

Zur Erläuterung unserer tachistoskopischen Versuche.

Von

B. ERDMANN und R. DODGE.

(Mit 1 Fig.)

W. WUNDT hat in Form eines Aufsatzes: „Zur Kritik tachistoskopischer Versuche“ (*Philos. Studien* XV, 287—317) unsere „Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage“ (Halle 1898) einer Kritik unterzogen.

Der Ton, in dem WUNDT, wie in ähnlichen Fällen, so auch uns gegenüber redet, hätte uns einen Anlaß gegeben, nicht zu antworten: die Form seiner Polemik charakterisirt ihn, nicht uns. Ebenso wenig bietet, wie sich zeigen wird, der sachliche Gehalt seiner Argumentationen Gründe, die eine Erwiderung erfordern. Aber das Ansehen, das unser Kritiker sich durch seine Verdienste um die Entwicklung der physiologischen Psychologie erworben hat, nöthigt uns, die Problemlage zu verdeutlichen, die seine Ausführungen zu verdunkeln geeignet sind.

WUNDT's Kritik trifft die Bestandtheile unserer Untersuchungen nicht gleichförmig.

Die Beobachtungen, durch die wir zur Construction unseres Apparats geführt wurden (Ps. U. S. 1—91), d. i. die Bestimmungen, welche die Bedingungen des Erkennens beim Lesen festlegen, werden von unserem Kritiker kaum gestreift. Er berührt sie nur in den Schlufsworten, und zwar in einer Form, welche sie als unerheblich darstellen soll. Er beruft sich dafür auf die Beobachtungen JAVAL's, „dafs die Gesichtslinie die Zeile entlang einen vollkommen horizontalen Weg beschreibt, um dann am Ende der Zeile in einem Bogen zur nächsten überzugehen“, was wir seinem hauptsächlichen Inhalt nach als bekannt voraussetzten, „dafs diese Bewegung regelmäfsig im oberen Dritttheil der Zeile

verläuft“, was nicht allgemein gilt und durch unsere Erörterungen über die Schriftworte als optische Ganze berichtigt wird; und glaubt sie durch die Bemerkung bei Seite geschoben, daß unsere Berechnungen nur „sehr approximative Ergebnisse“ liefern können.

Der wesentliche Bestand der von unserem Kritiker so dargestellten Beobachtungsergebnisse ist der folgende. Wir haben in ihnen nachgewiesen, daß beim Lesen jeder Zeile ein regelmäßiger Wechsel von Ruhepausen und Augenbewegungen stattfindet. Wir fanden, daß die Anzahl dieser beiden Phasen für das Lesen einer Zeile unter gleichartigen Bedingungen (Zeilengröße, Satz, geläufige, ungeläufige, muttersprachliche, fremdsprachliche Texte, Correcturlesen, Schriftzeilen) nahezu constant ist. Auf Grund der Messungen für die Winkelgeschwindigkeiten der Augenbewegungen von HELMHOLTZ-LAMANSKY und erneuter Messungen nach ähnlicher Methode von DODGE ermittelten wir, daß die Gesamtzeit für das Lesen einer Zeile in einen sehr kleinen Bruchtheil für die Augenbewegungen, und einen sehr großen Bruchtheil für die Ruhepausen zerfällt. Eine Discussion der Erregungsbedingungen für die Netzhaut während des Verlaufs einer Augenbewegung ergab, daß ein Erkennen der Schriftzeichen während dieses Verlaufs ausgeschlossen ist; und wir konnten dies durch specielle Versuche bestätigen. Es folgte somit, daß jene Ruhepausen für die successiven Fixationslagen als Lesepausen zu charakterisiren sind. Von hier aus wurde es möglich, den durchschnittlichen Umfang der „Lesefelder“, d. i. des Blickgebiets während einer Lesepause, sowie die Modificationen ihrer Einschränkungen im Verhältniß zu den Gebieten gleichmäßig deutlichen Erkennens zu bestimmen, die inneren und äußeren Abweichungen der Stellen directer Fixation von den Anfangs- und Endpunkten der Zeilen zu ermitteln, und wenigstens annähernd durch negative Nachbilder die Fixationslagen in den mittleren Gebieten der Zeilen festzustellen.¹

Diese Versuchsergebnisse forderten die Construction eines Apparats, der es im Unterschiede von den bisher benutzten möglich macht, die Lesepausen zu isoliren, und die übrigen Bedingungen des Lesens, soweit sie das Erkennen der Schrift-

¹ Man vgl. die eingehende Analyse des ersten Theils unserer Arbeit von MARTINAK in *dieser Zeitschrift* 20, 361 f.

zeichen und die Reproduction der ihnen entsprechenden Laute betreffen, in bestimmter Weise zu variiren.

Eine erste *conditio sine qua non* für diese Isolirung liegt darin, daß die exponirten Schriftzeichen simultan dargeboten werden: eine Bedingung, welche die meisten bisher zu verwandten Untersuchungen benutzten binocularen Instrumente, insbesondere die Falltachistoscope und der Apparat GOLDSCHIEDER's, gar nicht, andere, wie der Apparat SANFORD's, nur unter mangelhaften Fixationsbedingungen erfüllen.

WUNDT verkennt den maafsgebenden Einfluß dieser Bedingung auf die Construction unseres Apparats: die Versuchsergebnisse, von denen aus sie erforderlich wurde, berührt er kaum. Er muß anerkennen, daß in den Apparaten, deren Construction er vertheidigt, „die oberen Theile eines Objectes schon sichtbar werden, während die unteren noch verdeckt sind, und daß ebenso die oberen schon wieder verdeckt werden, während die unteren noch kurze Zeit sichtbar bleiben.“ Aber er glaubt auf Grund einer nachträglichen Schätzung jener zeitlichen Differenzen speciell für Schriftzeichen, diesen Mangel als belanglos hinstellen zu dürfen. So kommt er zu den Erklärungen, daß er der Simultaneität der Exposition „allerdings den eminenten Werth nicht beilegen“ könne, den wir ihr „augenscheinlich zuerkennen“; ferner daß wir, „wie es scheint, wegen dieser Nachtheile jene Apparate ganz und gar verwerfen“ (W. 303, 302); ja sogar, daß man „sich bei dem An- und Abschwellen der Lichtstärke in unseren Expositionen, deren Grenzen wir genauer bestimmt haben, „in der That ebenso beruhigen könne, wie bei der Benutzung des Falltachistoscops mit der Beobachtung, daß das Gesichtsfeld für die Wahrnehmung simultan, nicht successiv erscheint und wieder verschwindet.“

Ueber die Berechtigung dieser Erklärungen unseres Kritikers wolle der Leser entscheiden.

Eine zweite nothwendige Bedingung für die Isolirung der Lesepausen liegt darin, die Expositionsdauer so kurz zu halten, daß jede reagirende Augenbewegung (speciell auch in der Versuchen über Reactionszeiten) ausgeschlossen blieb, und zugleich so lang, daß sie den Durchschnittszeiten für eine Lesepause möglichst nahe kam. Wir haben zu dem Zweck die Dauer er-

folgreicher reagirender Blickbewegungen gemessen (S. 116—127).¹ Aus welchen Gründen WUNDT die von uns gefundene Methode dieser Messung „nicht für einwandsfrei“ hält, hat er nicht erwähnt, da er aus anderen Gründen unsere Expositionszeit von 0,1“ zu diesem Zwecke ausreichend findet.

Auch auf den dritten Theil unserer Untersuchungen, auf die Kritik der psychologischen Voraussetzungen für die Ableitung psychischer Zeiten, die kritischen Bemerkungen zur Ableitung psychischer Zeiten für die Vorgänge beim Lesen, sowie unsere Versuche adäquater Lautreactionen auf Schriftzeichen und die Analyse dieser Zeiten als Lesezeiten (S. 203—340) ist WUNDT nicht eingegangen. Er findet sich mit ihnen durch die Bemerkung ab, unsere Versuche seien unbrauchbar, weil wir auf die wesentlichen Vorbedingungen der Reaction, speciell die Unterschiede der motorischen und sensorischen Reactionen „gar keine Rücksicht genommen“ hätten, weil ferner unsere Analyse der sogenannten Erkennungs-, Unterscheidungs- und Wahlzeiten, sowie der von SPENCER und ihm sogenannten Assimilation bewiesen, „wir hätten es nicht der Mühe für werth gehalten, uns mit seinen psychologischen Arbeiten eingehender zu beschäftigen.“

Solche Bemerkungen bieten zu einer Erwiderung keinen Anlaß. Unsere kritischen Ausführungen, die wir uns bewußt sind, auch WUNDT gegenüber rein sachlich gehalten zu haben, verfolgen lediglich den Zweck, den abweichenden Gang unserer Reactionsversuche und unserer Deutung der Ergebnisse derselben zu rechtfertigen. Die Bedingungen unserer Aufmerksamkeitsspannung haben wir deutlich angegeben. Wir haben allerdings Bedenken getragen, unsere Reactionen als Fälle der von LANGE und WUNDT sogenannten sensorischen Reactionen zu bezeichnen. Aber wir haben den Unterschied der sogenannten musculären und sensoriellen Reactionen, auf den wir gar keine Rücksicht genommen haben sollen, ausdrücklich erwähnt (Ps. U. 212, 244), und überdies für den Kundigen keinen Zweifel darüber offen gelassen, daß unsere Reactionen, die bedenkliche Unterscheidung als gültig vorausgesetzt, durchweg den sensoriellen zugehören. Die Erkenntniß, daß solche Versuche „zu den schwie-

¹ Genauere Bestimmungen bei R. DODGE, *The Reaction Time of the Eye* (*Psychological Review* 6, 477 f.).

rigsten Aufgaben der experimentellen Psychologie gehören“, ist nicht nur, wie wir hoffen, durch unsere kritischen Ausführungen gegen die Deutungen dieser Versuche durch DONDEBS, WUNDT und CATTELL bestätigt, sondern hat auch die Wahl gleichförmiger Kürze unserer Expositionszeiten, sowie die vorsichtig begrenzten Deutungen unserer Messungsergebnisse zur Folge gehabt, durch die sich unsere Versuche von den aus WUNDT's Laboratorium hervorgegangenen nicht eben unwesentlich unterscheiden.

Der sachliche Gehalt von WUNDT's Kritik ist demnach lediglich gegen die Versuche gerichtet, auf deren Grundlage wir den Erkenntnisbestand während der experimentell isolirten Lese-pausen festzustellen und zu analysiren suchen, d. i. gegen die Ausführungen in den Capiteln V—VII, sowie eines Theiles von Capitel VIII unserer Schrift (S. 128—202). Er ist auf einer kritischen Erörterung der Leistungen unseres Apparats aufgebaut.

Der Gesamtbestand dieser Kritik läßt sich auf zwei Argumentationsreihen zurückführen:

I. In allen für uns wesentlich gewordenen Versuchen verhält sich nach den von uns mitgetheilten Messungen ¹ die Helligkeit unseres primären Gesichtsfeldes, welches die genaue Einstellung auf die zu exponirenden Schriftzeichen ermöglicht, zur Helligkeit des Expositionsfeldes, wie 1 : 12. WUNDT sucht zu deduciren, daß durch diesen Helligkeitswechsel Adaptationsstörungen bedingt seien, welche er „für geradezu verheerend“ hält, „wenn es sich im Moment des Sichtbarwerdens eines Objects um psychologische Beobachtungen handelt.“

II. Die geringe Helligkeit unseres primären Gesichtsfeldes, das nach jeder Exposition als reagirendes Licht wirkt, bedingt nach WUNDT eine abnorm lange Dauer des Nachbildes. Er schätzt diese bei den genannten Expositionen von 0,1“ Dauer auf 0,15“, so daß die ganze interpretationsfähige Netzhaut-erregung, die „Bilddauer“, 0,25“ betragen habe. Diese lange Bilddauer läßt ihm zufolge die Möglichkeit offen, daß ein mehrfaches „Wandern der Aufmerksamkeit“ stattgefunden habe; und

¹ In den früheren, ähnlich abgezweckten Versuchen fehlen solche Messungen, auch die Angaben, welche eine hinreichend sichere Schätzung ermöglichen.

unsere Versuchsergebnisse bei der Exposition längerer Worte beweisen ihm zufolge, daß ein solches Wandern der Aufmerksamkeit eingetreten sein müsse.

WUNDT giebt diesen seinen Ausstellungen eine Einkleidung, welche uns nöthigt hervorzuheben, daß sie nicht den von uns construirten tachistoskopischen Apparat, sondern lediglich die Versuchsbedingungen treffen, die wir als entscheidende gewählt, und in den mitgetheilten Versuchen tachistoskopischen Charakters fast ausschließlich benutzt haben. Unser Apparat fordert weder die eine, noch die andere jener Helligkeiten. Er läßt vielmehr zahllose Variationen beider zu. Jene Bedingungen haben daher „mit der Frage der Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit des Apparates nichts zu thun.“

Die Wahl unserer Versuchsbedingungen, wie wir demnach sagen müssen, glaubt WUNDT daraus herleiten zu dürfen, daß wir den „physiologischen Standpunkt“, wie er sich ausdrückt, „vernachlässigt“ hätten. Durch folgende eigenartige Argumentation leitet er diese oft von ihm wiederholten Wendungen ein: „Die Verfasser der Untersuchungen über das Lesen sind Philosophen und Psychologen. Sie haben ihre Arbeit im psychologischen Interesse unternommen. Dabei haben sie selbstverständlich auch die physikalische Seite der Apparatentechnik berücksichtigt. Aber was zwischen dem Physikalischen und Psychologischen in der Mitte liegt, das Physiologische, ist in ihrer Erörterung durchweg zu kurz gekommen.“

Die Wahl unserer Versuchsbedingungen hatte etwas andere Gründe, als solche vermeintliche Nachlässigkeit gegenüber elementaren Vorüberlegungen. Sie war das Resultat einer langen Reihe von Vorversuchen, denen ein zweifaches Ziel zu Grunde lag. Wir suchten eine primäre Belichtung, welche der erforderlichen scharfen Aufmerksamkeitsspannung möglichst günstig war, und zugleich im Hinblick auf die Versuchsergebnisse von HELMHOLTZ-BAXT ein reagirendes, das die Nachbilder in einer für unsere Zwecke hinreichenden Stärke auslöschte. Daß die Nachbilder nicht vollständig ausgelöscht wurden, haben wir von Anfang an constatirt, und in unserer Arbeit wiederholt bemerkt.

Unsere Entscheidung war also gerade durch die Erwägungen bedingt, welche wir nach unserem Kritiker vernachlässigt haben sollen. Aus welchen Gründen unsere Versuchsanordnung die

von ihm hervorgehobenen Mängel in der That so weit beseitigt, als unser Ziel, die Lesepausen zu isoliren, dies möglich erscheinen liefs, wird aus der speciellen Discussion seiner beiden Einwände ersichtlich.

Wir besprechen fürs erste den Wechsel der Helligkeiten im Verhältnifs von 1:12. Dieser Wechsel entsteht dadurch, daß die Helligkeit unseres primären Gesichtsfeldes nahezu plötzlich in die Expositionshelligkeit des Hintergrundes der exponirten Buchstaben übergeht.

Von vornherein dürfen wir es als unwahrscheinlich bezeichnen, daß dieses Intensitätsverhältnifs unseres Helligkeitswechsels (1:12) die verheerenden Wirkungen habe ausüben können, welche WUNDT ihnen zuschreibt. Unser Kritiker hat übersehen, daß nicht nur in den tachistoskopischen Apparaten seiner Schüler, wie denen von LANGE und CATTELL, an deren Versuchsergebnissen er gegenüber den unsrigen festhalten zu dürfen glaubt, sondern auch in den von ihm selbst beschriebenen Apparaten, dem großen Falltachistoskop (*Phys. Psych.* II, 291) sowie dem etwas anspruchsvollen Pendeltachistoskop (a. a. O. II, 335) größere Helligkeitsdifferenzen gleicher Function vorhanden sind, als bei uns! In allen diesen Apparaten ist das primäre Gesichtsfeld schwarz, während die exponirten Schriftzeichen auf weißem Hintergrund auftreten. Das ergiebt, wenn wir das Schwarz auch nur als ein mäßiges ansetzen, eine Helligkeitsdifferenz zwischen dem Fixations- und dem Expositions-Hintergrund, die nicht unter 1:25,¹ also rund das Doppelte unserer Helligkeitsdifferenz betragen wird. Haben diese Differenzen jene von WUNDT behaupteten verheerenden Wirkungen nicht herbeigeführt, wie hätten unsere, etwa halb so großen sie zur nothwendigen Folge haben können?

Bemerkt haben wir von solchen Wirkungen, welche nach WUNDT's Meinung „nicht nur die objective Auffassung des Bildes beeinträchtigen, sondern namentlich auch die subjective Beobachtung der Wahrnehmungsvorgänge sehr erschweren“ sollen

¹ Die von A. KIRSCHMANN (Ein photometrischer Apparat zu psychophysischen Zwecken, in WUNDT's *Philos. Studien* 5, 292) angestellten Versuche ergaben für die Helligkeitsverhältnisse weißer und geschwärzter Cartons in diffusem Tageslicht bei Pariser Schwarz 1:57,2; bei chinesischer Tusche 1:20,2. Ueber das Schwarz der Fixationsscheiben bei den oben genannten Apparaten haben wir bestimmte Angaben nicht gefunden.

(W. 301), schlechterdings nichts, so wenig, wie anscheinend seine Schüler und er selbst bei den größeren Differenzen, mit denen sie gearbeitet haben. Diese Ergebnisse sind selbstverständlich durchweg „auf die Art und Weise“ gestützt, „in der die exponirten Objecte sichtbar werden“ (W. 305), so weit diese Art und Weise sich in dem Bewußtseinsgehalt der Wahrnehmung und Erinnerung kundgibt; und wir haben in dem Schlußkapitel (S. 323 bis 345), das WUNDT nicht berührt, von den Ergebnissen unserer „subjectiven Beobachtung“ Rechenschaft gelegt. Inwieweit der einzige Grund für jene „Erschwerung“, den unser Kritiker angiebt, für unsere Versuche von ihm richtig deducirt ist, wird später ersichtlich werden.

Wir haben sogar unter unseren Versuchsbedingungen mehr erkannt, als unsere Vorgänger, und vermochten darauf hin, eine speciellere Analyse, wie des Erkenntnissinhaltes, so der Erkenntnisbedingungen beim Lesen vorzunehmen. Jene vermeintlichen Wirkungen sind daher durch unsere Ergebnisse schlechthin ausgeschlossen.

Wir dürfen jedoch mehr behaupten. Aus den physiologischen Daten über den Verlauf der Netzhauterregungen beim Lesen, die wir im ersten Theil unserer Arbeit erörtert haben, folgt, daß man, selbst wenn eine Isolirung der Sehpausen ohne einen Helligkeitswechsel mittleren Werthes ausführbar wäre, doch davon absehen müßte, solche Bedingungen zu benutzen. Denn jene Daten enthalten die Beweisgründe, daß der von uns gewählte Intensitätswechsel der normalen Erregungslage beim Lesen so weit nahe kommt, als die schlechterdings nothwendige Isolirung des Lesepausen zuläßt.

Wir sind gezwungen, diese Daten zu recapituliren. Analoge Unterschiede der Belichtung, wie sie in unseren Versuchen das ruhende Auge erfährt, treten fast bei jeder Blickbewegung auf. Beim Lesen sind sie normaler Weise stets vorhanden. Denn während des Leseverlaufs untersteht die Netzhaut Reizbedingungen, welche eine gleichförmige Erregung durch den weißen Untergrund der Buchstaben ausschließen. Fürs erste ergeben die Helligkeitsdifferenzen der schwarzen Schriftzeichen gegenüber dem weißen Untergrund, der sie umgiebt, in sie hineinreicht oder in ihnen eingeschlossen enthalten ist, in jeder Lesepause entsprechende Erregungsdifferenzen der Netzhaut. In diesen Erregungsdifferenz beginnt das Auge von dem Fixationspunkt einer

Lesepause zum nächsten fortzuschreiten. Während dieser Bewegung unterliegt die Netzhaut einem schnellen Reizwechsel der schwarzen und weißen Bestandtheile des Lesegebiets, das vom Auge durchwandert wird, in der Weise, die wir specieller beschrieben haben.

Es bedarf allerdings kaum des Eingehens auf diese speciellen Bedingungen der Netzhauterregung beim Lesen, um deutlich zu machen, daß ein Intensitätswechsel mittleren Grades für jeden Apparat erforderlich ist, der geeignet sein soll, die Erkenntnißbedingungen für das Lesen feststellen zu lassen.

Es genügt schon, den simultanen Contrast in Betracht zu ziehen, in dem sich uns, wie wir ausgeführt haben, jedes Schriftzeichen, jeder Buchstabe wie jedes Wort als optisches Ganze darbietet, um deutlich zu machen, daß die Netzhaut, welche am zweckmäßigsten auf einen neuen Wortreiz vorbereitet ist, weder von einem starken gleichförmigen Weiß ermüdet, noch auf ein gleichförmiges dunkles Grau adaptirt sein darf.

Der unbefangene Leser wird hiernach entscheiden können, ob der Vorwurf mangelnder Rücksicht auf die physiologischen Daten, welche hier in Frage kommen, aber von unserem Kritiker ignoriert werden, unsere Wahl der Versuchsbedingungen in der That trifft.

Ebenso verunglückt, wie diese erste Argumentation unseres Kritikers ist seine zweite, welche sich auf die scheinbare Dauer der als Nachbild gefaßten nachwirkenden Erregung der Netzhaut bei unseren Versuchen stützt. Die Beweisgründe dafür sind folgende.

Die Grundlage von WUNDT's Argumentation besteht in einem Analogieschluss von der Nachbilddauer des elektrischen Funkens bei Dunkeladaption auf die Bedingungen unserer Versuche. Jene wird auf rund 0,1" geschätzt, diese in Rücksicht auf unsere primäre Helligkeit zu 0,15", so daß die Dauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung bei 0,1" Expositionszeit 0,25" betragen haben soll.

Ein Analogieschluss ist soweit berechtigt, als die Bedingungen des erschlossenen Falls den Bedingungen des gegebenen gleichartig sind.

Es fragt sich daher, wie weit die von unserem Kritiker vorausgesetzte Gleichartigkeit der Bedingungen hier vorliegt. In Wirklichkeit sind diese Bedingungen recht verschieden. Unsere

Expositionshelligkeit entspricht nicht der Helligkeit des elektrischen Funkens; die primäre und reagirende Helligkeit in den Versuchen von 0,1" Expositionszeit entspricht nicht dem Dunkel, das in den Versuchen mit dem elektrischen Funken eine Dunkeladaption nothwendig macht.

WUNDT bemerkt: „Angesichts dieser bekannten physiologischen Verhältnisse (er beruft sich auf die Versuche FEDDERSEN's) hat es, wie man sieht, sehr wenig Zweck, sich in umsichtigen Erörterungen darüber zu ergehen, wie groß in Tausendtheilen einer Secunde ausgedrückt die Expositionszeit eines Eindrucks gewesen sei, oder die Hilfsmittel zu erörtern, die angewandt werden können, um ganz kleine Ungleichheiten dieser Zeit, die sich,“ wie er sagt „in der dritten oder vierten Decimale der Secunde bewegen“, zu vermeiden.

Jene Erörterungen waren doch wohl nicht ganz überflüssig. WUNDT erkennt selbst an, „daß man über die Berechnungsweise der absoluten Expositionsdauer der Sehobjecte beim Falltachistoskop im Zweifel sein kann“ (W. 292); er wird auch bereit sein zuzugeben, daß seine jetzigen Schätzungen dieser Dauer die Zweifel nicht heben; er hat endlich durch diese Schätzungen anerkannt, daß solche Bestimmungen angezeigt sind. Jene Erörterungen hätten ihm sogar Gelegenheit bieten sollen, unsere Helligkeitsmessungen etwas schärfer in Betracht zu ziehen. Solche Achtsamkeit hätte ihm gezeigt, daß die Grundlagen seines Analogieschlusses hinfällig sind; und er wäre davor bewahrt geblieben, unsere Versuche mit verschiedener Expositionsdauer in der sonderbaren Weise zu behandeln, deren er sich schuldig macht.

WUNDT berichtet, daß unser Apparat zwar Expositionen von 0,01"—0,00025" Dauer gestatte, daß wir jedoch „in Wirklichkeit nur die einfachere Vorrichtung angewandt“ hätten, welche Expositionen von 0,1" bedingt (W. 302), und weiterhin (W. 304), daß wir „von diesem Vorzuge unseres Apparats (kurz andauernde Expositionen zu benutzen) gar keinen Gebrauch gemacht, sondern immer mit derselben Dauer von 0,1" gearbeitet“ hätten. Wenige Seiten vorher (W. 295) bespricht er jedoch in gleich zu erwähnender Weise Ergebnisse unserer Versuche bei 0,00025" Expositionszeit, und begeht zudem durchweg das Versehen, die Bedingungen dieser Versuche mit kurzzeitigen Expositionen auf die Versuchsbedingungen bei 0,1" Expositionsdauer zu beziehen.

Unser Kritiker hätte es doch der Mühe für werth halten sollen, sich mit unserer Arbeit etwas eingehender zu beschäftigen, ehe er sie zum Gegenstand seiner Besprechung machte.

Wir haben auf unsere, sehr zahlreichen kurzzeitigen Versuche wiederholt hingewiesen, sie aber nirgends specieller dargestellt, weil sie in Folge der Gründe, die für die Versuche bei 0,1" Expositionszeit sprachen, in dem Gedankengang unserer abschließenden Untersuchung nur eine secundäre Rolle spielten, nur zum Vergleich und zur Controlle der Versuchsergebnisse bei 0,1" heranzuziehen waren.

In diesem Sinne besprachen wir (S. 136/7) auch unsere Versuche bei 0,00025" Expositionszeit, in folgenden Worten: „Wir konnten, damals an kurze Expositionszeiten gewöhnt, bei diesen Versuchen (0,00025") niemals ein Bewußtsein daran constatiren, daß die Dauer der Exposition eine besonders kurze sei. Nur die Lichtschwäche des Expositionsfeldes machte sich charakteristisch geltend. Die Buchstaben erschienen auf dem helleren Grunde als schwache Schatten. Und dies, obgleich wir uns, um überhaupt etwas zu erkennen, gezwungen sahen, das Gesichtsfeld vor der Exposition so weit zu verdunkeln, daß der Fixationspunkt erst nach längerer Adaptation (15 Minuten) deutlich erkennbar wurde, obgleich ferner mit Schluß der Exposition die gleiche Dunkelheit eintrat, die Nacherregung also unter besonders günstigen Bedingungen stattfand.“

Der Schlußsatz knüpft unsere Nachbild-Erfahrungen bei diesen Versuchen an die abweichenden Erfahrungen unserer Versuche mit 0,1" Expositionsdauer, und reicht zurück auf die Nachbild-Erfahrungen bei HELMHOLTZ-BAXT, die wir in der Einleitung genauer (S. 12 f.) besprochen hatten. Welchen Einfluß die letztgenannten Erfahrungen auf unsere Wahl des reagirenden Lichts hatten, haben wir bereits erwähnt.

Trotz dieser und verwandter Mittheilungen sowie unserer sonstigen Bemerkungen über die Modalitäten der Netzhaut-Erregung glaubt unser Kritiker uns die Annahmen imputiren zu dürfen, daß Expositionsdauer und Gesamtdauer der Netzhauterregung zusammenfielen, daß die Verlängerung der Expositionszeit immer auch die Gesamtdauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung, der von ihm sogenannten Bildzeit verlängere, daß — wir können seine Worte nur nachschreiben — „aus der zeitlichen

Constanz der Versuchsanordnung auf die zeitliche Constanz der Bildwirkung zu schliessen sei.“

Wir brauchen nicht zu bemerken, daß keine dieser Naivitäten von uns ausgesprochen ist, auch kaum hinzuzufügen, daß nichts berechtigt, sie in unsere Darlegung hineinzudeuten.

Auf Grund dieser Deutung interpretirt WUNDT unsere oben citirte Bemerkung über die Versuche bei 0,00025" Expositionszeit, die wir nach seinen gleichfalls citirten Angaben niemals gemacht hätten, trotz ihres Schlufssatzes folgendermaassen (W. 295): „Darum ist es nicht zu verwundern, daß E. und D. bei ihrem im Wesentlichen auf Dunkeladaptation eingerichteten Apparat bei sehr kurzen Expositionszeiten von 0,00025" niemals ein Bewusstsein daran hatten, daß die Dauer der Exposition eine sehr kurze sei. Eher ist es zu verwundern, daß sie diese Thatsache, wie es scheint, auf die Gewöhnung an kurze Expositionszeiten zurückführen.“ Es ist deutlich geworden, wie unschuldig wir an dem Schein einer solchen Interpretation sind; also auch an einem Anlaß für den Zusatz WUNDT's: „Zwar ist die Macht der Gewohnheit groß, aber kurz dauernde Netzhautbilder in lang dauernde zu verwandeln, das vermag sie doch nicht“, dessen Inhalt neuere Untersuchungen über Nachbilder übrigens principiell bedenklich machen.

Auch aus den oben citirten Worten WUNDT's („bei ihrem im Wesentlichen auf Dunkeladaptation eingerichteten Apparat“) erhellt, wie er die Bedingungen der kurzzeitigen Expositionsversuche, die wir gar nicht angestellt haben sollen, speciell der Versuche mit 0,00025" Expositionsdauer, mit unseren Versuchsbedingungen bei 0,1" vermengt.

Unser Apparat ist weder, wie gezeigt (oben S. 247), auf „Dunkeladaptation“ eingerichtet, noch entsprechen einer solchen die von uns gewählten Bedingungen für das primäre Licht bei 0,1". Es rächt sich auch hier, daß unser Kritiker unsere photometrischen Angaben über die Stärke der primären Helligkeit nicht hinreichend beachtet hat.

In der That ist unsere primäre Helligkeit bei allen diesen Versuchen kein Dunkel, sondern entspricht der Lampenlichthelligkeit von einem Blatt weißen Papiers, welche gestattet, Buchstaben der gewöhnlichen Gröfse in Leseentfernung bequem erkennbar zu machen. Vergleichende Messungen (S. 107) haben uns gezeigt, daß bei $\frac{1}{60}$ unserer Expositions-helligkeit die Schrift-

zeichen unserer kleinen Buchstaben noch deutlich erkennbar waren. Unser primäres Licht besaß $\frac{1}{12}$ dieser Helligkeit, also die fünffache Stärke derjenigen, welche unsere kleinen Buchstaben noch deutlich erkennen läßt.

Dementsprechend brauchten wir bei unseren entscheidenden Versuchen (0,1") überhaupt keine Adaptation, wenn wir von der Belichtung unseres Arbeitszimmers mit Lampenlicht kamen; nur wenige Minuten, wenn wir aus dem Tageslicht kommend zu beobachten begannen. Unsere primäre Helligkeit war sogar so groß, daß wir bei ihr nicht bloß unsere Schriftzeichen, sondern jede kleine Unförmigkeit unseres Gesichtsfeldes, feine Kratzstreifen oder Staubstückchen erkennen konnten.

Nicht einmal bei unseren kurzzeitigen Expositionen war unser primäres Gesichtsfeld schlechthin dunkel, wenschon es, speciell bei den Expositionen von 0,00025", beträchtlich unter der Helligkeit des Lampenlichts blieb. Auch unter diesen Umständen aber betrug die Dauer der interpretationsfähigen Nacherregung, WUNDT's sogenannte Bilddauer, nicht die Hälfte der Zeit, die WUNDT glaubt für unsere Versuche überhaupt (auch bei 0,1") erschließen zu dürfen.

Wir haben diese Dauer der Nacherregung experimentell festzustellen versucht, als wir mit den später aufgegebenen kurzzeitigen Expositionen operirten, sie also nicht eben übersehen. Es schien uns jedoch nicht angezeigt sie anzugeben, weil sie für die Vergleiche, zu denen die Ergebnisse dieser Versuche heranzuziehen waren, ohne Bedeutung bleiben, und wir die vorliegenden Mißverständnisse nicht voraussehen konnten. Jetzt werden jene Versuche bedeutsam. Sie verliefen folgendermaassen.

Wir schicken voraus, daß unsere kurzzeitigen Expositionen durch eine rotirende Scheibe vermittelt wurden, die, vor unsere Camera gestellt, eine Exposition nur dann möglich macht, wenn ihr offener Sector zwischen Object und Linse steht. Die Function der Fallscheibe besteht bei dieser Versuchsanordnung darin, eine Exposition zu ermöglichen, eine zweite jedoch auszuschließen. Wird die Fallscheibe in der Weise festgestellt, daß sie den Weg für die Strahlen vom Expositionsobject zur Linse freiläßt, so entstehen nach einander so viele Expositionen, als Umdrehungen der rotirenden Scheibe erfolgen.

Wenn unter solchen Bedingungen die Expositionen verschmelzen, so muß die Dauer der Nachbilder größer sein, als

die Zeit, welche durch die Differenz zwischen der Dauer für eine Umdrehung der rotirenden Scheibe und der gewählten Expositionsdauer gegeben ist.

Bei einer Expositionsdauer von 0,01" und der geringsten von uns benutzten primären Helligkeit, d. i. der Helligkeit des constanten Gesichtsfeldes, gaben wir unserer (etwas schweren) umdrehenden Scheibe die grösste für uns erreichbare Geschwindigkeit von 13 Umdrehungen für 1".

Wir bemerkten unter diesen Umständen keine Spur einer Verschmelzung der aufeinander folgenden Expositionen von Schriftzeichen, obwohl das Verhältniß zwischen Expositions- und primärer Belichtung durchaus umgekehrt erschien. Die Dauer der Nachbilder muß demnach unter diesen Bedingungen weniger als 0,067" (0,077—0,01) betragen, d. i. weniger als die Hälfte der Zeit, welche unser Kritiker auf Grund seines Analogieschlusses nach Obigem für unsere Versuche überhaupt einsetzt (0,15").

Eine experimentelle Prüfung der Nachbilddauer für 0,1" Expositionszeit haben wir nicht vorgenommen; unser Apparat war unter der Bedingung solcher Expositionsdauer dazu nicht geeignet. Wir schätzen sie jedoch auf Grund der eben genannten Versuchsergebnisse, sowie im Hinblick auf die grössere Intensität des reagirenden Lichts sicher genauer als unser Kritiker, wenn wir annehmen, daß die Dauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung bei diesen Versuchen den Betrag von 0,15" (statt WUNDT's 0,25) nicht übersteigt.

Wir haben dabei nicht in Betracht gezogen, daß die Netzhaut eine Trägheit besitzt, durch welche die Gesamtdauer der Erregung ebenso sicher beeinflusst ist wie durch die Nachwirkung der Reize, durch die jene Gesamtdauer jedoch in entgegengesetztem Sinne verändert wird. Der Zeitwerth dieser Erregungsbedingung läßt sich a priori nicht schätzen; experimentelle Bestimmungen dieses Werths sind uns nicht bekannt. Er mag auf 0,02—0,03" zu veranschlagen sein.

Damit stehen wir vor den letzten Einwendungen unseres Kritikers, vor der Hypothese, durch welche er die Differenz unseres Worterkennens von den Ergebnissen CATTELL's, sowie unsere Deutung des mangelhaften Lesens von Buchstabenreihen ohne Silben- und Wortwerth glaubt erklären zu können.

Hier werden wir grober Vernachlässigung bekannter psychologischer Daten beschuldigt.

Diese Vernachlässigung soll die von WUNDT in seiner Kritik so genannte Wanderung der Aufmerksamkeit bei unverrückter Blicklage treffen.

WUNDT's Hinweis auf diese Thatsachen nöthigt fürs erste zu etwas genaueren Feststellungen.

Es ist allgemein bekannt, daß auch bei factisch sicherem Ausschluss von Fixationsänderungen innerhalb des Gebietes deutlichen Erkennens zusammengesetzte Objecte nicht in allen ihren Theilen gleich deutlich erscheinen müssen. Daß Analoges auch für das Gebiet indirecten Sehens bei gesichertem Ausschluss von Augenbewegungen (Belichtung durch den elektrischen Funken) gültig ist, hat HELMHOLTZ nachgewiesen. Wir haben in der Einleitung zu unserer Schrift einige seiner Beobachtungen hierüber mitgetheilt. Wir fügen jetzt die Folgerung hinzu, die er aus ihnen an dem citirten Ort ableitet (HELMHOLTZ, *Berliner Sitzungsberichte* 1892, S. 333 f. und *Wiss. Abh.* II, 951): „Ich hatte bei meinen Versuchen immer einen dauernd hellen Punkt im dunklen Felde vor mir, den ich als Fixationspunkt benutzte. Dabei fand ich es möglich, ohne diesen Fixationspunkt zu verlassen, die Aufmerksamkeit schon vor der Beleuchtung durch den Funken auf diesen oder jenen Theil des dunklen Feldes hinzurichten, und dann sah ich, was dort erschien. Es scheint mir dies eine Thatsache von großer Wichtigkeit zu sein, weil sie zeigt, daß das, was wir das willkürliche Richten der Aufmerksamkeit nennen, eine von den Bewegungen der äußeren beweglichen Theile unseres Körpers unabhängige Veränderung in unserem Nervensystem ist, wodurch Reizungszustände gewisser Fasern vorzugsweise zum Bewußtsein gelangen.“ Dem entspricht die dritte der hierhergehörigen Gruppen von Thatsachen, daß es unter bestimmten Bedingungen möglich ist, auch bei ruhendem Auge einen Wechsel der Aufmerksamkeit eintreten zu lassen, der verschiedene Theile des constanten Gesichtsfeldes successiv verdeutlicht, die von WUNDT so genannte „Wanderung der Aufmerksamkeit“. Daß diese nicht nur willkürlich, sondern auch unwillkürlich eintreten kann, bedarf keines Nachweises.

Auf die Bemerkung JOHANNES MÜLLER's, die WUNDT heranzieht, würden wir uns allerdings nicht berufen. Schon deshalb

nicht, weil MÜLLER's Ausführungen weder an der von WUNDT citirten Stelle (*Handbuch der Phys. des Menschen* II, 95), noch, wie wir hinzufügen müssen, in der erläuternden Ergänzung, die er dieser giebt (a. a. O. II, 364) sicher machen, daß er den Aufmerksamkeitswechsel bei ruhendem Blick, und nicht vielmehr die verschiedene Deutlichkeit bei successiven Blicklagen im Sinne gehabt hat; auch seine Angabe, daß „das Bild daselbe bleibt“ läßt beide Voraussetzungen zu. Vor Allem aber deshalb nicht, weil MÜLLER's Darstellung nicht erkennen läßt, daß bei seinen Beobachtungen Blickbewegungen in der That ausgeschlossen waren; denn dieser Ausschluss gehört, wie wir wiederholt zu betonen hatten, zu den schwierigsten Aufgaben optischer Beobachtungen. Bei MÜLLER's Annahme, daß die Augenbewegungen „fast mit Blitzesschnelligkeit“ erfolgen können, ist ein solcher Ausschluss sogar recht unwahrscheinlich.

Aber es giebt, wie erwähnt, andere Beobachtungen, welche die Möglichkeit eines Wechsels der Aufmerksamkeit bei unverrückter Fixationslage sichern.

Es bleibt daher die Frage, ob die Dauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung bei unseren Versuchen mit 0,1" Expositionszeit (die, wie wir gesehen haben, nicht mit WUNDT auf „allermindestens 0,25" zu schätzen, sondern auf etwa 0,15" anzunehmen ist) nicht hinreicht, einen einmaligen oder mehrmaligen Aufmerksamkeitswechsel auszulösen, und so die von WUNDT angenommenen Consequenzen herbeizuführen.

Vorweg haben wir deutlich zu machen, daß selbst wenn sich ein solcher Aufmerksamkeitwechsel für jene Dauer der Netzhauterregung nachweisen liefse, unsere Fragestellungen, und dementsprechend unsere Versuchsanordnungen nicht getroffen würden. Unser Kritiker hat auch hier den Fragepunkt verfehlt, weil er die Postulate für die Construction unseres Apparats, die aus der ersten Gruppe unserer Beobachtungen herfließen, nicht hinreichend gewürdigt hat. Unsere Aufgabe bestand gar nicht darin, die Möglichkeit eines solchen Wechsels der Aufmerksamkeit auszuschließen, sondern die Lesepausen experimentell zu isoliren, die Erkenntnißdaten zu analysiren, die in ihnen gewonnen werden, und die Vorgänge zu bestimmen, die beim Lesen sich in ihnen vollenden und beginnen. Wir waren also an unsere Expositionsdauer und die ihr entsprechende Nachdauer der Erregung gebunden, deren summirter Zeitbetrag noch

beträchtlich kürzer ist, als die von uns bestimmte Durchschnittsdauer der normalen Lesepausen.

Hätte sich uns als Aufgabe ergeben sollen, jenen Aufmerksamkeitswechsel auszuschließen, so hätten Daten vorliegen müssen, welche wahrscheinlich machen, daß ein solcher Aufmerksamkeitswechsel beim normalen Lesen, sowie bei unseren Versuchsbedingungen eine Rolle spielt. Daß dies bei normalem Lesen nicht der Fall ist, folgt aus dem Umstand, daß die künstlichen Bedingungen, die ihn — bei unverrückter Fixation — ermöglichen, eine specielle, und nicht eben geringe Schulung erfordern. Wie künstlich diese Bedingungen sind, geht aus den Thatsachen hervor, denen zufolge die enge Correspondenz zwischen dem Aufmerksamkeitswechsel für Gegenstände der Gesichtswahrnehmung und entsprechenden Augenbewegungen längst zu einem Gemeingut der physiologischen Optik geworden ist. Welche zeitlich bestimmten Angaben „der früheren Beobachter“ gar „wahrscheinlich machen“, daß jener Wechsel „schneller vor sich geht, als die Bewegungen des Fixationspunktes“ (W. 308), hat WUNDT nicht mitgeteilt. Wir kennen solche Angaben nicht.

Es fragt sich demnach nur, inwiefern ein solcher Aufmerksamkeitswechsel bei unseren Versuchen thatsächlich vorgekommen ist, und welche Function ihm für die Ergebnisse dieser Versuche zugeschrieben werden muß.

Wir haben unsere Angaben einfach festzuhalten. Wo unter unseren Versuchsbedingungen uneingeprägte oder eingeprägte, lange wie kurze Wörter oder Worte richtig gelesen wurden, waren wir, wie wir wiederholt betont haben, durchweg sicher, daß sie unmittelbar und gleichförmig deutlich erkannt wurden (S. 118f.), daß also ein Aufmerksamkeitswechsel der in Frage stehenden Art schlechterdings ausgeschlossen war. Gleiches gilt von einer Reihe von Fällen des Verkennens. Nur wenn das Erkennen oder Verkennen unsicher blieb, fanden wir, wie gleichfalls angegeben ist, eine andere Sachlage. Auch in diesen Fällen aber haben wir nur Differenzen der Deutlichkeit des simultan Erkannten, nicht aber einen Wandel der Aufmerksamkeit während der Bilddauer constatirt. In den optischen Erinnerungsbildern, sowie in den Formen abgeleiteter Vorstellungen, die wir als Einbildungserinnerungen charakterisirt haben, konnten wir das Spiel eines Wandels der Aufmerksamkeit bei unsicherem Erkennen allerdings wiederholt constatiren;

dies haben wir in der Analyse des Schlufscapitels besprochen. Aber dieser, dem Erkennen, das wir in unseren Versuchen zu analysiren hatten, nachfolgende Vorgang kommt für jenes Erkennen selbstverständlich nicht in Betracht.

Die Argumente, durch welche WUNDT glaubt, seine Deutungen dieser unserer Versuchsergebnisse stützen zu können — auf die Gründe für unsere Deutungen geht er nicht ein — sind folgende drei:

1. Die lange Dauer unserer Bildzeit (die W. in der geschilderten Weise in unsere Versuche hineindeutet) macht einen Wandel der Aufmerksamkeit möglich.

2. Ein solcher Wandel ist von Anderen thatsächlich nachgewiesen, wenn grössere Gruppen von Zahlensymbolen entziffert werden.

3. Der Umfang, in dem wir grössere Wörter erkennen konnten, wird nur unter Voraussetzung eines wiederholten Wandels der Aufmerksamkeit erklärlich.

Gegenüber dem ersten Argument haben wir davon auszugehen, daß die Dauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung in unseren Versuchen nicht mindestens 0,25", sondern, wie oben gezeigt, höchstens etwa 0,15" betrug.

Für die Annahme, daß innerhalb dieser Zeit eine Wanderung der Aufmerksamkeitsspannung eintreten könne, fehlt jeder experimentelle Beleg. Wir selbst haben dies nicht nur in unseren früheren Versuchen niemals gefunden, sondern auch in neuen Versuchen, die jeder von uns vorgenommen hat, nicht zu constatiren vermocht. Wir finden vielmehr, daß wir ohne Blickbewegung wie mit einer solchen in 1" sechs solche Wanderungen nicht eintreten lassen können. Auch nach längerer Uebung ist uns niemals gelungen, diese Anzahl zu erreichen. Es erscheint demnach, selbst wenn wir von den besonderen Bedingungen unserer Versuche vorerst absehen, während der Dauer der interpretationsfähigen Netzhauterregung von 0,15" auch nur eine solche Wanderung ausgeschlossen, während unser Kritiker ohne experimentelle Belege für die Zeit von 0,25", die er uns zudictirt, einen zweimaligen Wechsel dieser Art für uns wahrscheinlich findet.

Unsere Versuchsbedingungen kommen jedoch in erschwerender Wirkung ebenfalls in Betracht.

Für alle unsere Versuche gilt, daß die Exposition eintrat, während unsere Aufmerksamkeit mit der größten erreichbaren Spannung auf einen Punkt unseres Gesichtsfeldes concentrirt war. Damit ist eine Bedingung eingeführt, welche die Möglichkeit eines Wechsels der Aufmerksamkeit über die exponirten Schriftzeichen so erschwert, daß er selbst bei beträchtlich längerer Dauer der von WUNDT so genannten Bildzeit schlechterdings ausgeschlossen sein würde. Man braucht nur zu versuchen, bei einer solchen Fixation jenen Aufmerksamkeitswechsel vorzunehmen, um sich von dem Widerstande zu überzeugen, der ihm entgegentritt.

Zu dieser erschwerenden Bedingung, die den Modalitäten der Exposition entstammt, kommt ferner bei deutlichem Erkennen (oder Verkennen) der Wahrnehmungsinhalt der Exposition. Wir haben nachgewiesen, daß in solchen Fällen auch größere Wörter gleichförmig deutlich wahrgenommen wurden. WUNDT bestreitet die Möglichkeit dieser Thatsache auf Grund seiner Hypothese mit folgenden Worten: „Nun erkennt Jedermann, der in Versuchen dieser Art einige Erfahrung hat, ohne Weiteres, daß eine derartige Leistung, das Lesen eines Wortungeheuers von 19 bis 22 Buchstaben, ohne Wanderungen der Aufmerksamkeit absolut ein Ding der Unmöglichkeit ist.“

Es hat sich der wissenschaftlichen Forschung manches als wirklich gezeigt, was auf Grund derartiger Berufungen als unmöglich behauptet worden ist.

Wir bemerken fürs erste, was WUNDT unterlassen hat zu erwähnen, daß diese Wörter zum Schluß einer Versuchsgruppe dargeboten wurden, die mit der Exposition vierbuchstabiger Worte begann, und schrittweis bis zu jener Höhe aufstieg, daß ferner die Wörter „zumeist Substantive, der Umgangssprache sowie der uns geläufigen wissenschaftlichen Terminologie entnommen“ waren. Aus Gründen, die wir hier zu wiederholen keinen Anlaß haben, durfte jedes dieser Worte nur einmal dargeboten werden. Aber wir waren mit den optischen Wortbildern, auf deren Bedeutung als optische Ganze wir speciell eingegangen sind, demnach vertraut. WUNDT's Bemerkung: „Dabei ist wohl zu beachten, daß . . . jede Vorbereitung durch vorangegangene Einwirkungen des gleichen Wortbildes ausgeschlossen war“, erläutert demnach nicht die Sachlage, sondern ist geeignet, sie zu verdunkeln.

Sodann müssen wir doch darauf aufmerksam machen, daß solche deductive Kritik von Versuchsergebnissen immer bedenklich ist. Wir sind jener Thatsache für unsere Versuche sicher geworden, sowohl hinsichtlich der Gleichförmigkeit, wie hinsichtlich der Unmittelbarkeit des gleichförmigen Gesamtbildes. Es gelang uns, wie wir ausgeführt haben (S. 179), „nicht einmal nachträglich, d. h. unmittelbar nach Schluß der Exposition irgendwie bewußt zu werden, was an der gleichmäßigen Deutlichkeit der Buchstabenzüge dem deutlich Wahrgenommenen, was der gröberen Gesamtform zuzuschreiben sei.“

Wir haben demnach in diesen Fällen analoge Erfahrungen gemacht, wie CATTELL sowie GOLDSCHIEDER und MÜLLER bei ihren sehr viel kürzeren Expositionszeiten, und wir haben auf diese Uebereinstimmung bei anderer Gelegenheit (S. 178) hingewiesen. Es wäre deshalb doch wohl angezeigt gewesen, unsere Ergebnisse durch Versuche unter analogen Bedingungen zu prüfen, um festzustellen, ob ein Aufmerksamkeitswechsel unter solchen Umständen vorhanden, überhaupt nur möglich ist.

Auch der Bestand der Gedächtnisresiduen für die erkannten Wörter und Worte, der von uns in Anlehnung an den HERBAET-schen Sprachgebrauch so genannten Apperceptionsmassen, deren Einfluß auf das Erkennen wir eingehend dargelegt haben, entscheidet gegen die Hypothese unseres Kritikers.

JOH. MÜLLER hebt zur Begründung der von WUNDT citirten, oben besprochenen Bemerkung hervor: „Indem wir eine zusammengesetzte Figur erblicken, prägen wir uns bald diesen, bald jenen Theil derselben lebhafter ein: wir nennen dies Aufmerksamkeit“ oder wie, er auch sagt, „Intention“ . . . „Durch die Mitwirkung dieser die Gesichtsempfindungen begleitenden Intention kommt es, daß wir zuweilen aus sehr dunklen Gesichtseindrücken doch eine ganz bestimmte Gestalt zu erkennen glauben.“ Analog urtheilt er in der oben erwähnten ergänzenden Ausführung (a. a. O. S. 364). Die Vermischung der Aufmerksamkeit mit ihren reproductiven Bedingungen, die hier zu Tage tritt, lassen wir unberührt. Den Antheil jener reproductiven Bedingungen hat MÜLLER richtig erkannt. Er tritt in unseren Versuchen mit eingepägten Wortbildern deutlich hervor, und wir haben ihm durch die Analyse des optischen Wortganzen sowie durch die Bestimmung der apperceptiven Bedeutung der entsprechenden Gedächtnisresiduen für das vorliegende Gebiet

eine festere Begrenzung gegeben. Auf Grund der obigen Bemerkung gegen WUNDT's Darstellung unserer bloß einmaligen Exposition in den erwähnten Fällen haben wir festzuhalten, daß solche residualen Elemente der Wahrnehmung hier in gleicher Weise mitwirkten, wie in unseren zahlreichen Versuchen mit eingepprägten Wortbildern, wenn auch nicht mit der gleichen Energie. Und sie treffen hier wie dort das optische Wortganze, hier nur mehr als dort das, was wir im Unterschiede von der speciellen Form des einzelnen Schriftbildes die gröbere Gesamtform des optischen Wortes genannt haben. Ist aber auch nur diese fest eingepragt, und dementsprechend leicht und sicher reproducierbar, so schafft sie Bedingungen, welche dazu helfen, den Expositionsinhalt bei großen Wörtern nicht weniger als bei kleinen gleichförmig deutlich zu machen. Wo aber solche Bedingungen mitwirken, bietet der Wahrnehmungsinhalt der Exposition mitsamt seiner nachwirkenden Erregung keinen Anlaß zu einem Aufmerksamkeitswechsel.

Kürzer dürfen wir uns gegenüber dem zweiten der oben angeführten Argumente WUNDT's fassen.

WUNDT beruft sich für dasselbe auf die Reactionsversuche, die Dr. MAX FRIEDRICH in dem Leipziger „Laboratorium über die Erkennung kürzerer oder längerer Zahlen“ schon 1883 ausgeführt hat. Er erwähnt aus ihnen: „Sobald man . . . zu fünf- bis sechststelligen Zahlen übergang, so bemerkte man auf das Deutlichste, daß diese nur durch Zerlegung in zwei Hälften gelesen werden konnten, d. h. die Aufmerksamkeit wanderte von der einen Zahlgruppe zur anderen“ (W. S. 310).

WUNDT erwähnt nicht, daß FRIEDRICH's Versuche, wie die meisten bisherigen Reactionsversuche, auch diejenigen auf Schriftzeichen, unter einer Bedingung angestellt sind, die wir auf Grund unserer Bestimmung der Lesepausen bei Erörterung unserer Reactionsversuche als unzulässig nachgewiesen haben, so nämlich, daß die Exposition erst bei erfolgreicher Reaction aufgehoben wird. Es lag doch ein Anlaß vor, dies hervorzuheben. Denn die Dauer der bloßen Expositionszeit beträgt demzufolge nach dem Gesamtmittel aus diesen Versuchen, um nur die kürzesten dieser Zeiten (für F. und W.) herbeizuziehen, schon bei einstelligen Zahlen 0,320" und 0,344" Expositionszeit; und diese Dauer steigt bei vierstelligen Zahlen auf 0,481" und 0,459", bei fünfstelligen auf 0,670" und 0,573", bei sechststelligen auf

1,043 " und 0,817 ". Daß damit die zeitlichen Bedingungen für Wanderungen der Aufmerksamkeit gegeben sind, versteht sich nach dem Gesagten von selbst. Aber diese Bedingungen waren in unseren Versuchen eben nicht erfüllt. Der Analogieschluß, den dieses Argument unseres Kritikers enthält, ist schon deshalb gleichfalls unzulänglich, selbst wenn wir unbeanstandet lassen, daß WUNDT sich erlaubt, in FRIEDRICH's Bemerkungen über die Gliederung der Zahlengruppen, die von einer Wanderung der Aufmerksamkeit nichts enthalten (*Philos. Studien* I, 66), eine solche nachträglich durch ein „d. h.“ hinein zu legen.

Wie aber ist die Deduction aus dieser Deutung zu verstehen, die WUNDT ihr anschließt? Er sagt (W. 310): „Vermuthlich kann man ein Wort aus 20 Buchstaben noch viel weniger in einem einzigen Acte der Aufmerksamkeit auffassen, als eine fünf- oder sechstellige Zahl.“ Es ist nicht überraschend, daß WUNDT unsere Ausführungen über die Schriftworte als optische Ganze ignorirt. Aber es ist doch überraschend, daß er die Unterschiede zwischen den Zahlen- und den Wortgebilden bei Seite läßt, die noch in allen Versuchen über die Bedingungen des Wort- und des Zahlenlesens hervorgetreten und hervorgehoben sind. Es ist deshalb nothwendig, an Bekanntes zu erinnern.

Es besteht fürs erste ein recht großer Unterschied zwischen der Anzahl von Zifferngruppen, mit denen wir zu operiren haben, und der sehr viel geringeren Anzahl von Buchstabengruppen, die uns geläufige Worte bilden. Von jenen sind uns ferner verhältnißmäßig wenige in ihrem optischen Bestande fest eingeprägt, von diesen alle. Bei jenen geht die Einprägung über Gruppen vierstelliger Zahlen im Durchschnitt nur selten hinaus; bei diesen findet sie, speciell beim Deutschen, auch für buchstabenreiche Worte nicht weniger statt als für kurze. Für die Gesamtauffassung einer Zahl hat jeder Unterschied der Anzahl, der Größe und der Anordnung der Ziffern eine Bedeutung, welche verlangt, daß jede Ziffer deutlich erkannt und richtig gewerthet sein muß. Ein Wort dagegen kann an seiner Gesamtform auch dann noch erkannt werden, wenn nur einzelne seiner Bestandtheile wahrnehmbar sind. Ja, wir haben gezeigt, daß eingeprägte Wörter mit gleichförmiger Deutlichkeit der einzelnen Buchstaben auch dann noch erkannt werden können, wenn in Folge der Expositionsbedingungen kein einzelner Buch-

stabe deutlich wahrgenommen sein kann. Es kommt endlich hinzu, daß unsere Ziffern gleichmäßige Höhe besitzen, die Buchstaben dagegen durch ihre Höhendifferenzen unterhalb, und insbesondere oberhalb der Zeilen die einzelnen Wortbilder zu meist charakteristisch von einander trennen; und damit hängt zusammen, daß die Buchstaben unseres Alphabets sehr viel größere Formdifferenzen zeigen, als unsere Ziffern.

WUNDT's Vernachlässigung dieser Unterschiede uns gegenüber macht ein Beispiel nicht überflüssig. Man vergleiche die Zahl:

58327471839

und das Wort:

Philosophie

Niemand kann jene Zahl als ein Ganzes erfassen, ohne die Ziffern nach den Bedingungen unseres Zahlensystems von rückwärts aus in Gruppen zu zerlegen; kein des Lesens Kundiger bedarf einer solchen Zerlegung für das Wort. Denn die Vorurtheile, die aus der psychiatrischen Hypothese des buchstabirenden Lesens abgeleitet worden sind, dürfen wir wohl auf Grund unserer Versuchsergebnisse als erledigt ansehen.

Wir haben es unnöthig gefunden, über die Ergebnisse unseres Zahlenlesens zu berichten, weil sie in Folge der angegebenen Unterschiede von unserem Wege ablagen. Aber wir dürfen mittheilen, daß wir unter denselben Bedingungen, unter denen wir unsere Worte bis zu mehr als 20 Buchstaben gelesen haben, wie Andere vor uns niemals mehr als 5 Ziffern, und auch diese nicht mehr regelmäfsig, richtig zu lesen vermochten.

WUNDT glaubt, auch in diesem Zusammenhang neben dem Umstand, daß wir nicht mit dem Falltachistoskop operirt haben, von dem gleich zu sprechen sein wird, die Adaptationsstörungen ins Feld führen zu dürfen, denen wir seiner Schätzung nach beim Eintritt unserer Expositionshelligkeit ausgesetzt waren (W. 310f.). Wir brauchen nach dem früher Gesagten kaum zu bemerken, daß solche Störungen so wenig vorhanden waren, wie die Wanderungen der Aufmerksamkeit, die uns ohne den Einfluß jener Störungen, wie er sagt, „vielleicht doch nicht entgangen wären“. Vielmehr zeigt gerade der Umfang, in dem wir selbst nicht eingeprägte Wörter und Worte im Satzzusammen-

hang gleichmässig deutlich zu erkennen vermochten, wie vollständig unsere Versuchsergebnisse die Störungen ausschliessen, welche unser Kritiker glaubt, als unvermeidlich für uns deduciren zu können.

Es bleibt das dritte der obigen Argumente WUNDT's, die Annahme, dass unser Lesen langer Worte bei 0,1" Expositionszeit nur durch die Hypothese wiederholter, von uns nicht bemerkter Wanderungen der Aufmerksamkeit zu erklären sei. Wir haben deutlich gemacht, dass diese Wanderungen nicht nur fehlten, sondern nach den oben angeführten Versuchen für uns gar nicht vorhanden sein konnten. Die Differenzen, die unsere Ergebnisse von denjenigen trennen, die mit dem Falltachistoskop CATTELL's gewonnen sind, das WUNDT im Wesentlichen zu retten versucht, liegen vielmehr in den Apparaten selbst.

WUNDT hat nur, weil er die Bedeutung der nothwendig gewordenen Isolirung der Lesepausen verkannt hat, den Mangel successiven Sichtbarwerdens der Schriftzeichen auch jetzt noch so gering anschlagen können, wie er thut. Es hat ferner unsere Hinweise auf einen zweiten Mangel jenes Apparats nicht hinreichend beachtet: auf die Unmöglichkeit einer binocularen Accommodation auf den Punkt, in dem das exponirte Object erscheint.

Die Entfernung zwischen dem Fixationspunkt an der fallenden Scheibe und dem zu exponirenden Object ist bei dem von CATTELL beschriebenen Apparat sehr klein. Sie beträgt jedoch immerhin 3 mm; und es scheint kaum möglich, sie zu verringern, da sie die Fallscheibe und den Spielraum für deren freien Fall einschliessen muß.

Eine Differenz dieser Art von 3 mm reicht jedoch hin, um verhältnissmässig grosse Störungen des binocularen Sehens hervorzubringen.

Ein einfaches Experiment wird dies am deutlichsten zeigen. Wenn ein Punkt eines Buchstaben in der Mitte einer Zeile fixirt wird, so werden einige rechts- und linksseitig stehende Buchstaben, wie schon WEBER gezeigt hat, noch deutlich erkannt. Geht man von diesem Fixationspunkt jedoch zur Fixation einer Nadelspitze über, die 3 mm vor der Zeile orientirt ist, so werden jene seitwärts stehenden Buchstaben undeutlich. Solange diese zweite Fixation unverrückt gehalten wird, was natürlich Uebung erfordert, ist kein Buchstabe deutlich, obgleich noch etwa

drei zu erkennen sind. Der Versuch gelingt am Besten, wenn man mehrmals ziemlich schnell von der einen zur anderen Fixationslage übergeht.

Die Ursachen dieses Undeutlichwerdens liegen auf der Hand. Trotzdem ist es angezeigt, auf sie kurz einzugehen.

Wenn die Netzhautbilder des Nadelpunktes *C* auf die correspondirenden Stellen der beiden Netzhäute *A* und *B* fallen, also

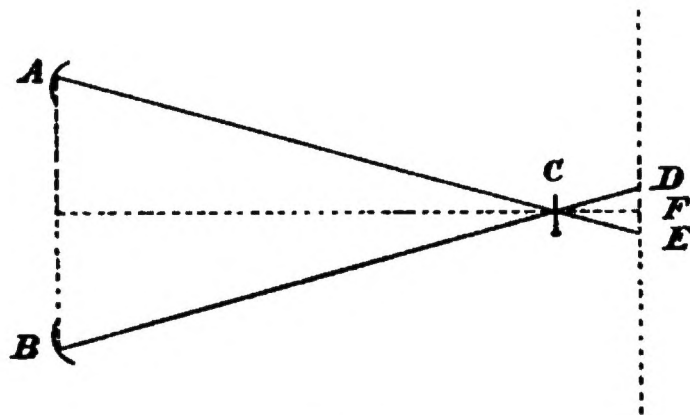


Fig. 1.

als eins gesehen werden, so sind die Stellen der hinterliegenden Zeile, welche ineins fallen, *D* und *E*, nicht *F*. Andererseits wird jeder Punkt *F* doppelt gesehen, und zwar mit der Differenz *DE*. Nimmt man an, daß die Linie *AB*, welche zwei correspondirende Netzhautpunkte verbindet, der Dreiecksseite *DE* parallel liegt, so entsteht die Proportion:

$$AC : CE = AB : DE.$$

Setzen wir *AC* gleich 300 mm als dem durchschnittlichen Abstand beim Lesen, und *AB* = 60 mm, so ergibt sich für *DE* 0,6 mm. Das aber ist rund die Hälfte des Durchmessers eines weißen Interstitiums innerhalb (sowie auch zwischen) den Buchstaben unseres gewöhnlichen Drucks. Alle Druckworte also, welche unter solchen Bedingungen gesehen werden, müssen uns afficiren, wie zwei Worte, in denen die schwarzen Buchstabenlinien des einen in der Mitte des anderen stehen. Es ist leicht, sich solche Worte sichtbar zu machen. Die einzelnen Buchstaben sind unter diesen Umständen innerhalb des Gebiets directen Sehens noch erkennbar, aber die Lesbarkeit der Worte selbst ist merklich erschwert. Die charakteristische Gesamtform des Wortes, auf die wir bei Fixation der Mitte größerer Worte angewiesen sind, weil die Anfangs- und Endbuchstaben

in Folge ihres Abstandes vom Fixationspunkt nicht mehr erkannt werden können, ist durchaus zerstört: die schmalen langen Buchstaben sehen aus wie fette oder erscheinen doppelt u. s. w.

Die Consequenzen dieser Mängel des von CATTELL benutzten Apparats erklären hinreichend, weshalb wir unter unseren Versuchsbedingungen — trotz der verheerenden Wirkungen für das Erkennen, die sie nach WUNDT im Gefolge haben sollen — mehr zu lesen vermochten, als CATTELL und diejenigen, die mit den seinigen analogen Apparaten gearbeitet haben. Hätte WUNDT sie in Rechnung gestellt, so hätten ihm schon die Resultate, die mit dem HELMHOLTZ-BAXT'schen Apparat gewonnen sind, die Grundlagen seiner Kritik verdächtig machen müssen.

Es erübrigt nach dem Allem auf die Deutung einzugehen, die WUNDT von den vermeintlichen Wanderungen der Aufmerksamkeit aus für unsere Erklärung der Differenz zwischen dem Wortlesen und dem Lesen von Buchstabenreihen ohne Silben- und Wortzusammenhang giebt; um so mehr als er die Daten, welche unsere Erklärung, wie wir annehmen, sicherstellen, unberücksichtigt gelassen hat.

Nur wenige Schlussbemerkungen. Wiederholt deutet WUNDT an, daß wir die Verdienste unserer Vorgänger nicht hinreichend gewürdigt haben. Er beruft sich auf zwei irrthümliche Bemerkungen in aner kennenden Berichten über unsere Schrift, um zu sagen: „Diese Mißverständnisse sind immerhin bezeichnend für die Art, wie die Verf. in der Kritik ihrer eigenen und früheren Versuche verfahren, und wie sie diejenigen Resultate ihrer Vorgänger besprechen, die sie lediglich zu bestätigen vermocht haben.“ Diese Aeufserung steht in Zusammenhang mit der „Ehrenrettung der Physiologie“, die WUNDT unseren Ausführungen gegenüber nothwendig findet, denen zufolge „die traditionelle Annahme über die Kleinheit des Gebiets deutlichen Wahrnehmens bei ruhendem Auge nicht zutreffend, und die Consequenz, daß wir demnach nur bei bewegtem Auge deutlich erkennen, in einem wesentlichen Punkte unklar sei.“ Wir müssen angesichts der historischen Orientirung über die Problemlage, die wir vorausgeschickt, und der rein sachlichen Form unserer Kritik auch WUNDT und seinen Schülern, speciell der wiederholten warmen Anerkennung der Leistungen CATTELL's gegenüber, dessen Methoden und Ergebnisse wir genauer zu erörtern hatten, jene Andeutungen als auf einer ebenso ungehörigen

wie ungerechtfertigten Insinuation beruhend zurückweisen, und jene Ehrenrettung als nicht durch uns provocirt charakterisiren.

Der unbefangene und sachkundige Leser wird an diesen Bemerkungen WUNDT's, ebenso wie an seinen oben erläuterten Einwendungen gegen unsere Methoden und Ergebnisse ohne Mühe erkennen, inwieweit sie jener kritischen Objectivität entsprungen sind, welche wissenschaftliche Discussionen allein fruchtbar macht.

(Eingegangen am 1. December 1899.)
