100 % früher	50—75 % später	75—100 % später
akustisch	40+	30+, 55+, 65+, 70+, 90+	20—, 20+	10—, 30—, 50—
optisch	90+	110+, 130+	10—	20—, 30—

VI.

Anhangsweise seien noch in grosser Zahl von mir angestellte Versuche mitgeteilt, die den bisher beschriebenen bis auf einen Faktor: die Art der Reizdarbietung völlig gleich waren. An die Stelle eines oder zweier Reizpaare trat eine kontinuierliche Reihe derselben, die so lange dem Beobachter geboten wurde, bis er mit Sicherheit sein Urteil abgeben zu können glaubte. Es ist dies die Beobachtungsmethode, die bei den sog. Komplikationsversuchen üblich zu sein scheint; zumindest fand

sie bei den von MORITZ GEIGER (*Wundts Philosophische Studien* 18, 3) mitgeteilten, an denen ich als Versuchsperson teilnahm, Verwendung.

Bei meinen eigenen Versuchen wurde hierbei darauf geachtet, daß dem Urteil auf jeden Fall 8 bis 10 Reizdarbietungen vorausgingen. Damit sollten Änderungen in der Auffassung der Reihenfolge, die, wie im folgenden angegeben, durch die Zahl der Darbietungen bedingt sind, möglichst gleichmäÙig in allen Urteilen zur Geltung kommen. Völlig ist dies nicht gelungen; übrigens hat die subjektive Sicherheit, die die Zahl der Reizdarbietungen bestimmte, mit dieser nicht immer zugenommen. Es handelt sich hier wahrscheinlich um kompliziertere Phänomene, die einer eingehenderen Analyse bedürfen. — Nur zwei Beobachtungen seien der Mitteilung der Resultate vorausgeschickt: Mit zunehmender Zahl der Reizdarbietungen schien das Urteil: „optischer Reiz später“ gegenüber dem „früher“-Urteil bevorzugt. Wurde zum Beispiel ein Reizpaar geboten, in dem das Licht im Beginn der Reihe als früher kommend beurteilt wurde, so stellte sich bald eine gewisse Unsicherheit in dieser ursprünglich erfaßten Reihenfolge ein, bis diese schließlich umgekehrt erschien. — Häufiger kam es vor, daß die beiden Reize im Fortgang der Darbietung sich zeitlich näherten und bisweilen völlig gleichzeitig erschienen, während sie im Beginn voneinander durch ein Intervall getrennt waren. — Die erste dieser beiden Veränderungen der Reihenfolge war fast immer von einer deutlich erkennbaren Rhythmisierung begleitet, in der der Schalleindruck betont war. Es ist möglich, daß dieselbe die Verschiebung der aufgefaßten Reihenfolge voll und ganz bedingt. — Die folgenden Versuchsergebnisse sind ohne Rücksicht darauf angegeben, ob diese Einflüsse gesondert oder beide zusammen oder überhaupt nicht zur bewußten Abhebung kamen.

In der graphischen Darstellung wurde für die „später“-Schwelle der Versuche mit akustischem Signal der in der Kontrollreihe gefundene Wert substituiert. — Die Unterschiede zwischen Reihendarbietung und Einzelversuchen sind kurz die folgenden: Mit einer einzigen deutlichen Ausnahme (der Linie für die akustische Aufmerksamkeitskonzentration) sind die Vertikalen im allgemeinen länger. Bei indifferenter Aufmerksamkeit liegt die „früher“-Schwelle in größerer Entfernung von der Nulllinie (was vielleicht aus der Tendenz zur Bevorzugung des

Tabelle 22.

Aufmerksamkeit	Zahl der Reihen	Zahl der Intervalle	Versuchstage	Datum
Indifferent	84	30	11	21. X.—25. XI. 04
„ , Kontrollvers.	24	19	8	13. VII.—19. VII., 27. X.—28. X. 04
Akustisch	40	23	6	2. VII.—21. VII., 26. X. 04
„ , Kontrollvers.	17	12	7	—
Optisch	45	25	5	4. VII.—22. VII. 04
„ , Kontrollversuche	16	13	6	—
„ bei ausgeschalteter Akkommodation .	49	24	7	11. XI.—18. XI. 04
Indifferent bei ausgesch. Akkommodation . . .	13	13	1	18. XI. 04
Akust. Signale	46	28	4	5. VII.—22. VII., 25. X. 04
„ „ Kontrollvers.	18	13	7	—
Opt. Signale	36	28	5	7. VII.—21. VII., 22. X.—24. X. 04
„ „ Kontrollvers.	18	14	5	—

Tabelle 23.

Aufmerksamkeit	früher	Mittelwert	m. V.	später	Mittelwert	m. V.
Indifferent . . .	100+, 90+, 95+	95+	3,3	5—, 25—, 10—, 10—, 25—, 30—, 10+	13,57—	11,22
Ind. Kontrollvers.	115+	—	—	30—, 10+	—	—
Akustisch . . .	125+, 135+, 130+, 130+	130+	2,5	100+, 80+, 70+, 30+	70+	20,0
Ak. Kontrollvers.	135+	—	—	60+	—	—
Optisch	40+, 50+	45+	5,0	85—, 85—	85—	ø
Opt. Kontrollvers.	60+	—	—	80—	—	—
Opt. mit ausgesch. Akkommodation	105+, 95+, 85+	91,5+	7,8	45—, 45—, 50—	46,67—	2,22
Indiff. mit ausgeschalteter Akk.	75+	—	—	35— (?)	—	—
Akust. Signale .	85+, 85+, 75+, 80+	81,25+	3,75	105—, 10—, 5—	—	—
Ak. Sig. Kontrollv.	—	—	—	55—	—	—
Opt. Signale . .	120+, 110+, 100+	110+	6,67	15+, 45— 25—	18,23—	22,23
Opt. Sig. Kontrollv.	140+	—	—	—	—	—

„später“-Urteils erklärt werden kann). Durch das Zusammenwirken dieser Tendenz mit der akustischen Einstellung läßt sich die Hebung erklären, die die betreffende Vertikale in ihrer Gänze erfährt. Bei optischer Einstellung sind beide Enden der Vertikalen in größere Entfernung von der Nulllinie gerückt; eine Erklärung hierfür vermag ich nicht zu geben. Bei den Signalversuchen ist die Linie der optischen Signale deutlich nach aufwärts verschoben, die der akustischen mit den beiden Enden in entgegengesetzter Richtung.

Untereinander verglichen zeigen die Reihenlinien dieselben Gesetzmäßigkeiten wie die der Einzelversuche und bieten so eine weitere experimentelle Stütze der mitgeteilten Resultate. Die Schwellen für die akustische Einstellung liegen auch hier beide im Gebiet der positiven Zeitdifferenzen, die für die optische Einstellung erscheinen stark gesenkt, die Ausschaltung des Akkommodationseffektes macht diese Senkung wieder teilweise rückgängig. Die Linie für die Versuche mit akustischen Signalen ist deutlich in derselben Weise verändert wie die bei optischer Einstellung gewonnene, weniger deutlich die der optischen Signalversuche im Sinne der akustischen Einstellung.

Einige Versuche dieser Art habe ich ferner mit Beobachter VI angestellt. Dafs auch hier die Tendenz zum „später“-Urteil vorhanden ist, glaube ich daraus schliessen zu dürfen, dafs hier bei 110σ — über 75 % „später“-Urteile gefällt wurden, bei 65σ + ebensoviele „früher“-Urteile, während dieselbe Versuchsperson in Einzelversuchen auch bei dem größten Intervall, das ich einstellen konnte, „früher“ urteilte. Diese Resultate beziehen sich auf 65 Reihenversuche (26 Intervalle an 8 Versuchstagen, 17. VII. und 21. VII. 04). Bei Versuchen mit akustischer Einstellung lag die „später“-Schwelle für denselben Beobachter bei 75σ +, bei solchen mit optischer Einstellung bei 75σ —, die „früher“-Schwelle bei 40σ +.

VII.

In theoretischer Hinsicht lassen sich die Resultate meiner Versuche ungezwungen mit den zurzeit am besten fundierten Hypothesen über den Aufmerksamkeitsprozefs: der WUNDT-KÜLPESchen Hemmungstheorie und der EXNERSchen Hemmungs-

und Bahnungstheorie¹ in Einklang bringen. Was ich vorhin „natürliche“ Aufmerksamkeitseinstellung genannt habe, wäre danach nichts anderes als eine individuelle Bevorzugung einer bestimmten Art von Bahnungen und Hemmungen, die Zeitverschiebung bei akustischer oder optischer Einstellung ein Ausdruck dafür, daß durch die Bahnungen und Hemmungen bestimmte Perzeptionsakte beschleunigt, andere verzögert würden.

Wie erklärt sich aber die partielle Aufhebung dieser Aufmerksamkeitswirkung bei Ausschaltung des Akkommodations-effektes? Die veränderte Helligkeit des Netzhautbildes kann, wie wir gesehen haben, keine Erklärung hierfür geben; möglicherweise spielt hier die verminderte Deutlichkeit desselben, die sich in der mangelhaften Abgrenzung gegen die nicht-belichteten Netzhautstellen hin äußert, eine Rolle. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß der zeitverschiebende Effekt bei indifferenter Aufmerksamkeit und Ausschaltung der Akkommodation nicht eintritt, die Wirkung der willkürlichen Konzentration also eine spezifische ist. — Eines scheinen mir meine Versuche mit Sicherheit zu ergeben: Die Verbindung zwischen dem zentral bedingten Aufmerksamkeitszustand und bestimmten Muskelaktionen, die sensorische Effekte erziehen (die deutliche Abbildung bei akkommodiertem Auge), muß als eine so innige betrachtet werden, daß die Ausschaltung der letzteren die erstere in ihrer Wirkung schmälert.

* * *

Es ist mir angenehme Pflicht, Herrn Hofrat S. EXNER, der mich bei der Ausführung dieser Versuche mit wertvollen Ratschlägen unterstützt hat, zu danken.

Die Herren cand. phil. BASLER, cand. med. CORDS, Prof. Dr. ISHIHARA, Dr. KROMBOLZ und cand. phil. PLOHN haben sich mir in dankenswerter Weise als Beobachter zur Verfügung gestellt.

Tafel-Erklärung.

1. Die Abstände zu beiden Seiten der Horizontallinie geben, wie auf Seite 412: „Die Resultate usw.“ ausgeführt wurde, die Intervalle zwischen dem vorangehenden optischen Reiz und dem nachfolgenden

¹ Eine gute Übersicht über diese und die anderen Aufmerksamkeits-theorien findet man bei HAMLIN, Attention and Distraction (*Am. Journ. of Psych.* 8).

akustischen (über der Horizontalen) und die zwischen dem vorangehenden akustischen und dem nachfolgenden optischen Reiz (unter der Horizontalen) in Tausendteilen der Sekunde an.

2. Der obere Endpunkt der vertikalen Linien gibt dasjenige Intervall an, bei dem das Urteil „optischer Eindruck früher“, der untere dasjenige, bei dem das Urteil „optischer Eindruck später“ konstant zu werden beginnt.

3. Die römischen Zahlen über den vertikalen Linien bezeichnen die Versuchsperson; die (arabischen) Zahlen unter den Linien die fortlaufende Nummer.

Nr. (1) bis (4) beziehen sich auf indifferente Aufmerksamkeit, (5) bis (7) auf willkürliche akustische Aufmerksamkeitseinstellung, (8) bis (11) auf willkürliche optische Einstellung, (12) bis (14) auf willkürliche optische Einstellung bei ausgeschaltetem Akkommodationseffekt, (15) auf die Versuche mit vorausgehenden akustischen, (16) auf solche mit optischen Signalen, (17) bis (22) auf die „Reihenversuche“, und zwar (17) bei indifferenter, (18) bei akustischer, (19) bei optischer Einstellung, (20) optischer Einstellung und ausgeschalteter Akkommodation, (21) akustische, (22) optische Signalversuche. —

Die folgenden Vertikalen enthalten, wie die Numerierung lehrt, dieselben Resultate so geordnet, daß immer die für dieselbe Versuchsperson bestimmten nebeneinander stehen.

(Eingegangen am 29. Mai 1905.)
