

Experimentelle und kritische Beiträge zur Psychologie des Lesens bei kurzen Expositionszeiten.

Von
ERICH BECHER.

Über die für die psychologische Analyse des Lesens wichtigen Bewegungen des Auges kann nach den Untersuchungen von ERDMANN und DODGE¹ kein Zweifel bestehen. Die Beobachtung der Augenbewegungen und Ruhepausen beim Lesen, die Messung der Zeiten für das Durchlaufen einer Zeile, für eine Augenbewegung und für eine Ruhepause, die Bestimmung der Aufgaben von Augenbewegungen und Ruhepausen, die Feststellung der Blick- und Lesfelder, und der Lage der Fixationspunkte ist durch die experimentellen Anordnungen in völlig sicherer und hinreichend genauer Weise möglich.² Größer sind die

¹ Psychologische Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage. 1898. Kap. I, II, IV, Anhang.

² Man hat bei diesen Untersuchungen direkte Beobachtung (ERDMANN und DODGE), Schreibvorrichtungen am Auge für die rotierende Trommel (HUEY, *The Psychologie of Reading* in *The American Journal of Psychology* ed by G. STANLEY HALL, 9, 11, 12), die Photographie eines Lichtreflexes der Cornea (DODGE und CLINE, *The Angle Velocity of Eye Movements* in *The Psychological Review* 8 (1901), 145—157) und noch andere Mittel verwandt.

Bei dieser Gelegenheit möge auf folgende Arbeiten von DODGE hingewiesen werden, die sich auf die physiologische Psychologie des Auges beziehen und für die Psychologie des Lesens von Bedeutung sind.

1. The Reaction Time of the Eye (*Psychological Review* 6, 477—483; cfr. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 23, 138). DODGE bedient sich des schon von ERDMANN und DODGE benutzten Verfahrens, bei welchem ein auf dem blinden Fleck abgebildetes Licht durch die reagierende Augenbewegung sichtbar wird. Unter Verwendung genauerer experimenteller Mittel bestätigt er, daß die Expositionszeit von 0,1 Sek. für Leseversuche die empfehlenswerteste ist.

2. Visual Perception during Eye Movement (*Psych. Rev.* 7, 454—465;
2*

Schwierigkeiten, die mit der Erforschung der psychologischen Vorgänge in den nur Bruchteile von Sekunden (etwa 0,25 Sek. im Mittel) dauernden Ruhepausen verbunden sind. Einerseits sind die Resultate der Selbstbeobachtung in Zeiten von $\frac{1}{4}$ Sek. bis $\frac{1}{100}$ Sek. unsicher und ungenau. Der Beobachter unterliegt leicht Täuschungen; Vorgänge, welche sich unmittelbar vor oder sofort nach der Beobachtungszeit abspielen, werden vielleicht in dieselbe hinein verlegt. Andererseits sind bei der Deutung objektiver Versuchsergebnisse, wie sie in der Zahl der gelesenen Buchstaben usw. erreichbar sind, Meinungsverschiedenheiten vorhanden. Schliesslich ist die Frage nach den zweckmässigsten Versuchsanordnungen strittig.

Die Versuche und Auffassungen, welche ERDMANN und DODGE in dem angeführten Buche veröffentlichten, sind von WILHELM WUNDT und JULIUS ZEITLER einer Kritik unterzogen worden.¹ Auf die Kritik WUNDTs (an der ersten der angeführten Stellen) antworteten ERDMANN und DODGE in dem Aufsatz: Zur Erläuterung unserer tachistoskopischen Versuche.² Mit der

cfr. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 25, 254.) Die Annahme der Empfindungslosigkeit des Auges während der Augenbewegungen ist falsch. Doch ist ein Lesen während der Augenbewegungen nicht möglich. Es wird die Wahrnehmung verschiedenartiger weisser und farbiger Gesichtsrize während der Bewegung untersucht.

3. Die erwähnte Arbeit von DODGE und CLINE (cfr. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 27, 119). Die mit Hilfe der Photographien erhaltenen Werte für die Geschwindigkeit der Augenbewegungen stimmen gut mit den von ERDMANN und DODGE benutzten Zahlen überein.

4. Five Types of Eye Movements in the Horizontal Meridian Plane of the Field of Regard (*American Journal of Physiology* 8, 307—329; cfr. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 33, 137). Hier werden auf Grund der erwähnten Photographien fünf Typen von Augenbewegungen festgestellt. Für das Lesen kommen die schnellen Bewegungen in Betracht, welche einen exzentrischen Netzhautreiz auf das Sehzentrum bringen. Sie gehören zum Typus I, und auf diesen beziehen sich die in 1, 2 und 3 festgestellten Resultate.

¹ WUNDT: Zur Kritik tachistoskopischer Versuche, *Philos. Studien*, erster Artikel 15, 1899, 287—317; zweiter Artikel 16, 1900, 61—71; ferner *Völkerpsychologie I.*: Die Sprache, 1., 1900, S. 530 folg. und *Grundzüge der Physiologischen Psychologie*, fünfte Auflage, 1903, 3, 611f.

ZEITLER: Tachistoskopische Untersuchungen über das Lesen. *Philos. Studien* 16, 380—465.

² EBBINGHAUS-KÖNIG: *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 22, 1899, 241—267.

Arbeit ZEITLERS beschäftigt sich R. DODGE in der *Psychological Review*.¹ Schliesslich ist noch eine Fussnote von B. ERDMANN zu erwähnen, die sich in Teil V der „psychologischen Grundlagen der Beziehungen zwischen Sprechen und Denken“ findet.²

Die Entscheidung über die strittigen Punkte scheint mir auf experimentellem Wege möglich zu sein. Durch die im folgenden zu besprechenden Versuche, die teils im psychologischen Seminar der Universität Bonn, teils im Laboratorium des Realgymnasiums zu Remscheid ausgeführt wurden, hoffe ich zur Entscheidung der wichtigsten der in Betracht kommenden Fragen einen Beitrag zu liefern.³ Mir scheinen allerdings auch die in Kapitel VI⁴ der Untersuchungen von ERDMANN und DODGE veröffentlichten Beobachtungen die Wichtigkeit der Wortform zu beweisen. Darf man aber der gröberen Wortform den von ERDMANN und DODGE behaupteten Einfluß zuschreiben, so ist die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen, die WUNDT machen zu müssen glaubte, unnötig.

Doch hiervon später. Vorerst müssen wir zwei Fragen behandeln, von denen die erste lediglich die tachistoskopischen Methoden betrifft, die zweite vielleicht von weiterreichender Bedeutung ist. Es handelt sich um den Einfluß der Adaptation bei tachistoskopischen Versuchen und um die Mitwirkung der Nachbilder⁵ beim Lesen.

Der Einfluß der Adaptation bei tachistoskopischen Versuchen.

Da ich bei meinen Versuchen häufig das Tachistoskop von ERDMANN und DODGE⁶ benutzt habe, muß ich mich vor der

¹ Vol. VIII, 1901, S. 56–60: *The Psychology of Reading*.

² *Archiv für systematische Philosophie* 7, 1901, 147.

³ Die Versuche in Bonn wurden im Sommersemester 1903 und im Wintersemester 1903/04 angestellt, die in Remscheid in den dazwischen liegenden Ferien.

⁴ S. 141–163.

⁵ Gemeint sind hier und im folgenden immer nur die Nachbilder im gebräuchlichen, engeren Sinne des Wortes, nicht aber jene oft sinnlich lebhaften Nachwirkungen, die man zuweilen als zentrale Nachbilder bezeichnet. Letztere stellen Leistungen des visuellen Gedächtnisses dar und sind als solche für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung in Anrechnung zu bringen.

⁶ Dessen Beschreibung siehe ERDMANN und DODGE, *Psych. Unt. über d. Lesen*, Kap. III, S. 94–115.

Kritik rechtfertigen, die WUNDT an diesem Apparate geübt hat. Zwar sind die gegen den Apparat in dem ersten Artikel¹ gerichteten Bedenken in der erwähnten Erläuterung² zurückgewiesen worden. Doch hat WUNDT seine Einwürfe in dem zweiten Artikel³ erneuert und erweitert: „Die Adaptation ist ein Gesamtzustand der Netzhaut: sie ist von dem Beleuchtungszustand der ganzen Netzhaut abhängig, so jedoch, daß daran die peripheren Stäbchenapparate vorzugsweise (nach der Meinung einiger Physiologen sogar ausschließlich) beteiligt sind. Wenn man sich längere Zeit im Dunkeln aufhält, so befindet sich daher die Netzhaut im Zustande der Dunkeladaptation, und dieser Zustand wird nur unwesentlich dadurch gemildert, daß man eine kleine, schwach von reflektiertem Lampenlicht beleuchtete Fläche betrachtet. Umgekehrt, wenn man in diffusem Tageslicht arbeitet, befindet sich die Netzhaut im Zustand der Tagesadaptation; und an diesem Zustand wird dadurch nichts geändert, daß sich in unserer Umgebung gelegentlich dunklere Gegenstände befinden. Ebensowenig tritt natürlich Dunkeladaptation ein, wenn man bei tachistoskopischen Versuchen im Tageslicht die weiße Marke des kleinen schwarzen Schildes fixiert, welche das Objekt verdeckt. Nun gestattete der Apparat den Verff. nur im Dunkeln zu arbeiten, da sie auf die Benutzung des Reflexlichtes einer Lampe zur Beleuchtung ihrer Mattglasplatte angewiesen waren...“⁴ Wir können zusammenfassen: Die beleuchtete Mattglasplatte des Tachistoskopes von ERDMANN und DODGE genügt nicht, um Helligkeitsadaptation zu bewirken, das „kleine schwarze Schild“ mit der weißen Marke am WUNDTschen Apparat ruft keine Dunkeladaptation hervor; denn die Adaptation ist nach diesen Ausführungen WUNDTs ein Gesamtzustand der Netzhaut. —

Dagegen ist folgendes einzuwenden. Es gibt ebensogut eine partielle, wie eine totale Netzhautadaptation, und zwar kann die partielle Adaptation eine sehr ausgesprochene sein. Dies beweisen die negativen Nachbilder, die eine weiße Figur, wenn sie auf schwarzem Grunde abgebildet ist, oder eine schwarze Figur auf weißem Grunde zu erzeugen vermag. Die negativen Nachbilder entstehen infolge der partiellen Adaptation, indem

¹ *Philos. Studien* 15, 288—307.

² *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 22, 243—254.

³ *Philos. Studien* 16, 65, 68.

⁴ S. 66.

die verschieden adaptierten Netzhautstellen für gleichartiges Licht verschiedene Empfindungen ergeben. Diese Wirkungen lokaler Adaptation sind also sehr kräftige. Sie widerlegen die Ansicht, nach der die Adaptation nur oder vor allem von der Peripherie der Netzhaut ausgehen könne. Negative Nachbilder erhält man für alle Netzhautpartien. Allerdings stellt sich für die Peripherie die Adaptation etwas schneller ein, als für die Netzhautmitte¹; aber das kommt nicht in Betracht, da immer genügende Zeit zur Adaptation vorhanden ist. (Die Annahme, daß die peripheren Stäbchenapparate vorzugsweise, vielleicht ausschließlich, den Adaptationszustand hervorrufen, wird in dem ausführlichen Abschnitte über „Adaptation der Netzhaut und lokale Unterschiede ihrer Erregbarkeit“ in den Grundzügen der physiologischen Psychologie von WUNDT selbst nicht einmal erwähnt.²) Übrigens ist die Mattglasplatte am Tachistoskop von ERDMANN und DODGE $21,5 \times 15,8$ cm groß. Bei dem in Betracht kommenden Abstand des Auges von der Platte von 31 cm werden also Netzhautstellen noch beleuchtet, die weit vom Zentrum entfernt sind, und wenn die Annahme einer Fortpflanzung der Adaptation auf die nicht oder sehr wenig beleuchteten Netzhautstellen nicht ganz verfehlt ist, nimmt sicherlich auch die äußerste Peripherie den Zustand der Adaptation an. Daß der entstehende Adaptationszustand nicht genau dem entspricht, den die Expositionshelligkeit fordern würde, ist selbstverständlich und beabsichtigt. Das, was WUNDT³ gegen diesen beabsichtigten Helligkeitswechsel einwendet, beruht auf einem Mißverständnis, wie man beim Vergleich mit den betreffenden Ausführungen von ERDMANN und DODGE⁴ erkennen wird. Die Differenz besteht tatsächlich zwischen den Augenblicken der Augenbewegung, in welchen das Schwarz der Buchstaben und das Weiß des Hintergrundes in verschwindenden Zeitabständen

¹ Beobachtungen, welche dies zeigen, siehe bei H. EBBINGHAUS: „*Grundzüge der Psychologie*“ 1, 1902, 236.

² Bd. II, S. 171—188.

Die lokale Adaption wird in demselben Abschnitte beschrieben: „Auch können diese (adaptiven Prozesse) in lokal begrenzter Form auftreten, indem sich eine Netzhautstelle z. B. einer auf ihr sich abbildenden dunkeln Fläche adaptiert, indes die übrige Netzhaut im Zustande der Helladaptation verbleibt.“ S. 172.

³ Zweiter Artikel, S. 67.

⁴ Erläuterungen, S. 248.

dieselbe Netzhautstelle treffen, und denen der Ruhepausen, in welchen nur einzelne Netzhautstellen nicht von dem Weiß des Hintergrundes belichtet werden. Diesem Wechsel entspricht der Helligkeitswechsel am Tachistoskop.

Übrigens müßten starke Adaptationsstörungen die Menge des Gelesenen vermindern. Nun überraschen aber die ERDMANN-DODGESchen Versuche zunächst gerade durch die Menge des Gelesenen, wie WUNDT wiederholt hervorhebt. Das objektive Resultat spricht somit gegen das Vorhandensein der Störungen. Da auch subjektiv die charakteristischen Unlustgefühle nicht feststellbar waren, können nur ganz geringe Störungen stattgefunden haben.

Meine Versuche werden von dem Einwande ungenügender Adaptation noch weniger getroffen. Ich war bei einer Reihe von Versuchen gezwungen, die Augen des Lesenden zu kontrollieren, also auch zu beleuchten. Um bei allen Versuchen gleiche Bedingungen zu erreichen, habe ich immer den Lesenden der Beleuchtung einer Gasglühlichtlampe (mit Mattglaskelch) aussetzen müssen, die sich nach vorne über dem Apparat und dem Lesenden befand. Bei dieser Anordnung werden die Netzhautteile, die nicht von der Mattglasplatte belichtet sind, von den Strahlen der Lampe und dem diffusen Lichte des Zimmers getroffen, so daß die Peripherie sicher beleuchtet ist. Der Beleuchtungszustand ist so dem beim Lesen bei Lampenlicht entsprechend; und Lesen bei der Lampe darf jedenfalls als normal angesehen werden.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen künstlichen Lichtarten und dem Tageslicht ist übrigens nicht so groß, daß er die Betonung rechtfertigen könnte, die er bei WUNDT erfährt. Vielmehr hat mir die spektroskopische Beobachtung gezeigt, daß der Unterschied zwischen den Lichtsorten geringer ist, als wir auf Grund der durch Kontrastwirkungen entstehenden Täuschungen zu glauben geneigt sind. Ich habe die Vergleiche an Spektren von Gasglühlicht, Tageslicht, elektrischem Glühlicht und Petroleumlicht angestellt. Die Spektren einer schlecht brennenden elektrischen Glüh- oder Petroleumlampe unterscheiden sich von denen einer gut brennenden mehr, als die der letzteren vom Spektrum des Tageslichtes, wenn man von den FRAUENHOFERSchen Linien absieht, die für die Mischfarbe ohne Bedeutung sind. Zu den Versuchen mit dem Tachistoskop von ERDMANN und

DODGE habe ich Gasglühlicht verwandt, welches in vieler Beziehung dem Tageslicht nahe steht, jedenfalls aber in einer Richtung von diesem abweicht, die der des von ERDMANN und DODGE verwandten Petroleumlichtes entgegengesetzt ist. Ein Einfluß dieser Änderung ist nicht zu konstatieren; nur erlaubt das Gasglühlicht größere Helligkeiten.

Die Adaptationswirkung der dunkeln Platte an dem Falltachistoskop, auf welche ERDMANN und DODGE aufmerksam machten, hält WUNDT für sehr gering. Ich kann dieselbe nur mit Vorbehalt beurteilen, da ich den Apparat nur nach Beschreibung und Figur kenne. Das „kleine schwarze Schild“ mit der weißen (nach ZEITLER¹ grauen) Marke ist nach Text und Figur² sicher 10 cm breit und 8 cm hoch und dürfte so das Gesichtsfeld des innen jedenfalls geschwärzten, schwach vergrößernden Fernrohres³ ziemlich füllen. Den übrigen Teil des Auges bedeckt die meist überstehende Verschlussplatte des Okulars wahrscheinlich mehr oder weniger. Hinzu kommt, daß viele Beobachter die Gewohnheit haben, den Okulartubus mit Daumen und Zeigefinger zu umfassen. So scheint die Helligkeitsadaptation bei dem Falltachistoskop trotz der Tagesbeleuchtung unvollkommen zu sein. Sicher schwankt der Adaptationszustand je nach der größeren oder geringeren Entfernung des Auges vom Okular in unkontrollierbarer Weise. Deshalb glaube ich das Tachistoskop von ERDMANN und DODGE, bei welchem jedenfalls Konstanz der Adaptationsbedingungen leicht erreichbar ist, vorziehen zu müssen. Ich habe indessen durch Leseversuche bei Funkenbeleuchtung, die teils bei Helligkeits-, teils bei Dunkeladaptation ausgeführt wurden, die Überzeugung gewonnen, daß der Einfluß dieser Unterschiede der primären und reagierenden Helligkeiten recht gering ist und will daher auf obige Mängel des Falltachistoscopes nur wenig Gewicht legen. Für bedenklicher halte ich die Abwärtsbewegung der Schirme und des Fixationspunktes, besonders bei längeren Expositionen. Überdies beginnt erst ein Zeiteilchen nach dieser Bewegung des Fixationspunktes die Exposition. Vielleicht ist durch diese Bewegung der

¹ A. a. O. S. 381.

² Ebendasselbst S. 380, 381, sowie WUNDT, *Völkerpsychologie* I, 1 S. 528 bis 530 und *Grundzüge der Physiologischen Psychologie* III, S. 357—358.

³ ZEITLER: a. a. O. S. 382. WUNDT: *Völkerpsychologie* I, 1 S. 530. *Grundzüge der Physiologischen Psychologie* Bd. III, 358.

Eindruck von Aufmerksamkeitswanderungen hervorgerufen worden. Denn die Verschiebung des Punktes, auf den sich naturgemäß die Aufmerksamkeit mehr oder weniger scharf richtet, hat offenbar die Tendenz einer Störung der Aufmerksamkeitsverteilung, auch wenn diese Störung nicht in der Expositionszeit selbst, sondern erst später eintritt. Es ist augenscheinlich, daß auf Grund einer solchen Störung leicht die Täuschung von Aufmerksamkeitsverschiebungen während der Expositionszeit entstehen kann.

Über die Mitwirkung der Nachbilder beim Lesen.

Weder beim gewöhnlichen Lesen, noch bei Beobachtungen am Tachistoskop oder bei Funkenbeleuchtung war für uns eine Mitwirkung der Nachbilder beim Erkennen feststellbar. Bei den Versuchen mit Funkenbeleuchtung ohne reagierendes Licht blieb zwar ein Nachbild der ganzen beleuchteten Fläche, aber in dieser waren nie mehr einzelne Buchstaben zu erkennen. Diese Beobachtung wird erklärt durch die weiter unten anzugebenden Resultate.

Zunächst mögen noch die Beobachtungen angeführt werden, die wir bei der Vergleichung der Nachbilddauer verschiedener Lichtarten machten. WUNDT legt, wie schon erwähnt, auf die Bedingung großes Gewicht, daß Leseversuche bei Tageslicht auszuführen seien.¹ Allgemein ist hiergegen, neben dem schon Gesagten, zu erwähnen, daß künstliche Beleuchtung viel sicherer eine Konstanz² der Versuchsbedingungen erreichen läßt. Konstante Beleuchtungsstärke und Richtung ist bei Tageslicht überhaupt nicht erreichbar, und so kommt zu der oben erwähnten Inkonstanz der Adaptationsverhältnisse am Falltachistoskop noch die der Beleuchtungsstärke und Richtung hinzu. Auch die Farbe des Tageslichtes ist nicht unveränderlich; in einem geschlossenen Raume hängt sie wesentlich von der Farbe der jeweils am stärksten beleuchteten Flächen ab.

An der ersten der angeführten Stellen bezeichnet WUNDT als einen der Vorteile der Tagesbeleuchtung die kürzeste Nach-

¹ Zur Kritik . . ., erster Artikel S. 296, zweiter Artikel S. 65.

² OSKAR MESSMER arbeitete am WUNDTschen Falltachistoskop bei künstlicher Beleuchtung, um den Helligkeitswechsel der Tagesbeleuchtung zu vermeiden. (Zur Psychologie des Lesens bei Kindern und Erwachsenen. *Archiv für die gesamte Psychologie* 2, 196).

bildwirkung. Wir konnten Unterschiede in der Nachbilddauer der verschiedenen in Betracht kommenden Lichtsorten nicht feststellen. Selbst Gasglühlicht und das Licht eines gewöhnlichen Gasflachbrenners, also Lichtarten, zwischen denen das Tageslicht in bezug auf seine Farbe steht, gaben keine feststellbaren Unterschiede. Da die Messung der Nachbilddauer infolge der Komplikationen des Nachbildverlaufes schwierig und unsicher ist, wurden die Versuche so angestellt, daß zwei Lichtarten von gleicher Intensität gleichzeitig zur Wirkung kamen. Von Spalten, die mit den verschiedenen Lichtern beleuchtet waren, wurden Bilder in wechselndem Abstand auf einem mattweißen, durchscheinenden Schirme von Pausleinwand entworfen. Diese Bilder wurden von schwarzen oder grauen Papierschirmen bedeckt. Die letzteren hatten in der Mitte eine Öffnung zur Fixation und symmetrisch dazu zwei größere, verschieden geformte Öffnungen von wechselnder Entfernung. Man konnte den dunkeln Schirm so anbringen, daß die Fixationsöffnung von einer beliebigen der Lichtquellen beleuchtet war, während die beiden symmetrischen Öffnungen Licht von den zu vergleichenden Spalten empfangen. Durch den Wechsel der Beleuchtung des Fixationspunktes, sowie der Lichtquellen, durch Variation des Abstandes und der Form, sowie der Lage der erleuchteten Öffnungen war die Kompensation von Verschiedenheiten der getroffenen Netzhautstellen erreichbar. Das Auge des Beobachters erhielt eine feste Lage. Gesehen wurde nur mit einem Auge. Die Gleichheit der Intensität der Lichtarten wurde durch Verschiebung der Lichtquellen auf einer optischen Bank erzielt, wobei zu beachten war, daß keine Bilder der Lampen auf dem Schirme entstanden, was z. B. bei der Struktur der Glühstrümpfe die Gleichmäßigkeit der Färbung der Bilder gänzlich aufheben konnte. Die Bilder mußten vielmehr von den Spalten herrühren. Intensitätsvergleiche verschiedenfarbigen Lichtes kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus geschehen. Der physikalische Maßstab einer Messung der Energiemengen ist für unsere Zwecke bedeutungslos, da die Empfindungsintensität von Lichtstrahlen gleicher Energie, aber verschiedener Wellenlänge sehr verschieden ist. Auch war für uns eine solche Vergleichung unausführbar. Eher könnte man an eine Messung der chemischen Wirkungen denken. Allein abgesehen von den sich entgegensetzenden experimentellen Schwierigkeiten wäre eine solche Vergleichung unmöglich, da

die chemischen Wirkungen verschiedener Farben auf verschiedene belichtete Substrate einander nicht proportional sind. So bleibt nur die einfache Abschätzung, und diese ist, trotz der ihr anhaftenden Mängel, bei der geringen, allerdings beim Vergleich durch Kontrast anfangs vergrößerten Farbendifferenz ganz gut möglich.

Die Versuche wurden noch in der Richtung variiert, daß die Belichtungsdauer in weiten Grenzen verändert wurde (von $\frac{1}{2}$ bis 20 Sek.), daß die Lichtintensität der beiden Öffnungen verschiedene Werte erhielt (sie wurde auf das etwa zehnfache eines Anfangswertes gebracht durch Verschiebung der Spalte, Linsen und Lichtquellen), und daß der Beleuchtungszustand des Zimmers gewechselt wurde. Es wurde experimentiert bei völliger Verdunklung, wechselnder Tages-, Gasglühlicht- und elektrischer Glühlichtbeleuchtung. Die Augen wurden nach der Belichtung geschlossen oder auf weiße, graue oder schwarze Flächen gerichtet. Der Erfolg war immer der, daß die Verschiedenheit der Farben im Nachbild sehr schnell abnahm, und daß beide Nachbilder sich ganz analog verhielten in Wechsel und Mannigfaltigkeit der Färbung, der Intensität und der Gestalt. Darin, daß dieses gleichartige Verhalten auch von den negativen Nachbildern gilt, wird man einen Beweis für die Gleichartigkeit der Adaptationswirkungen so wenig verschiedener Farbennuancen erblicken müssen.

Auf Grund dieser in mehrfacher Richtung stark variierten Versuche glaube ich schliessen zu dürfen, daß auch bei den kurzen Belichtungszeiten und den verschiedenen Intensitätsverhältnissen der Expositions- und reagierenden Beleuchtungen am Tachistoskop die geringe Farbendifferenz zwischen Tages- und künstlichem Licht ohne Bedeutung ist für etwa entstehende Nachbilder. Wenn die tägliche Erfahrung uns geneigt macht, allen künstlichen Lichtarten größere Nachbildwirkungen zuzuschreiben als dem Tageslicht, so ist das darauf zurückzuführen, daß bei künstlicher Beleuchtung die Helligkeitsdifferenzen, die uns überall entgegentreten, weit größere sind, daß es mehr dunkle Flächen gibt, auf denen sich die Nachbilder gut entwickeln können.

Wenn die untersuchten, wenig verschiedenen Lichtarten eine weitgehende Gleichartigkeit der Nachbildwirkungen aufwiesen, so steht dies in keinem Widerspruch zu den Beobachtungen

über das verschiedene Verhalten von Farben, die weiter auseinander liegen. Die von Plateau gemachte Annahme, daß die Dauer der Nachbildphasen für verschiedene Farben verschieden sei, ist nicht anzuzweifeln, da sie durch alle Beobachtungen gesichert wird.¹

Daß die Nachbilder das Erkennen von Gegenständen wesentlich erleichtern, die nur für Bruchteile von Sekunden sichtbar sind, scheint schon die Erfahrung unwahrscheinlich zu machen, die man über die Form von Blitzen gemacht hat. Nächtliche Blitze erzeugen recht starke Nachbilder, so daß man, wollte man die Nachbilddauer zur Beleuchtungsdauer addieren, bedeutende Zeiten erhalten würde. Trotzdem ist man über die genauere Form der Blitze erst sicher orientiert, seitdem man Photographien derselben hat herstellen können.

Eine Entscheidung darüber, ob und zu welchem Teil die Nachbilddauer zur Expositionszeit gerechnet werden darf, ist nur durch Analogieschlüsse zu gewinnen, da für die direkte Beobachtung am Tachistoskop kein Nachbild wahrnehmbar ist. Die Reizwirkung muß also erhöht werden und zwar in einer Weise, die die Bedingung für die Nachbildentwicklung nur so verändert, daß die Nachbilder möglichst den Charakter behalten, den sie eventuell am Tachistoskop haben müßten. Verlängert man die Reizdauer wesentlich, ohne die Intensität zu erhöhen, so entstehen im mäßig erleuchteten Zimmer leicht negative Nachbilder. Erhöht man die Intensität wesentlich bei kleiner Expositionszeit, so treten das Abklingen der Empfindung und positive Nachbilder mehr hervor. Ich habe Versuche von beiderlei Art ausgeführt und beginne mit der Beschreibung der ersten Versuchsanordnung.

Auf einer optischen Bank befand sich verschiebbar die Lichtquelle, meist eine Gasglühlichtlampe oder ein Flachbrenner. Von derselben wurde eine Mattglasplatte beleuchtet. Auf letztere wurde ein Blatt schwarzes Papier mit zwei Öffnungen von je 2 cm im Quadrat aufgeklebt. Mitten zwischen beiden befand sich eine kleine Öffnung zur Fixation. Vor diesem Schirm

¹ Hierzu, wie zum Folgenden cfr. HELMHOLTZ: Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl. 1896, S. 503—537, besonders 521 u. folg.; ferner WUNDT: Grundzüge der Physiologischen Psychologie Bd. II, S. 188—207, besonders S. 189—190. In beiden Werken findet man die in Betracht kommende Literatur von PLATEAU, FECHNER, HESS usw.

konnte eine Kamera so aufgestellt werden, daß der Beobachter mit Hilfe eines Tuches sich vor allem Licht, außer dem jener Öffnungen, schützen konnte, falls die Nachbilder im Dunkeln beobachtet werden sollten. Bei Beobachtung im hellen Zimmer war nur ein Statif angebracht, um eine feste Kopfhaltung zu ermöglichen. In einem der beiden Quadrate wurde nun ein Streifen schwarzen Papiers von verschiedener Größe auf die Mattglasplatte geklebt. Bei anderen Versuchen fiel das größere Papier mit den drei Öffnungen fort, und es blieb nur der schwarze Streifen, der dann auch zur Fixation diente. Als reagierendes Licht wurde eine mehr oder weniger beleuchtete weiße Wand benutzt. Die Belichtungszeit des Auges variierte von 1 bis 31 Sek., je nach der Intensität; die Lichtstärke wurde von einem unteren Werte an verneunfacht. Der Papierstreifen war meist 5 mm lang und $\frac{1}{2}$ mm breit; doch wurden auch größere und kleinere Streifen gebraucht.

Der Erfolg war bei allen Versuchsanordnungen, im hellen wie im dunkeln Raume, daß der Streifen aus dem Nachbild bald verschwand, während dieses noch fort dauerte. Je schmaler der Streifen, um so schneller wurde er vernichtet; das Leuchten schien von allen Seiten in ihn hereinzuströmen. Das zeigte sich bei Nachbildern jeden Charakters. Bei den Versuchen mit den beiden quadratischen Öffnungen wurden die Nachbilder der beiden Quadrate bald nach dem Aufhören der Belichtung ununterscheidbar ähnlich. Am deutlichsten war die Erscheinung bei einer Entfernung der Gasglühlichtlampe vom Schirme von 60 cm und einer Fixation von etwa 2 Sekunden.

Bei einer weiteren Versuchsreihe war eine Reihe von Papierstreifen nebeneinander angebracht, den senkrechten Linien der Buchstaben im Abstände etwa entsprechend. Im Nachbild verschwanden die einzelnen Streifen sehr schnell, während ein Fleck, der dem Gesamtbild des Streifenkomplexes ungefähr entsprach, im Nachbild länger fort dauerte. Es erscheint daher möglich, daß am Tachistoskop im Nachbild, wenn ein solches überhaupt zur Wirkung kommt, die „gröbere Gesamtform“ wirksam bleibt und das Erkennen erleichtert. Immerhin kann diese Wirkung nur eine geringe sein, da die bald eintretenden Komplikationen des Nachbildes in bezug auf Farbe und Form sie beeinträchtigen. Meist verschwindet auch der Streifen noch vor dem Nachbilde.

Entsprechend waren die Ergebnisse bei grosser Intensität und Funkenbeleuchtung. Es wurde der Öffnungsfunke eines Induktoriums mittlerer Grösse verwandt. Die primäre Stromstärke betrug 7 Ampères. Der Funke schlug zwischen einer Kugel von 3 cm Durchmesser und einer Spitze über. Die Funkenlänge war 9 bzw. 6 mm. Die Klemmen der sekundären Spule waren bei den Funken von 9 mm Länge mit einer Leidenerflasche von 15 cm Beleghöhe und 10 cm Durchmesser, bei den Funken von 6 mm mit einer Batterie von 4 Flaschen, 28 cm Beleghöhe und 13 cm Durchmesser verbunden. Eine Mattglasplatte, die zu den verschiedenen Versuchen ähnlich mit Streifen usw. beklebt wurde, wie dies bei den geschilderten Experimenten geschah, war 4 cm von der Funkenstrecke entfernt aufgestellt. Der Abstand des Auges von der Platte betrug meist 40 cm. Die Helligkeit des Zimmers wurde variiert. Die Erscheinungen änderten mit derselben vor allem ihre Farbe, waren auch im Hellen von kürzerer Dauer. Am zweckmässigsten für die Betrachtung war eine fast völlige Dunkelheit. Die angewandten Funken waren sehr kräftig, besonders beim Gebrauch der Batterie von 4 Flaschen.

Zunächst befand sich auf der Mattglasplatte ein schwarzer Streifen von 1 cm Länge und 1 mm Breite. Nach dem Funken gleicht zunächst das Bild dem Eindruck, d. h. der schwarze Strich erscheint in einem sehr hellen Felde von etwa 4 cm Durchmesser, welches nach aussen in ein schwächer beleuchtetes Feld übergeht. Aber sofort beginnt das helle Feld sich mit grosser Geschwindigkeit zu verengern, wobei der schwarze Strich verschwindet. Die Helligkeit scheint in der Mitte zusammenzuströmen und im Mittelpunkte zu verschwinden, so daß Dunkelheit entsteht. Dann erscheint, von der Mitte her sich ausbreitend, wieder ein helles Feld, natürlich schwächer als das erste und ohne schwarzen Strich. Weitere Perioden in der Nachbilderscheinung sind nicht so leicht feststellbar. Deutlich treten Farbenunterschiede im Nachbild besonders während der zweiten Helligkeitsperiode auf. Die Beschreibung bezieht sich auf das verdunkelte Zimmer. Im erleuchteten Raume tritt an Stelle der Phase der Dunkelheit die einer schwachen Umfärbung, als Folge der oben erwähnten Unterschiede in den Nachwirkungen der einzelnen Farben. Übrigens ist dies erste Intervall der Dunkelheit sehr deutlich, wenn auch ein schwacher Lichtschein zurück-

bleiben mag. Wurde der Streifen von 1 cm Länge und 1 mm Breite durch einen solchen von 0,5 cm Länge und 0,5 mm Breite ersetzt, so war die Sichtbarkeit der Linie fast nur momentan. Trotzdem ist dieser Streifen grösser als die grossen Striche der von ERDMANN und DODGE gelesenen Buchstaben. Bei Streifenkombinationen entsprachen die Beobachtungen im wesentlichen denen bei geringerer Intensität und längerer Belichtung. Deutlich trat hervor, daß durch das Zuströmen des Lichtes die matten Streifen im Nachbild, die durch eine Reihe paralleler Linien von geringem Abstand erzeugt wurden, während des Verlaufs der Erscheinung sich nicht geometrisch ähnlich blieben, so daß der Wert solcher Streifen für das Erkennen von Wörtern auf Grund der gröberen Wortform nur gering sein kann.

Wenn man von der Komplikation durch die schwarzen Streifen absieht, so sind derartige Nachbilderscheinungen längst bekannt. Die Periodizität des Vorganges hat schon PLATEAU mit Nachdruck hervorgehoben.¹ FECHNER betrachtet die oszillatorische Form im Ablaufe der Nachbilder als die wesentliche Form derselben, „wobei die erste Phase leicht wegen zu grosser Schnelligkeit, mit der sie vorübergeht, die letzten wegen zu grosser Schwäche oft nicht wahrgenommen werden.“² Daß nicht belichtete Netzhautpartien ansehnliche Lichtwirkungen vermitteln, ist ebenfalls bei manchen Phänomenen festgestellt und durch C. HESS' Untersuchungen hervorgehoben worden.³ Derselbe Beobachter hat die mannigfaltigen Farbeffekte bei Nachbildern an Spektren untersucht.⁴ Daß allerdings die Einzelheiten der Vorgänge noch unsicher sind, ist bei der Komplikation der Erscheinungen erklärlich, für uns aber ohne Bedeutung. Ich glaube auf Grund meiner Erfahrungen annehmen zu dürfen, daß selbst die erste Phase des Prozesses, das Abklingen, oder die „unmittelbare Nachwirkung“, wie WUNDT sagt⁵, nur teilweise zur Expositionszeit gerechnet werden darf, wenn anders die Analogieschlüsse berechtigt sind, die sich zwar auf von den zu erschliessenden Vor-

¹ POGGENDORFS Annalen, XXXII S. 550.

² Elemente der Psychophysik, 2. Aufl. II. Teil, S. 309.

³ Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.: Zur Kenntnis des Ablaufs der Erregung im Sehorgan, 27, (1902), 1—17, besonders 3.

⁴ Untersuchungen über die nach kurzdauernder Reizung des Sehorganes auftretenden Nachbilder. Pflügers Archiv 49, (1891), 190.

⁵ Zur Kritik . . ., Artikel I, S. 307.

gänge wesentlich verschiedene, aber nach verschiedenen Richtungen liegende Reihen von Erscheinungen stützen. Die Annahme, daß die Nachbildphänomene neben anderen Änderungen an Intensität und Dauer mit der Stärke und Wirkungszeit der Reize abnehmen, ist aber für alle beobachtbaren Fälle soweit gesichert, daß sie auch für diejenigen festgehalten werden muß, die sich der Beobachtung entziehen. Es darf daher vielleicht als wahrscheinlich gelten, daß die durch die Nachwirkungen hervorgerufene Verlängerung der Sichtbarkeitsdauer von Buchstaben bei Expositionen am Tachistoskop durch die Zeit ungefähr ausgeglichen wird, welche vom Beginn der Exposition infolge der Trägheit des nervösen Apparates in Abzug zu bringen ist.¹ Jedenfalls erscheint die WUNDTsche Schätzung der Sichtbarkeitsdauer bei den Expositionen von ERDMANN und DODGE auf 0,25 Sek., ja vielleicht die der Beobachter auf 0,15 Sek. als zu hoch, wenn man die durch letztere ausgeführte Bestimmung der Zeit des Abklingens² berücksichtigt, und nur einen Teil dieser Zeit in Anrechnung bringt. Versuche, jenen Bruchteil zu bestimmen, scheinen mir sehr schwierig und unsicher zu sein, sowohl wegen der Kleinheit der Zeiten, als der Schwierigkeit, Zeitpunkte für den Abschluß der betreffenden Phasen anzugeben. Mir sind Beobachtungen über diese Frage, trotz der Anwendung sehr starker Funken, nicht gelungen.

Bei den angeführten Versuchen beobachteten, wie bei allen in Remscheid ausgeführten, S. BECHER und E. BECHER. Die angeführten Resultate erfordern also eine Einschränkung, da in bezug auf Nachbildwirkungen nicht geringe individuelle Verschiedenheiten zu bestehen scheinen. Doch mag erwähnt werden, daß wir uns durch zahlreiche vergleichende Beobachtungen überzeugt haben, Nachbilderscheinungen von mehr als durchschnittlicher Dauer und Intensität bei uns wahrzunehmen.

Bemerkungen zur Terminologie von ERDMANN und DODGE und von WUNDT und ZEITLER.

Die bedauerliche Uneinigkeit in bezug auf die Bedeutung, die man mit dem Worte Apperzeption verbindet, würde mich

¹ Daß das Ansteigen der Netzhauterregungen Zeiten bis zu mehr als $\frac{1}{4}$ Sek. bei weißem Licht erfordern kann, hat E. DÜRR in der Arbeit gezeigt: Über das Ansteigen der Netzhautempfindungen, WUNDTs *Philosophische Studien* 8, 1903, 215 f.

² Erläuterungen . . . S. 253—254.

nicht veranlassen, die folgenden Zeilen einzuschieben, wenn nicht die verschiedene Anwendung des Wortes zu Mißverständnissen in der Arbeit ZEITLERS geführt hätte. ZEITLER verwendet überall WUNDTs Sprachgebrauch; findet er bei ERDMANN und DODGE den Ausdruck „Apperzeption“, so verbindet er mit diesem immer die WUNDTsche Bedeutung, obwohl ERDMANN und WUNDT gänzlich verschiedene Begriffe mit dem Worte Apperzeption bezeichnen.¹ So beruhen ausgedehnte polemische Ausführungen ZEITLERS² lediglich auf Mißverständnissen.

Nach ERDMANN ist die „apperzeptive Reproduktion eine unselbständige; sie ist dadurch charakterisiert, daß die (durch den Reiz)erregten Residuen (früherer gleichartiger Wahrnehmungen) nicht selbständige Komponenten unseres Wahrnehmungsinhaltes bilden, sondern daß sie als apperzeptive Komponenten der Wechselwirkung mit den perzeptiven Reizkomponenten zu dem Wahrnehmungsganzen verschmelzen“.³ Der Vorgang einer apperzeptiven Reproduktion vollzieht sich physiologisch so, daß die Reizkomponente mit den residualen Elementen früherer gleichartiger Reize zu einer Resultante sich zusammensetzt; der Resultante entspricht ein psychischer Vorgang, in welchem Reiz- und Residualkomponente ebenso zu einem einheitlichen Ganzen verschmolzen sind, wie in den Bewegungsvorgängen des physiologischen Prozesses Reiz und Residualkomponente zur Resultierenden verschmelzen. Von der Residualkomponente gehen die eventuell auftretenden assoziativen oder selbständigen Reproduktionen aus.⁴ Dieser Apperzeptionsvorgang vollzieht sich z. B. auch bei jeder optischen Wahrnehmung eines entwickelten Menschen, mag diese Wahrnehmung eine aufmerksame sein oder nicht. Nach ERDMANN und DODGE ist daher das Wahrnehmen der Buchstaben und Wörter selbstverständlich immer ein Apperzeptionsvorgang. ZEITLERS Satz: „ERDMANN hat wegen seiner hohen Expositionszeit kein Recht, die bei seinen Versuchen

¹ Psychol. Unters., S. 180. Die Abweichung von WUNDT wird von ERDMANN und DODGE mehrfach erwähnt. (Psychol. Unters. S. 145—146.)

² A. a. O. S. 439.

³ Psychol. Unters. S. 180.

⁴ Psychol. Unters. S. 180 oder ERDMANN: Die psychologischen Grundlagen der Beziehungen zwischen Sprechen und Denken, *Archiv für systematische Philosophie* 2, (1896), 3 (1897), 7 (1901) an zahlreichen Stellen, vor allem 3 S. 156f.

wirkende Reproduktion als eine apperzeptive zu bezeichnen . . .“, beruht somit auf einem Mißverständnis, da bei jeder optischen Wahrnehmung apperzeptive Reproduktionen in ERDMANN'S Sinn mitwirken.¹

In bezug auf die Trennung der Apperzeptionsmasse, d. h. der Residualkomponente, in eine solche im engeren und im weiteren Sinne verweise ich auf die zitierten Arbeiten ERDMANN'S. Hier kommt diese Scheidung nicht in Betracht.

Gehen wir nun zu WUNDT'S Terminologie über, so kann es nicht unsere Aufgabe sein, die ausführlichen Darlegungen WUNDT'S über die Apperzeption zu reproduzieren. Wir müssen uns darauf beschränken, die für uns als wesentlich erscheinenden Punkte hervorzuheben. Die ausführliche Behandlung findet sich im dritten Bande der Grundzüge der Physiologischen Psychologie.² Für WUNDT „sind Aufmerksamkeit und Apperzeption Ausdrücke für einen und denselben Tatbestand. Den ersten dieser Ausdrücke wählen wir vorzugsweise, um die subjektive Seite dieses Tatbestandes, die begleitenden Gefühle und Empfindungen, zu bezeichnen; mit dem zweiten deuten wir hauptsächlich die objektiven Erfolge, die Veränderungen in der Beschaffenheit der Bewusstseinsinhalte an. Der gesamte Tatbestand, . . . , läßt sich aber wieder in folgende Teilvorgänge zerlegen: 1. Klarheitszunahme einer bestimmten Vorstellung oder Vorstellungsgruppe, verbunden mit dem für den ganzen Prozeß charakteristischen Tätigkeitsgefühl, 2. Hemmung anderer disponibler Eindrücke oder Erinnerungsbilder, 3. muskuläre Spannungsempfindungen mit daran gebundenen das primäre Gefühl verstärkenden sinnlichen Gefühlen, 4. verstärkende Wirkung dieser Spannungsempfindungen auf die Empfindungsinhalte der apperzipierten Vorstellung durch assoziative Miterregung. Von diesen vier Teilvorgängen sind jedoch nur der erste und der zweite wesentliche Bestandteile eines jeden Apperzeptionsvorganges.“³ WUNDT spricht von einem inneren Blickfeld des Bewusstseins und vom inneren Blickpunkte der Aufmerksamkeit in übertragenem Sinne. „Den Eintritt einer Vorstellung in das innere Blickfeld wollen wir Perzeption, ihren

¹ A. a. O. S. 439.

² Man vergleiche ferner WUNDT, Völkerpsychologie I, 1543 f., und Grundriss der Psychologie (1896) S. 245 f.

³ Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 341.

Eintritt in den Blickpunkt die Apperzeption nennen.“¹ „Ist die Apperzeption von Anfang an von dem subjektiven Gefühl der Tätigkeit begleitet, so bezeichnen wir sie als eine aktive; geht dagegen dieses Gefühl erst aus einem ursprünglich vorhandenen entgegengesetzten Gefühl des Erleidens hervor, so wollen wir sie eine passive nennen. . . . Die aktive Apperzeption ist daher im allgemeinen eine durch die Gesamtlage des Bewusstseins vorbereitete, die passive ist in der Regel eine unvorbereitete. In ihrer Beziehung zu den sie bedingenden Vorstellungen unterscheiden sich beide Apperzeptionsformen dadurch, daß uns bei der passiven die Vorstellung selbst als die Ursache ihrer Apperzeption erscheint, während sich uns bei der aktiven jener vorausgehende Zustand mit dem Gefühl der Tätigkeit als eine Gesamtursache aufdrängt, die wir unmittelbar zunächst nur in der Form jenes Gefühles wahrnehmen und höchstens durch eine nachträglich sich anschließende Reflexion in einzelne Komponenten zerlegen können.“² Die Annahmen WUNDTs in bezug auf die Lokalisation der Apperzeption und hinsichtlich der Beziehungen von Apperzeption und Willen kommen für uns nicht in Frage.

Wir können also zu der Darlegung dessen übergehen, was WUNDT unter Assimilation versteht. „Sie findet dann statt, wenn durch ein neu in das Bewußtsein eintretendes Gebilde frühere Elemente erneuert werden, so daß diese sich mit jenem zu einem einzigen simultanen Ganzen verbinden.“³ Am augenfälligsten tritt diese Bildungsweise bei den Vorstellungen dann hervor, wenn die assimilierenden Elemente durch Reproduktion, die assimilierten durch einen unmittelbaren Sinneseindruck entstehen.“⁴ Aus den Zitaten geht hervor, wie nahe die Begriffe der apperzeptiven Reproduktion ERDMANNs und der Assimilation WUNDTs verwandt sind. Über die Konsequenzen des Ausgeführten für die Darstellung der Vorgänge beim Lesen wird weiter unten zu sprechen sein.⁵

¹ Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 333.

² Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 334.

³ Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 528.

⁴ Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 529.

⁵ Über Assimilation vergl. Grundzüge der Physiologischen Psychologie Bd. III, S. 528—535, Grundriss der Psychologie, S. 267f. und Völkerpsychologie I, 1, S. 540f.

Die Frage nach der Möglichkeit von Aufmerksamkeitswanderungen in kurzen Zeiten.

Die Resultate, welche ERDMANN und DODGE bei ihren Versuchen über das Lesen von einzeln exponierten Wörtern bei einer Expositionszeit von 100 σ fanden, erscheinen überraschend durch die Menge des Gelesenen, im Vergleich zu den Erfolgen von Expositionen sinnloser Buchstabenreihen. Dafs bis 22 Buchstaben in Wörtern der Umgangsprache oder der geläufigen wissenschaftlichen Terminologie bei einer Exposition gelesen werden, fordert in der Tat eine Erklärung um so mehr, als in sinnlosen Buchstabenreihen nur 4 bis 5 Buchstaben gelesen werden. Dieser Erklärung ist das sechste Kapitel der Arbeit von ERDMANN und DODGE gewidmet. Die von den Verfassern dargelegten und durch eine Reihe von Experimenten gestützten Annahmen scheinen WUNDT durchaus unzulänglich. Nach seiner Auffassung erkennt „jedermann, der in Versuchen dieser Art einige Erfahrung hat, ohne weiteres, dafs eine derartige Leistung, das Lesen eines Wortungeheuers von 19 bis 22 Buchstaben, ohne Wanderungen der Aufmerksamkeit absolut ein Ding der Unmöglichkeit ist. Ja für ein Wort von solcher Länge genügt schwerlich eine einmalige Wanderung, sondern es ist wahrscheinlich ein zweimaliger Wechsel der Aufmerksamkeit erforderlich gewesen.“¹ Die grofse Menge des Gelesenen wird also von WUNDT durch Aufmerksamkeitswanderungen erklärt, welche bei Expositionen von $\frac{1}{10}$ Sekunden stattfinden sollen. Dieselbe Auffassung hat WUNDT in der Völkerpsychologie² ausgesprochen. In dem zweiten Artikel seiner Kritik tachistoskopischer Versuche schränkt WUNDT seine Annahme dahin ein, „dafs der Aufmerksamkeitswechsel infolge der Erleichterung der Assimilationen kein so bedeutender zu sein braucht. . . .“³ Ebenso tritt die Hypothese eines Aufmerksamkeitswechsels während der Exposition in der neuesten Darlegung der Psychologie des Lesens im dritten Bande seines Hauptwerkes⁴ sehr in den Hintergrund. Um so entschiedener nimmt ZEITLER die Möglichkeit und Bedeutung solcher

¹ Zur Kritik etc., Artikel I, S. 307—310.

² I, 1, S. 530.

³ Studien 16, 68.

⁴ Grundzüge der Physiologischen Psychologie III, S. 601—612.

Aufmerksamkeitswanderungen an¹, ohne jedoch wesentlich mehr als subjektive Beobachtungen für seine Ansicht ins Feld zu führen.

Indessen erscheint es mir selbstverständlich, daß subjektive Beobachtungen in dieser Frage nicht entscheidend sind, ja überhaupt kaum einen Wert haben. Nicht nur sind bei unseren Versuchen trotz aller Bemühungen nie Aufmerksamkeitswanderungen subjektiv feststellbar gewesen, so daß eben die eine Erfahrung der anderen gegenüberstände, sondern es scheint mir auch die Meinung, in $\frac{1}{10}$ Sekunde, während der Wahrnehmung eines Wortes, solche Wanderungen feststellen zu können, eine verhängnisvolle Täuschung zu sein. Der Zeitraum von 100 σ ist für unser Bewußtsein während der Wahrnehmung eine durchaus unteilbare Einheit. Auf Grund der Erinnerung Phasen in dieser Zeit festlegen zu wollen, ist ein hoffnungsloses Unternehmen. Von allen Expositionen, von der kürzesten Dauer der Funkenbeleuchtung bis zu 100 σ , gab uns die Erinnerung Repräsentationen, die wesentlich durchaus gleichartig waren. Bei 0,01 Sekunden soll jedes Wandern der Aufmerksamkeit unmöglich sein.² Sicher ist dies also bei Funkenbeleuchtung der Fall; denn WUNDT setzt die Reizdauer bei Funkenbeleuchtung auf ca. 0,00004 Sekunden an³, was als Durchschnittswert gelten mag.

Dagegen halte ich eine Prüfung der Annahme auf Grund der objektiven Ergebnisse der Leseversuche, d. h. auf Grund des Gelesenen, für möglich. Zunächst läßt sich feststellen, ob die Ergebnisse von Versuchen, bei denen Aufmerksamkeitswanderungen sicher ausgeschlossen sind, sich von den Resultaten unterscheiden, die WUNDT zu seiner Annahme veranlaßten. Wir dürfen mit ihm annehmen, daß bei einer Expositionszeit von 0,01 Sekunden, also sicher bei Funkenbeleuchtung jedes Wandern der Aufmerksamkeit ausgeschlossen ist. Und doch werden bei Funkenbeleuchtung Wörter von 22 und selbst mehr Buchstaben ebenso gut gelesen, wie am Tachistoskop von ERDMANN und DODGE. Daraus folgt evident, daß die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen zur Erklärung des Lesens so langer Wörter nicht dienen kann.

¹ *Studien* 16, 405—410.

² *Völkerpsychologie* I, 1, S. 530.

³ *Zur Kritik . . .*, Artikel I, S. 294.

Ich gehe dazu über, die Leseversuche bei Funkenbeleuchtung zu beschreiben, soweit es sich um längere Wörter handelt. Es mußte Sorge getragen werden, meine Versuche den Experimenten von ERDMANN und DODGE darin anzupassen, daß die gleichlangen exponierten Wörter sich im wesentlichen bei meinen Beleuchtungen auf den gleichen Netzhautpartien abbildeten, wie bei ihren Expositionen. Ferner mußten die von mir verwandten Buchstaben den von ERDMANN und DODGE exponierten möglichst genau entsprechen. Endlich waren gute Fixation, Adaptation und Vermeidung von in Betracht kommenden Nachbildern zu erreichen.

Die schliesslich gewählten Wörter bestanden aus Buchstaben, die den von ERDMANN und DODGE gebrauchten ziemlich genau geometrisch ähnlich waren. Die Höhe der grossen Buchstaben betrug 2,75 mm, gemessen am H, bei ERDMANN und DODGE dagegen 3,5 mm. Damit nun bei geometrisch ähnlich verkleinertem Wortbild zwei gleiche Wörter sich auf gleichen Netzhautpartien abbildeten, mußte ich den Abstand des Auges von der Wortmitte gleich

$$\frac{2,75}{3,5} \cdot 31 \text{ cm} = 24,36 \text{ cm}$$

wählen, da diese Entfernung bei ERDMANN 31 cm betrug.

Die beleuchteten Wörter sind den Gebieten der physikalischen Technik entnommen. Die Beobachtungen wurden regelmässig von meinem Bruder und mir, gelegentlich auch von anderen Herren ausgeführt, wobei die Resultate immer übereinstimmend waren. Mein Bruder (S. B.) studiert Zoologie und findet daher selten Anlaß zu einer Beschäftigung mit physikalisch-technischen Fragen, während mir dieselben etwas näher liegen. S. B. hat in jeder Hinsicht fehlerfreie Augen. Ich sehe nur mit dem rechten Auge, und auch dieses ist von nur mässiger Leistungsfähigkeit. Die exponierten Wörter wurden ausnahmslos von mir angefertigt. S. B. hatte dieselben vor den Expositionen nie gesehen. Verunglückte eine Exposition, etwa weil durch Unvorsichtigkeit sich der Beleuchtungsfunke wiederholte, so wurde sie nicht verzeichnet. Jedes Wort kam für denselben Beobachter nur einmal zur Exposition. Die Versuche, bei denen ich las, sind also dadurch von den anderen unterschieden, daß ich die Wörter beim Auswählen und Anfertigen gesehen hatte, und daß

sie mir geläufiger waren, als meinem Bruder. Der Einfluss dieser Umstände wurde durch die geringere Leistungsfähigkeit meiner Augen ziemlich aufgehoben, wie die Resultate zeigen.

Die Versuchsanordnung war nun die folgende. Es wurde im von jedem fremden Licht geschützten Laboratorium gearbeitet. Die Funken lieferte ein Induktorium mittlerer Größe. Die Funkenlänge ohne Leidener Batterie betrug bei der angewandten Stromstärke etwa 4 cm zwischen Kupferspitzen. (Diese Masse gelten alle nur für die Einrichtungen, die wir als die geeignetsten schliesslich wählten. Wir erzielten mit stark abweichenden Funkenstärken und Einrichtungen Resultate, die kaum merklich verschieden waren.) Mit den Polen der sekundären Spule war die oben erwähnte Batterie von 4 Leidener Flaschen verbunden. Die Entladungsfunken derselben schlugen zwischen den Kupferspitzen eines Funkenständers über, deren Entfernung 5 mm betrug. So ergeben sich Funken von hinreichender Intensität. Es kam nur der Unterbrechungsfunke des Induktoriums zur Anwendung. Die Unterbrechung geschah am Quecksilberunterbrecher; der Kontaktstift tauchte in der Ruhelage nicht in das Quecksilber. Der Versuchsleiter drückte vor der Exposition den Kontaktstift ins Quecksilber und ließ ihn auf das Zeichen des Lesenden aus demselben emporschnellen. Gleichzeitig schlug der Öffnungsfunke zwischen den Spitzen über. Oberhalb der Spitzen befand sich ein Schirm, welcher die Augen der Versuchsperson vor dem direkten Funkenlichte schützte. Unter den Spitzen, und zwar auf den Beobachter zu, war die Vorrichtung angebracht, die das exponierte Wort trug und das zur Adaptation und zur Störung der Nachbilder nötige Licht lieferte. Wir benutzten vor anderen zwei Anordnungen zu diesen Zwecken.

Bei der einen wurde ein weißer Karton mit einer Auflösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff bepinselt. Die Lösung muß verdünnter gewählt werden, als bei dem schönen Demonstrationsversuch, um die Selbstentzündung des nach der Verdunstung des Schwefelkohlenstoffs zurückbleibenden fein verteilten Phosphors zu verhindern. Bei passender Konzentration der Flüssigkeit erhält man nach dem Trocknen des Kartons ein ruhiges, ziemlich intensives Leuchten; die etwas grünliche Farbe ist dem Funkenlicht bei Verwendung von Kupferspitzen nicht unähnlich. Auf diesen Karton wird an einer durch dunkle Linien markierten Stelle das auf Visitenkartenpapier aufgeklebte

Wort aufgelegt, wobei dieser Papierstreifen eventuell auch leuchtend gemacht wird. Die dunkelen Linien des grossen Kartons werden dann von dem Streifen völlig bedeckt. Auf den Streifen bringe man ein kleines Stückchen Phosphor an, welches als Fixationspunkt dient. Man braucht nur ein Phosphorpartikelchen von etwa $\frac{1}{8}$ mm Durchmesser an der gewünschten Stelle in eine durch einen Stich in den Streifen gebildete Vertiefung zu drücken, um einen schönen Fixationspunkt im Dunkeln zu erzielen. Die zur Beleuchtung fertige Anordnung des Kartons mit dem Streifen stellt sich im Finstern als eine grosse, gleichmässig leuchtende Fläche dar, mit einem intensiver strahlenden Punkte zur Fixation. Beim Funkenlichte verschwindet das Leuchten des Phosphors für die Wahrnehmung, und es erscheint das Wortbild im grossen, weissen Felde. Sofort nach dem Verschwinden des Funkens dient das Licht des Phosphors als reagierende Beleuchtung zur Störung der Nachbilder. Das Auswechseln der Wörter geht schnell vor sich, wenn dieselben vor den Versuchen gebrauchsfertig gemacht sind. Gegen die Wirksamkeit von Adaptationsstörungen spricht die Menge des Gelesenen. Nachbilder wurden nie bemerkt; sie wurden dank der sofortigen Wirkung des reagierenden Lichtes völlig unterdrückt.

Die geschilderte Versuchsanordnung hat neben ihren Vorzügen einige Nachteile, deren wir Erwähnung tun müssen. Bei längerem Arbeiten machen sich nämlich die entstehenden Oxydationsprodukte des Phosphors unangenehm merkbar, und zwar besonders für den Lesenden, wenn sein Gesicht sich in einer Entfernung von nur 24 bis 25 cm von der leuchtenden Fläche befindet. Für einige Zeit kann man den Übelstand dadurch beseitigen, dass man zwischen dem Karton und dem Gesicht der Versuchsperson eine grosse Glastafel anbringt. Bei länger dauernden Arbeiten füllt sich indessen die ganze Atmosphäre so mit den schädlichen Dämpfen, dass sie einen störenden Einfluss auf den Lesenden haben. Auch ist es schwierig, den Karton mit einer passenden Menge der Phosphorlösung so zu bearbeiten, dass er länger als $\frac{1}{4}$ Stunde gleichmässig leuchtet. Will man während grösserer Zeiten ohne Unterbrechung experimentieren, so entstehen auf dem Karton leicht dunklere Flecken. Tränkt man gleich anfangs den Karton zu stark, oder verwendet man zu konzentrierte Lösungen, so lagert sich eine wogende Schicht leuchtender Dämpfe über die zu

exponierenden Wörter. Dazu steigert sich dann die Entzündlichkeit der dünnen Phosphorschicht.

Diese Nachteile bewogen mich, für die längeren Versuchsreihen andere Einrichtungen zu treffen. Ich fertigte mir einen Beleuchtungsapparat mit elektrischer Lampe an. Eine Glühlampe von etwa 8 Kerzen Leuchtkraft war direkt auf dem Boden eines 10 cm hohen Kastens angebracht. Oben war der Kasten durch eine Glasplatte geschlossen. Auf dieser wurde ein Blatt dünnes Visitenkartenpapier befestigt, welches sie völlig bedeckte. Aus der Mitte dieses Blattes war ein Streifen von 7 mm Breite und 50 mm Länge ausgeschnitten, durch welchen man also die Glühlampe erblicken konnte. In diese Öffnung paßten genau die von stärkerem Visitenkartenpapier geschnittenen Streifen, auf deren Mitte die zu beleuchtenden Wörter aufgeklebt waren. Die Glasplatte und das sie bedeckende Papier waren nicht ganz 30 cm im Quadrat groß. Durch die Glühlampe wurde die Fläche nebst dem eingelegten Papierstreifen durchleuchtet. Sie versetzte die Netzhaut des nur 24 bis 25 cm von ihr entfernten Auges in den Zustand einer guten Helligkeitsadaptation, und sie diente zur Aufhebung der Nachbilder, die auch bei dieser Anordnung nie zu beobachten waren. Um den Kontrast zwischen dem gelblichen Scheine der durchleuchteten Fläche und dem bläulichweißen Funkenlichte aufzuheben, wurden Wörter benutzt, die auf gelbliches Papier gedruckt waren.

Zum Fixieren diente ein Nadelstich in den das Wort tragenden Papierstreifen, welcher als feiner, heller und scharfer Punkt erschien. Er wurde bei den zu erwähnenden Versuchen in genau gleichem Abstände von den Wortenden angebracht, so weit dies das Wortbild nicht störte, was bei der Feinheit des Stiches selten zu befürchten war. Fiel er gerade auf eine Linie eines Buchstabens, so wurde er nach links oder rechts verschoben, wobei Verschiebungen in beiden Richtungen in gleicher Zahl angewandt wurden.

Die Höhe des Fixationspunktes wurde für die Beobachter in folgender Weise festgelegt. In einen stärkeren Karton wurde ein etwa 2 mm langer, feiner, horizontaler Schnitt gemacht. Dieser Karton wurde so vor einer Lampe angebracht, daß ein Beobachter gleichzeitig den Schnitt fixieren und im indirekten Sehen noch die Zeilen eines Textes bemerken konnte. Nach kurzer Fixation des Schnittes begann die Versuchsperson eine

der Zeilen zu lesen. Das Nachbild des Schnittes konnte während des Lesens gut beobachtet und lokalisiert werden. Es zeigte sich bei uns, daß das Nachbild der Lichtlinie sich in den Ruhepausen direkt über, teils noch auf die oberen Linien der mittelzeiligen Buchstaben legte. In entsprechender Höhe brachten wir die Fixationsstiche bei unseren Wörtern an.

Bei dem Lesen unter Funkenbeleuchtung saß der Beobachter auf einem verstellbaren Stativ, welches in bequemer Lage festgestellt wurde. Am Experimentiertisch war ein Bunsenstatif befestigt, an dem ein Halter für das Kinn angeschraubt war, so daß der Abstand des Auges vom Worte $24\frac{1}{8}$ cm betrug. Der Beobachter gab mit einem Klopfer ein Zeichen, worauf von dem Versuchsleiter der Kontakt am Quecksilberunterbrecher geöffnet wurde und der Funke erfolgte. Ich habe auch eine dahin abgeänderte Anordnung benutzt, daß auf das Zeichen des Lesenden hin zunächst der Strom geschlossen und dann erst unterbrochen wurde. Das Ticken bei der ersten Bewegung des Unterbrechers dient dann als Signal für die Aufmerksamkeit. Der Erfolg wird nach meiner Erfahrung durch diese Änderung kaum beeinflusst.

Für den Versuchsleiter war eine zweite kleine Glühlampe auf dem Experimentiertisch angebracht, welche vor jeder Exposition außer Wirksamkeit gesetzt wurde. Außerdem konnte der Experimentiertisch durch drei große Glühlampen nötigenfalls sofort beleuchtet werden.

Ich stelle nun je eine Beobachtungsreihe von *SB* und *EB* zusammen mit den Beobachtungsreihen von DITTENBERGER und ERDMANN, die WUNDTs Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen veranlassten. Ich bemerke, daß vor unseren Reihen keine Einübungsreihen exponiert wurden, vielmehr direkt mit der Exposition des 11buchstabigen Wortes begonnen wurde. In der folgenden Tabelle bedeuten¹: *Z* die Expositionszeit in Sekunden, *L* die Zahl der Buchstaben, welche das Wort bilden, also die Länge des Wortes, *A* die Anzahl der exponierten Wörter gleicher Länge, *r* die der richtig gelesenen Wörter, *f* die der falsch, teilweise oder nicht gelesenen Wörter, endlich *Di*, *E*, *SB*, *EB* die Beobachter Dr. DITTENBERGER, Prof. ERDMANN, S. BECHER und E. BECHER. Die Resultate von Prof. DODGE lasse ich fort wegen

¹ Wie bei ERDMANN und DODGE.

ihrer Unvollständigkeit und wegen der besonderen Bedingungen, die bei ihm als einem Ausländer in Betracht kamen. Ich bemerke, daß in der folgenden Tabelle ein Wort schon als falsch angerechnet ist, wenn nur ein Buchstabe in der Endsilbe verlesen wurde:

Tabelle.

Z = 0,1 Sek.								z = Funkendauer							
Di				E				SB				EB			
L	A	r	f	L	A	r	f	L	A	r	f	L	A	r	f
11	6	6	0					11	1	1	0	11	1	1	0
12	10	9	1	12	3	3	0	12	4	4	0	12	4	4	0
13	1	1	0	13	2	2	0	13	19	16	3	13	19	14	5
14	3	1	2	14	2	1	1	14	11	11	0	14	11	7	4
15	5	2	3	15	3	2	1	15	11	9	2	15	11	6	5
16	2	2	0	16	2	2	0	16	8	7	1	16	8	5	3
17	6	2	4	17	3	3	0	17	5	3	2	17	5	5	0
18	3	2	1	18	1	1	0	18	13	8	5	18	13	8	5
19	1	1	0	19	2	2	0	19	7	6	1	19	7	6	1
20	2	1	1	20	2	2	0	20	6	4	2	20	6	2	4
21	1	0	1					21	3	2	1	21	3	3	0
				22	1	1	0	22	4	2	2	22	4	2	2
								23	1	0	1	23	1	0	1
								26	1	0	1	26	1	1	0

Die Tabelle beweist, daß bei Beleuchtungszeiten, die Aufmerksamkeitswanderungen nach WUNDTs eigener Annahme sicher ausschließen, die Länge der noch gelesenen Wörter ebenso bedeutend ist, wie bei den Versuchen, die WUNDT zu seiner Hypothese führten. Damit fällt der objektive Grund zur Annahme von Aufmerksamkeitsbewegungen fort.¹

Daß die in der Tabelle zusammengefaßten Ergebnisse nicht der Gunst irgendwelcher besonderen Umstände zuzuschreiben sind, geht daraus hervor, daß alle Variationen der Versuche

¹ Es handelt sich hier immer um Aufmerksamkeitswanderungen, die während der Epositionszeit (einschließlich des oben erwähnten Teiles der Nachbilddauer) stattfinden sollen, also um Wanderungen während der Sinneswahrnehmung. Während der unter Umständen enorm langen Dauer von „zentralen Nachbildern“, d. h. Gedächtnisbildern, können natürlich Bewegungen der Aufmerksamkeit stattfinden, so daß die einzelnen Teile eines solchen Bildes nacheinander deutlich werden.

ganz entsprechende Resultate ergaben. Ebenso beweisen die Beobachtungen anderer Versuchspersonen, die bei Gelegenheit zur Kontrolle an den Leseversuchen teilnahmen, daß die Resultate keinen individuellen Charakter tragen. Übrigens waren die subjektiven Erlebnisse bei den Leseversuchen denen am Tachistoskop bei 100 σ Expositionszeit durchaus entsprechend. Die Wahrnehmung war nach unserem Eindruck bei beiden Versuchsanordnungen völlig momentan. Der Lesende kann meist auf Grund des empfangenen Eindruckes vorhersagen, ob er richtig gelesen hat oder falsch, doch kommt es auch vor, daß er sich völlig irrt. Je nach dem Charakter des Gedächtnisses ist der Bewußtseinsbestand nach der Exposition verschieden. Bei *SB* und besonders bei *EB* ist in der Zeit zwischen dem Ende der Exposition und dem Aussprechen des Gelesenen im Bewußtsein oft keine Vorstellung des Gelesenen feststellbar, so daß das Aussprechen des Wortes gleichsam spontan erfolgt. Wenn die Wörter nicht sofort gelesen werden, so werden zuweilen die einzelnen Teile desselben sukzessiv reproduziert, und zwar teils als optische, teils als motorische Vorstellungen. Der Gedächtnistypus von *EB* ist ein wenig ausgesprochen motorischer, mit Hinneigung zu optischen und auch akustischen Reproduktionen. Ähnlich liegen die Dinge bei *SB*. Mit der Selbstbeobachtung bei unseren Versuchen stimmt dies gut überein.

Es mag noch erwähnt werden, daß diese Versuche durch das Lesen von Wortzusammensetzungen von enormer Länge ergänzt wurden. Dabei wurden Bezeichnungen wie:

Wechselstrom-Transformator
Nebenschluß-Regulatoren
Dynamo-elektrische Maschine usw.

bei etwa 80 % der Expositionen richtig gelesen, und zwar mit Einschluss der wechselnden Endsilben.

Die Leistungsfähigkeit im Lesen langer Wörter ist also auch bei so kurzen Expositionen eine so bedeutende, daß die Erklärung derselben durch die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen völlig unmöglich ist. Immerhin ist die Hypothese WUNDTs von so weittragender Bedeutung, daß sie eine weitergehende Prüfung fordert. Versuchen wir uns diese Bedeutung klar zu machen!

Die Hypothese WUNDTs kann, wenn sie bei den Leseversuchen bei 100 σ Expositionszeit zu Recht besteht, mit gutem

Grund auf unser ganzes optisches Erkennen im täglichen Leben angewandt werden. Überall, wo wir bei der Wahrnehmung durch den Gesichtssinn nacheinander einzelne Punkte fixieren, könnte man sich den Vorgang entsprechend der WUNDTschen Annahme in folgender Weise zurechtlegen. Die Leistungsfähigkeit des Erkennens an einem Punkte des Sehfeldes beim Fixieren hängt ab von der Lage der Abbildung jenes Punktes auf der Netzhaut, und von der Lage des Punktes im Felde der Aufmerksamkeit. Die Leistungsfähigkeit einer Netzhautstelle ist neben zufälligen Umständen eine Funktion ihrer Lage in bezug auf die Zentralgrube. Die Lage des Punktes im Felde der Aufmerksamkeit ist bedingt durch die jeweilige Richtung der größten Aufmerksamkeit, die ja nach den Beobachtungen von HELMHOLTZ¹ nicht mit der Richtung des Fixationsstrahles zusammenzufallen braucht. Entsprechend den Richtungen der größten Aufmerksamkeit und der Fixation sprechen wir von einem Punkte größter Aufmerksamkeit und von einem Fixationspunkte. Die Leistungsfähigkeit an einem Punkte des Sehfeldes ist demnach im allgemeinen eine mit steigenden Abständen von jenen beiden Punkten fallende Funktion, wenn es richtig ist, daß von einem Monoidealismus bei der optischen Aufmerksamkeit nicht gesprochen werden darf, sondern es ebensogut Abstufungen derselben gibt, wie Abstufungen des deutlichen Sehens.

Es wäre nun nichts als eine Erweiterung der WUNDTschen Annahme, zu vermuten, daß während einer Fixation die ungleich günstige Lage der Punkte des Sehfeldes dadurch weniger merkbar gemacht würde, daß sich der Aufmerksamkeitspunkt sukzessiv zu den Stellen bewegen würde, die weiter vom Fixationspunkte entfernt sind. Es würde so gleichsam ein Absuchen des Gesichtsfeldes bei einer einmaligen Fixation erfolgen.

Ist eine derartige Hypothese wahrscheinlich, sei es in spezieller Anwendung auf das Lesen, sei es in der Ausdehnung auf die optische Wahrnehmung überhaupt? Oder fragen wir zunächst, würde es zweckmäßig sein, wenn sich der Vorgang der Gesichtswahrnehmung in der geschilderten Weise abspielen würde? Mir scheint, daß sich das nicht behaupten läßt. Wir vollziehen im Leben eben die Fixationen so, daß die für uns wichtigen Punkte des Sehfeldes sukzessiv mit dem Punkte des deutlichsten

¹ Wissenschaftliche Abhandlungen II, S. 951 und III, S. 550—553.

Sehens zusammenfallen; ein Umherschweifen der Aufmerksamkeit würde eine geringere Leistungsfähigkeit des Erkennens an diesen uns wichtigsten Punkten bedeuten, während der Ertrag desselben für uns wenig wichtig wäre.

Also am teleologischen Gesichtspunkte hat die Hypothese kaum eine Stütze. Von gröfserer Wichtigkeit ist es, dafs die Analogie und die Erfahrung nicht für die Annahme sprechen. Wenn uns Wanderungen der Aufmerksamkeit so geläufig sind, dafs sie bei Expositionszeiten von 100 σ Dauer erfolgen, ohne dafs wir sie subjektiv festzustellen vermöchten, so ist es schwer zu verstehen, dafs dem Ungeübten der Versuch, die Aufmerksamkeit vom Fixationspunkt abzulenken, solche Schwierigkeiten bereitet, dafs selbst der Geübte eine solche Ablenkung als etwas Lästiges, Unnatürliches, gänzlich Ungewohntes empfindet. Wir hatten bei weiter unten zu schildernden Versuchen Gelegenheit, zu empfinden, wie stark eine häufiger ausgeübte Ablenkung der Aufmerksamkeit den Beobachter ermüdet, und wie schnell er durch das Unnatürliche des Vorganges zum Beobachten ungeeignet wird. Und doch handelte es sich bei diesen Versuchen um Ablenkungen, die an Gröfse mit denen übereinstimmen müfsten, welche WUNDT anzunehmen für nötig hält.

Überdies vollziehen sich diejenigen Aufmerksamkeitsbewegungen, die wir im täglichen Leben bei uns feststellen können, mit einer so geringen Geschwindigkeit, dafs die Annahme von solchen Bewegungen in $\frac{1}{10}$ Sekunde, und zwar so stark wirksamer Bewegungen, aller Analogie zuwider ist. Zur Bekräftigung dieser meiner Ansicht diene folgendes Zitat aus WUNDT, welches ich richtig zu deuten hoffe. WUNDT hat¹ von den Versuchen gesprochen, die festlegen sollen, wie viele Eindrücke des Gesichts- oder Tastsinnes usw. simultan apperzipiert, d. h. aufmerksam wahrgenommen werden können. Er fährt dann fort²: „Unter allen Umständen ist demnach die von manchen ausgesprochene Behauptung unrichtig, dafs sich unsere Aufmerksamkeit in einem gegebenen Moment nur auf eine Vorstellung richte. Nicht minder widerlegen diese Beobachtungen die zuweilen gehegte Annahme, dafs die Aufmerksamkeit stetig mit sehr grofser Geschwindigkeit

¹ Grundrifs der Psychologie, 1896, S. 248—249; ebenso 6. Aufl. 1904 S. 254.

² S. 249.

eine Menge einzelner Vorstellungen durchlaufen könne.“ Es zeigt sich, „dafs man einer sehr merklichen Zeit bedarf, um sich einen im ersten Augenblick nicht apperzipierten Eindruck klar zu vergegenwärtigen. . . .“ Wir sind also in Übereinstimmung mit diesen Sätzen WUNDTs, wenn wir die Annahme etwa eines zweimaligen Wechsels der Aufmerksamkeit bei einer Expositionszeit von $\frac{1}{10}$ Sekunden¹ für unzulässig halten.

Gewichtiger als die angestellten Überlegungen scheinen mir die Resultate der nun zu schildernden Experimente gegen die Hypothese der Aufmerksamkeitswanderungen zu sprechen. Der Gedanke, der den Versuchen zugrunde liegt, ist der folgende. Am Tachistoskop von ERDMANN und DODGE werden an der Mattglasplatte, auf welcher die Buchstaben erscheinen, zwei Marken angebracht. Die eine, in der Mitte der Platte ungefähr, dient bei allen Versuchen als Fixationspunkt. Auf die zweite, links von der Fixationsmarke angebrachte, richtet der Lesende vor der Exposition bei der einen Hälfte der Versuche seine Aufmerksamkeit, während er gleichzeitig die Marke in der Mitte fixiert. Bei der einen Reihe von Expositionen ist also Fixation und Aufmerksamkeit (jedenfalls beim Beginn der Exposition) zugleich auf die mittlere Marke gerichtet. Bei der anderen Reihe von Versuchen fallen dagegen die Richtung der Fixation und die der Aufmerksamkeit beim Beginn der Exposition nicht zusammen; die Aufmerksamkeit richtet sich vielmehr auf die von der linken Marke bezeichnete Stelle, während die mittlere Marke fixiert wird, d. h. sich auf der leistungsfähigsten Stelle der Netzhaut abbildet. Nun werden in beiden Versuchsreihen zwei Buchstaben so exponiert, dafs jeder von ihnen auf eine der von den beiden Marken bezeichneten Stellen projiziert wird. Die Expositionszeit beträgt 100 σ .

Worin besteht der Unterschied der beiden Versuchsreihen? Finden keine Aufmerksamkeitswanderungen statt, so wird, wenn Aufmerksamkeits- und Fixationsrichtung zusammenfallen, und der links erscheinende Buchstabe in passendem Abstände sich befindet, dieser letztere Buchstabe viel seltener gelesen werden, als wenn die Fixationslinie zwar nach der Mitte weist, die Aufmerksamkeit aber auf der Stelle ruht, wo der linke Buchstabe erscheint, mit anderen Worten, es wird das Resultat bei einer

¹ Zur Kritik usw., *Studien* 15, 310.

100 σ dauernden Exposition ebenso ausfallen, wie es bei kurzen Funkenbeleuchtungen auszufallen pflegt. Gleichzeitig muß der von der Fixationslinie getroffene Buchstabe seltener gelesen werden, wenn die Aufmerksamkeit nach links abgelenkt ist. Dem entsprechen auch durchaus die Ergebnisse der Experimente:

Andere Resultate müßten sich dagegen ergeben, wenn WUNDTs Hypothese zu Recht bestände. Wenn Fixationsrichtung und Aufmerksamkeitsrichtung zusammenfallen, so würde der Vorgang nach dieser Auffassung in folgender Weise verlaufen. Bei Beginn der Exposition würde der mittlere Buchstabe mit dem Fixationspunkt und dem Punkt größter Aufmerksamkeit zusammenfallen, also „apperzipiert“ werden. Dann würde die Aufmerksamkeit nach links wandern und dort stehende Buchstaben auffassen. Würde dagegen zu Beginn die Aufmerksamkeit nach links gerichtet sein, so würde zunächst der links stehende Buchstabe mit dem Punkt größter Aufmerksamkeit zusammenfallen; dann würde dieser Punkt größter Aufmerksamkeit zum Fixationspunkt überspringen und die Apperzeption des dort befindlichen Buchstabens stattfinden. Mit anderen Worten, die beiden Versuchsanordnungen würden sich nur dadurch unterscheiden, daß die beiden Phasen des Wahrnehmungsvorganges in umgekehrter Folge bei ihnen auftreten würden. Die Ergebnisse könnten in beiden Versuchsreihen nicht wesentlich verschieden sein. Höchstens könnte man vermuten, der zuletzt aufgefaßte Buchstabe würde leichter reproduziert oder gelesen werden; d. h. der linksstehende Buchstabe hätte mehr Chancen gelesen zu werden, wenn die Aufmerksamkeitsrichtung mit der Fixationsrichtung zusammenfällt, als wenn die erstere nach links von der letzteren abgelenkt ist. Es müßten sich also nach der WUNDT-ZEITLERSchen Annahme die beiden Versuchsreihen entweder gar nicht in ihren Ergebnissen unterscheiden, oder sie müßten sich in einer Weise unterscheiden, die der beobachteten entgegengesetzt ist. Die Beobachtungen stützen also die Annahme einer Konstanz der Aufmerksamkeitsrichtung während 0,1 Sekunden, während sie der Hypothese eines so wesentlichen Aufmerksamkeitswechsels, wie ihn WUNDT und erst recht ZEITLER voraussetzen, aufs schärfste widerstreiten.

Nimmt man, wie dies ZEITLER tut, einen mehrfachen Wechsel der Aufmerksamkeit in der Expositionszeit von 100 σ an, so ist noch weniger ein Unterschied in den Ergebnissen der beiden

Versuchsreihen verständlich. Die Aufmerksamkeit könnte dann mehrfach von einem Buchstaben zum anderen übergehen, und es würde für das Durchschnittsresultat einer Versuchsreihe ganz gleichgültig sein, wohin die Aufmerksamkeit zu Beginn der Exposition gerichtet war. Die an sich monströse Annahme eines mehrfachen Aufmerksamkeitswechsels in $\frac{1}{10}$ Sekunde ist also auch mit den Versuchsergebnissen unvereinbar.

Ich gehe dazu über, die Ausführung der Versuche zu beschreiben, die soeben in ihrer Bedeutung für unsere Frage dargestellt wurden. Die apparatentechnischen Schwierigkeiten waren geringe; dagegen waren die Unannehmlichkeiten der Ablenkung der Aufmerksamkeitsrichtung von der Fixationsrichtung nicht sofort zu überwinden. Natürlich durften nur Beobachter lesen, welche durch Übung Herr über die Richtung ihrer Aufmerksamkeit geworden waren. Als Beobachter erwiesen sich deshalb geeignet die Herren S. BECHER, Professor ERDMANN und Dr. Post. Ihnen gelang die Richtung der Aufmerksamkeit nach links recht sicher, nachdem die nötigen Übungsversuche angestellt waren. Vor jeder der notierten Versuchsreihen wurden 25 Übungsexpositionen ausgeführt, welche bei diesen Beobachtungen notwendig sind. Dadurch wurde eine große Sicherheit der Beobachter erreicht in der Beherrschung von Aufmerksamkeits- und Fixationsrichtung. Um aber den störenden Einfluß etwaiger Augenbewegungen nach links kurz vor der Exposition zu vermeiden, beobachtete ich das Auge des Lesenden während der Exposition. Das war leicht möglich, da, wie schon erwähnt, Licht von vorne und oben das Auge des Lesenden beschien. Um eine feste Lage der Köpfe zu erreichen, wurde das Kinn des Lesenden, wie das des den Leser Beobachtenden unterstützt. Da die Aufmerksamkeitsablenkung links von der Fixationsrichtung nicht gut auf ein Signal hin ausführbar ist, gab der Lesende bei beiden Versuchsreihen in gleicher Weise das Zeichen zur Exposition, worauf die Fallplatte des Tachistoskopes ausgelöst wurde. Machte der Beobachter wider Willen eine Augenbewegung in dem Augenblicke, in dem er das Signal zur Exposition gab — was recht selten vorkam — oder stellte sich sonst eine Unregelmäßigkeit der Versuchsbedingungen ein, so fiel die Exposition für die Berechnung aus. Wie schon erwähnt, wurden die Versuche, bei denen Aufmerksamkeits- und Fixationsrichtung nicht zusammenfielen, als unnatürlich, unbequem und ermüdend von

den Lesenden bezeichnet. Es konnten daher nicht über 40 Expositionen dieser Art (ausschließlich der Übungsexpositionen) ohne Unterbrechung ausgeführt werden, während die doppelte Anzahl von Versuchen gut durchführbar war, wenn Aufmerksamkeits- und Fixationsrichtung zusammenfielen. Um die störenden Folgen der Ermüdung zu vermeiden, wurden deshalb täglich immer nur 40 Expositionen vorgenommen und zwar bei beiden Versuchsreihen. Es wurden nur die mittelzeiligen Buchstaben

a, c, e, m, n, o, r, s, u, v, w, x, z,

bei den endgültigen Versuchen benutzt, so daß sich die Verschiedenwertigkeit der einzelnen Buchstaben weniger bemerkbar machte. Diese 13 Buchstaben ergeben 156 Variationen zu je zweien ohne Wiederholung. Aus diesen 156 Variationen wurden nach einem nicht ganz einfach zu beschreibenden Prinzip 80 Zusammenstellungen ausgewählt, und zwar so, daß der Einfluß der Ungleichwertigkeit der Buchstaben, der der etwa auftretenden apperzeptiven und assoziativen Hilfen und andere Zufälligkeiten in Fortfall kamen. Diese 80 Zusammenstellungen bildeten nun eine Reihe. Von derselben wurden je 40 an einem Tage bei der einen oder der anderen Richtung der Aufmerksamkeit exponiert. Der Abstand der beiden Marken, und demnach der der auf der Platte direkt über denselben erscheinenden Buchstaben, war für die verschiedenen Beobachter nicht der gleiche. Eine solche Anordnung wäre ungünstig gewesen. Vielmehr wurde dieser Abstand für jeden Beobachter so bestimmt, daß nur ein nicht zu großer Teil der links stehenden Buchstaben erkannt wurde, wenn Aufmerksamkeits- und Fixationsrichtung zusammenfielen. Dann sind nämlich die Unterschiede in den Resultaten der Versuche relativ sicher feststellbar. Es mag noch bemerkt werden, daß die Ablenkung der Aufmerksamkeit nach links von den Beobachtern nicht in der gleichen Weise geschildert wird. Für Professor ERDMANN stellt sich der Vorgang als eine gewaltsame, mit einem Rucke vorzunehmende Bewegung dar; bei S. BECHER vollzieht sich der Wechsel der Aufmerksamkeit vor der Exposition so, daß die Aufmerksamkeit an der Stelle der Fixation gleichsam verschwindet, um dann an dem gewünschten Orte von neuem zu entstehen. Auch bei den genannten Beobachtern kommt es zuweilen, wenn auch selten vor, daß sie das Signal geben, ohne eine gute Spannung der Aufmerksamkeit erreicht zu haben. Bei ungeübten Beobachtern ist diese Er-

scheinung sehr häufig; sie ist zum großen Teil darauf zurückzuführen, daß der Beobachter die oft deutlich sichtbaren Ausdrucksbewegungen der Aufmerksamkeit ausführt, ohne völlig aufmerksam zu sein; dann täuschen ihn die Empfindungen jener Ausdrucksbewegungen über den Mangel einer kräftigen Aufmerksamkeitsspannung hinweg. Ich darf aber wohl annehmen, daß derartige Fehlerquellen keinen Einfluß auf meine Resultate gehabt haben, weil sie, wenn auch in geringem Grade wirksam, jedenfalls beide Versuchsreihen in gleichem Sinne beeinflussen und so unschädlich bleiben mußten. Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Ergebnisse scheinen mir daher in jeder Hinsicht einwandfrei und beweisend zu sein. Die Zahl der gelesenen Buchstaben ist in Prozente der exponierten Buchstabenzahl umgerechnet, um die Tabelle übersichtlicher zu gestalten (s. nebenstehende Tabelle):

Aus der ersten Kolumne der Tabelle geht hervor, daß sich die Zahl der von den linksstehenden Buchstaben gelesenen bei allen Beobachtern mehr als verdoppelt, wenn die Aufmerksamkeit auf die Stelle gerichtet wird, wo sie erscheinen. Ferner zeigt die zweite Vertikalreihe, daß bei S. BECHER und Dr. POST die Zahl der von den rechtsstehenden Buchstaben Gelesenen gleichzeitig kleiner wird, während sie bei Prof. ERDMANN konstant bleibt. Wie wir ausführten, ist dieses Resultat mit der Annahme von irgendwie als wirksam in Betracht kommenden Aufmerksamkeitswanderungen unvereinbar.

Ich habe noch einen anderen Weg eingeschlagen, um Material zur Entscheidung der uns beschäftigenden Frage zu erhalten. Es handelt sich um den Versuch, die Aufmerksamkeit während der Exposition durch auffällige Eindrücke zu einem Punkte des Gesichtsfeldes hinzulenken. Auch ZEITLER hat derartige Experimente angestellt. Es zeigte sich bei seinen Versuchen, daß eine Ablenkung der Aufmerksamkeit durch rote Kreise und Quadrate nicht möglich war.¹ Vielmehr wurden die roten Markierungen oft gar nicht bemerkt, besonders dann nicht, wenn sie nicht erwartet wurden. Ich habe Ablenkungsversuche in wechselnder Art angestellt, hauptsächlich mit Markierung durch rote Umrahmung eines der exponierten Buchstaben. Ich kann das negative Resultat der ZEITLERSchen Versuche nur be-

¹ A. a. O. S. 399.

Tabelle.

Beobachter	Abstand der beiden Marken und Buchstaben	Richtung der Aufmerksamkeit	richtig gelesen		falsch gelesen		nicht gelesen		falsch + nicht gelesen	
			von den links stehenden Buchstaben	von den in der Mitte stehenden Buchstaben	von den links stehenden Buchstaben	von den in der Mitte stehenden Buchstaben	von den links stehenden Buchstaben	von den in der Mitte stehenden Buchstaben	von den links stehenden Buchstaben	von den in der Mitte stehenden Buchstaben
S. BECHER	43 mm	zusammenfallend mit der der Fixation auf die Marke links von der Fixationsmarke	27,5 %	100 %	30 %	0 %	42,5 %	0 %	72,5 %	0 %
			62,5 %	80 %	20 %	20 %	17,5 %	0 %	37,5 %	20 %
Prof. ERDMANN	25 mm	zusammenfallend mit der der Fixation auf die Marke links von der Fixationsmarke	28,4 %	100 %	64,9 %	0 %	6,7 %	0 %	71,6 %	0 %
			71,8 %	100 %	25,6 %	0 %	2,6 %	0 %	28,2 %	0 %
Dr. Post	34 mm	zusammenfallend mit der der Fixation auf die Marke links von der Fixationsmarke	30 %	97,5 %	70 %	2,5 %	0 %	0 %	70 %	2,5 %
			66,7 %	82 %	33,3 %	18 %	0 %	0 %	33,3 %	18 %

stätigen. Mir scheint indessen dieses negative Resultat derartiger Versuche, wenn sie bei einer Expositionszeit von 100 σ ausgeführt sind, gegen die Möglichkeit von Aufmerksamkeitswanderungen während der Exposition zu sprechen. Denn wenn etwa auf der Seite eines Buches, welche wir aufschlagen, sich ein rotumrahmter Buchstabe befindet, so wird derselbe sicherlich unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und er wird wahrscheinlicher als die anderen Buchstaben der Seite gelesen werden. Wenn in $\frac{1}{10}$ Sekunde Aufmerksamkeitswanderungen möglich sind, so ist nicht einzusehen, weshalb der Erfolg nicht auch bei Expositionen von solcher Dauer derselbe sein soll.

Die Markierungen, welche ich versucht habe, waren sehr verschieden. Grüne und blaue, erst recht schwarze Markierungen erwiesen sich nicht als geeignet, weil sie beim Auftrocknen so dunkel werden, daß ihr Kontrast gegen das Schwarz der Buchstaben zu gering ist. Sie werden dann leicht als Teile des Buchstabens aufgefaßt und wirken dadurch sehr störend. Am besten schienen mir Markierungen von etwa zinnoberroter Farbe geeignet, weil sie weniger leicht als Teile der Buchstaben erschienen. Doch waren dieselben für Prof. ERDMANN immer noch störend. Auch die Form und Lage der Markierungen habe ich vielfach geändert. Punkte, einzelne oder mehrfache Linien sind immer störend, wenn sie in großer Nähe des Buchstabens angebracht sind, und werden zwecklos, wenn man die Entfernung vergrößert, weil dann die etwaige Ablenkung nicht zur richtigen Stelle hin erfolgen würde. Ich habe mich daher für Umrahmungen der Buchstaben mit der erwähnten roten Farbe entschieden, was um so eher anging, als ich, abgesehen von Vorversuchen, nur Buchstaben exponiert habe, die weit voneinander entfernt waren, so daß der zweite Buchstabe nicht von der Umrahmung des ersten gestört werden konnte.

Als Fixationspunkt diente, wie bei den früher erwähnten Versuchen am Tachistoskop von ERDMANN und DODGE, eine matte Blechspitze mit weißem oberem Ende. Genau in gleicher Entfernung von dieser Spitze erschienen bei der Exposition die beiden Buchstaben. Die Entfernung der Buchstaben auf der Gesichtsfeldplatte von der Fixationsmarke beträgt für Prof. ERDMANN 20 mm, für S. BECHER 24 mm. Die Expositionszeit betrug wieder $\frac{1}{10}$ Sekunde. Als Buchstaben kamen bei den endgültigen Versuchen nur die oben angeführten 13 mittelzeiligen

zur Verwendung, welche wieder zu je zweien in nicht zu erratender Folge zusammengestellt wurden. Einer der beiden Buchstaben einer Variation wurde mit dem roten Rahmen markiert. Es kam immer auch die durch Vertauschung der beiden Buchstaben entstehende Variation zur Verwendung, so daß die Ungleichwertigkeit der Buchstaben keinen Einfluss haben konnte. Eine Versuchsreihe bestand aus ungefähr 50 Expositionen. In einer solchen Reihe stand der umrahmte Buchstabe gleich oft auf beiden Seiten der Fixationsmarke, ohne daß der Wechsel ein regelmäßiger war. So war eine Bevorzugung der umrahmten Buchstaben vor den nicht umrahmten, oder umgekehrt, ausgeschlossen.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Die Zahlen sind in Prozente der (nicht mißglückten) Expositionen umgerechnet.

Tabelle.

		Prof. ERDMANN	S. BECHER
Rot umrahmte Buchstaben	richtig gelesen	40 %	59 %
	falsch gelesen	56 %	39 %
	nicht gelesen	4 %	2 %
	falsch gelesen + nicht gelesen	60 %	41 %
Nicht umrahmte Buchstaben	richtig gelesen	44 %	60 %
	falsch gelesen	53 %	39 %
	nicht gelesen	3 %	1 %
	falsch gelesen + nicht gelesen	56 %	40 %

Das Ergebnis ist folgendes. Umrahmte und nicht umrahmte Buchstaben werden etwa gleich oft gelesen. Prof. ERDMANN liest pro Reihe einen oder zwei umrahmte Buchstaben weniger, was damit zusammenhängen mag, daß er die Umrahmung ab und zu als störend empfindet, wenn er sie bemerkt. Dies geschieht anfangs selten, später, dank der größeren Übung, häufiger. (Den Reihen wurden auch hier meist 25 Übungsexpositionen vorangeschickt.) S. BECHER sieht die Umrahmungen

nach erfolgter Einübung regelmässig; sie beeinflussen ihn indessen durchaus nicht.

Mir scheinen auch diese Ergebnisse, wie bereits ausgeführt wurde, gegen die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen zu sprechen. Wenn, wie dies ZEITLER annimmt, die sogenannten dominierenden Buchstaben, wie die unterzeiligen Konsonanten:

q, p, y, g,

oder die oberzeiligen:

t, l, f, b, h, d, k,

die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen vermögen, so müfste dies auch die rote Umrahmung eines Buchstabens können. Die Versuche beweisen aber, dafs bei einer Expositionszeit von 0,1 Sek. die Markierungen nicht hierzu imstande sind. Das trägt dazu bei, die Annahmen von WUNDT und ZEITLER unwahrscheinlich zu machen.

Aus den beschriebenen Experimenten glaube ich schliessen zu dürfen, dafs die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen zur Erklärung des Lesens von Wörtern von 19 bis 22 Buchstaben und mehr zwecklos ist, und dafs diese Annahme mit den objektiven Erfahrungen in Widerspruch steht.

Ich gehe zu einer Betrachtung der Argumente über, durch welche ZEITLER die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen zu stützen sucht und berücksichtige zunächst die subjektiven Beobachtungen. Die Sukzession der Aufmerksamkeit wird nach ZEITLER „subjektiv merkbar . . . erst bei gröfserer Expositionszeit (gemeint sind Zeiten von 100 σ und mehr¹) unter Anwendung gröfserer Wortbilder, d. h. solcher, die einen Umfang von 15 Buchstaben überschreiten.“² „Eine Grenze, von der an der Aufmerksamkeitswechsel subjektiv bemerkbar wird, kann nicht exakt festgestellt werden.“³ Es ist zu beachten, dafs der Beobachter zunächst vor der Exposition die Weisung erhielt, seine Aufmerksamkeit schweifen zu lassen.⁴ Erst „allmählich“ stellten die Beobachter in allen Fällen den Aufmerksamkeitswechsel fest.⁵ Immerhin bot die Einübung bei Herrn D. grofse Schwierigkeiten, da „der Eindruck dem Beobachter vorzugsweise ein simultaner schien“.⁶ Die anderen Beobachter dagegen hatten weniger Mühe, den Aufmerksamkeitswechsel festzustellen. Man

¹ A. a. O. S. 406.

² A. a. O. S. 405.

³ A. a. O. S. 405.

⁴ A. a. O. S. 407.

⁵ A. a. O. S. 407.

⁶ Ebendasselbst.

beachte folgende Schilderungen: „Die Aufmerksamkeit gleitet langsam über das Schriftbild hinweg, das ruhig gelesen wird, sie haftet länger auf den dominierenden Komplexen und überwindet rascher die unbetonten Strecken.“¹ „Die Aufmerksamkeit „hüpfte“ . . . über die dominierenden Buchstaben und Komplexe, auf letzteren länger haftend, als auf den unbetonten Stellen.“² Wenn keine anderen Bedenken vorlägen, so würden diese Schilderungen genügen, um den Leser stutzig zu machen. Während sich für uns die Wahrnehmung als zeitlich durchaus einheitlich und unzerlegbar darstellte bei allen unseren Expositionen, glauben die Beobachter ZEITLERS in $\frac{1}{10}$ Sekunde „langsame“, „ruhige“, gleitende Bewegungen oder auch ein „Hüpfen“ der Aufmerksamkeit, ein „längeres“ „Haften“ derselben auf diesen und ein kürzeres Hinweggehen über jene Stellen subjektiv festlegen zu können.

Die Berücksichtigung aller Umstände macht es mir wahrscheinlich, daß die Beobachter ZEITLERS Täuschungen unterlegen sind. Ich erwähnte schon, daß die Bewegung der Fixationsmarke im Augenblicke der Exposition die Tendenz zu Aufmerksamkeitsstörungen hervorzurufen geeignet erscheint. Dazu kommt, daß vor der Exposition die Weisung erfolgte, die Aufmerksamkeit schweifen zu lassen. Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, daß die so erfolgenden Änderungen der Aufmerksamkeit vor und nach der Exposition merkliche Bewegungen derselben während der Exposition vortäuschten. Ferner pflegt oft bei längeren Wörtern — und die Schilderungen bei ZEITLER beziehen sich auf Wörter von mehr als 15 Buchstaben — der Reproduktionsvorgang deutlich sukzessiv zu verlaufen, wenn er überhaupt vor dem Aussprechen des Gelesenen im Bewußtsein feststellbar ist. So scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß die Beobachter unter dem Einfluß der Aufmerksamkeitsänderungen direkt vor oder nach der Exposition die Sukzession bei der Reproduktion für die Reproduktion einer Sukzession gehalten haben, die während der Exposition stattgefunden hätte. Dann werden die monströsen Schilderungen durchaus erklärlich; dann wird es verständlich, wie Herr D., dem der Eindruck simultan zu sein schien, schließlic auch die Aufmerksamkeitsbewegung feststellen zu können glaubte.

¹ A. a. O. S. 408.

² A. a. O. S. 408, 409.

Meine Vermutung wird bestärkt durch folgendes einfache Experiment. Ich bilde mir eine optische Erinnerungsvorstellung etwa von dem 15buchstabigen Worte „Wasserluftpumpe“. Infolge der Enge des Erinnerungsbewusstseins (gegenüber der Weite des Wahrnehmungsbewusstseins) gelingt mir dies nicht mit einem Male. Ich muß vielmehr die einzelnen Teile des Wortbildes sukzessiv reproduzieren. Ich habe etwa nacheinander deutliche Bilder der Wortteile:

Was ser luft pum pe,

oder ich teile das Wortganze in anderer Weise ein. Wenn ich also die optische Wahrnehmung des Wortes „Wasserluftpumpe“ reproduziere, so stellt die optische Reproduktion einen deutlich sukzessiven Prozeß dar. Ich kann mir die vorliegende optische Wahrnehmung infolgedessen nicht anders „vorstellen“, als sukzessiv verlaufend, wenn ich das Wort „vorstellen“ in dem Sinne von (optisch) reproduzieren anwende. Natürlich folgt daraus nicht, daß die Wahrnehmung selbst sukzessiv sein müßte, oder daß ihre Simultaneität nicht feststellbar wäre. Aber es scheint mir offenbar, daß durch diesen Sachverhalt, der eine Folge des Verhältnisses von der Weite des Wahrnehmungsbewusstseins zur Enge des Erinnerungsbewusstseins ist, Täuschungen der von mir vermuteten Art möglich gemacht werden bei Beobachtern, wenn sie etwa zu solchen optischen Reproduktionen neigen. Ich habe derartige Reproduktionen am Tachistoskop nicht selten, obgleich ich mehr zum akustisch-motorischen, als zum optischen Typus neige.¹

Von unserem Standpunkte aus erscheinen nun die objektiven Ergebnisse, durch welche ZEITLER die Sukzession zu stützen sucht, keineswegs beweisend. Zunächst führt ZEITLER als Zeugnis gegen die Simultaneität die Fälle an, in denen nur die erste Worthälfte, „apperzipiert“ wird, durch „Assimilationen“ aber eine falsche zweite Worthälfte erscheint. Dabei sind oft die Beobachter

¹ Bei Beobachtern mit gutem visuellem Gedächtnis pflegt oft das exponierte Wort nach der Sinneswahrnehmung ganz oder teilweise mit großer, fast sinnlicher Lebhaftigkeit im Bewusstsein zu verharren. Natürlich können dann die einzelnen Teile eines solchen „zentralen Nachbildes“ durch die Aufmerksamkeit sukzessiv verdeutlicht werden. Dabei kann der Beobachter kaum sicher entscheiden, ob die Sukzession während oder nach der Exposition erfolgte. Eine sichere Entscheidung ist nur auf Grund objektiver Ergebnisse möglich.

subjektiv sicher, das „Ganze“ gesehen zu haben.¹ Diese Erfahrung, die natürlich auch bei uns nicht selten gemacht wurde, beweist nichts weiter, als daß die beiden Worthälften ungleich sicher wahrgenommen (oder auch reproduziert) wurden. Die sicherere Wahrnehmung der ersten Worthälfte kann darauf beruhen, daß diese Worthälfte optisch charakteristischer war, oder daß zufällig die Aufmerksamkeit schon vor der Exposition auf die Stelle gerichtet wurde, an der sie erschien. Die Annahme, daß die erste Worthälfte zuerst „apperzipiert“, d. h. aufmerksam wahrgenommen werde, wird dadurch widerlegt, daß bei unseren Funkenbeleuchtungsexpositionen fast ebenso oft die zweite Worthälfte richtig erkannt, die erste aber falsch wahrgenommen bzw. gelesen wurde, obwohl dann zuweilen der Beobachter glaubte, beide Wortteile gleich sicher gesehen zu haben. Als Beispiele solcher Fehler in der ersten Worthälfte mögen die folgenden dienen. Es wurde gelesen:

Wasserstrahlen	statt Wärmestrahlen,
Mediankreis	„ Meridiankreis,
Wasserstandsgefäß	„ Widerstandsgefäß,
Perationsebene	„ Polarisationssebene,
Projektionsapparat	„ Polarisationsapparat usw.

Die angeführten Verlesungen stammen aus den Beobachtungen von S. B. Entsprechende Erfahrungen ergaben sich bei E. B. Oft wurde auch die zweite Worthälfte gelesen, während der Lesende von der ersten nichts angeben konnte. Es scheint mir also sicher, daß alle derartigen Erfahrungen auf Zufälligkeiten beruhen. Sollten etwa bei ZEITLERS Versuchen die ersten Worthälften öfter richtig gelesen worden sein, als die zweiten, so wäre dieser Umstand leicht zu erklären aus dem Vorteil, den die erste Worthälfte, dank den großen Anfangsbuchstaben, für das Erkennen gegenüber der zweiten Hälfte darbietet. Die Annahme von Aufmerksamkeitswanderungen kann auch hier nicht zur Erklärung dienen, da die Erscheinung ebenfalls bei Funkenbeleuchtung auftritt, wo diese Wanderungen fehlen müssen.

Ferner bemerkt ZEITLER: „Weiterhin gibt es ganze Reihen von der Buchstabenzusammensetzung nach analogen Wörtern, die durch Abänderung eines Buchstaben an derselben Stelle

¹ A. a. O. S. 401.

heterogene Bedeutungen durchlaufen. Die Symbole der Schrift erhalten durch eine solche Abänderung einen ganz verschiedenen Bedeutungsinhalt. Damit die neue Bedeutung eines derartig geänderten Wortbildes erkannt werde, muß der Buchstabe festgestellt werden, d. h. es muß buchstabiert werden. Geschieht dies nicht, so setzt die Assimilation immer wieder das alte Wortbild ein und mit ihm die alte Bedeutung und kommt nicht zur Auffassung des neuen.“ Hier haben wir wieder die Annahme eines buchstabierenden Lesens. Diese Annahme ist von ERDMANN und DODGE so überzeugend widerlegt worden, die hier von ZEITLER berücksichtigten Erfahrungen sprechen so durchaus nicht für die vorausgesetzte Sukzession, daß ich von einer ausführlichen Kritik absehen kann. Um das durch Vertauschung eines Buchstabens geänderte Wort richtig zu lesen, ist nur nötig, daß der neue Buchstabe seinen regulierenden Einfluß ausübt. Ob dieser Einfluß darin besteht, daß der Buchstabe als solcher und für sich erkennbar ist, oder ob der Buchstabe dadurch zur Wirkung kommt, daß er die Gesamtform des Wortes charakteristisch mitbedingt, ist hier ohne Belang. Sicherlich braucht aber der veränderte Buchstabe nicht vor oder nach anderen Buchstaben erkannt zu werden, um seinen Einfluß auf das Resultat des Lesens ausüben zu können. Solche Erfahrungen sagen also über eine etwaige Sukzession während der Exposition durchaus nichts.

Daß von einem exponierten Worte zuweilen nur eine sinnlose Reihe von Buchstaben aufgefaßt wird, soll ebenfalls für die Sukzession sprechen.¹ Weshalb, vermag ich nicht einzusehen. Es erweist sich dann eben entweder die „apperzeptive Bereitschaft“ (im ERDMANNschen Sinne), oder die Reizkomponente der Wahrnehmung als ungenügend, um als Verschmelzungsprodukt die Wahrnehmung des Wortganzen zu ermöglichen. Daß in solchen Fällen „die dominierenden Buchstaben . . . durchgängig bevorzugt“² werden, folgt selbstverständlich nach unserer Auffassungsweise, da ZEITLER als dominierend die besonders charakteristischen Buchstaben bezeichnet.³

„Den besten Beweis für die Sukzession der Auffassung bieten die Vexierversuche.“⁴ Es muß zugestanden werden, daß diese

¹ A. a. O. S. 402.

² A. a. O. S. 402.

³ A. a. O. S. 391.

⁴ A. a. O. S. 402.

Versuche für die Sukzession der „Apperzeption“, d. h. der aufmerksamen Auffassung der einzelnen Wortteile zu sprechen scheinen. Betrachten wir daher diese Vexierversuche genauer! Bei 8 bis 10 buchstabigen Wörtern wird ein Vokal oder ein mittelzeitiger Konsonant verändert. Dann zeigt sich, wenn nicht die Assimilation den Einfluß der Veränderung verdeckt, daß die rechts von dem Buchstaben liegenden Wortbestandteile nicht richtig aufgefaßt werden können. Solche Beobachtungen machten am besten fremdländische Versuchspersonen, während die deutschen Beobachter „fast stets“ aussagten, simultan gesehen zu haben.¹ Zwingen diese Ergebnisse zu der Annahme einer Sukzession? Ich bin der Ansicht, daß dieselben auch ohne diese Annahme, von unserem Standpunkte aus wohl begreiflich sind. Zunächst ist daran zu erinnern, daß, sei es bei Änderungen eines Buchstabens, sei es ohne solche Änderungen, oft auch die rechte Worthälfte richtig gelesen wird, während die linke Hälfte ausfällt. Es kommt eben darauf an, welcher Wortteil durch die Veränderung am stärksten verstümmelt wird. Überdies kann die erste Worthälfte eine Veränderung ohne großen Schaden für die Lesbarkeit viel eher ertragen, als die zweite, weil die zweite Hälfte nicht so charakteristisch und individuell gebaut zu sein pflegt, wie die erste. Der erste Teil des Wortes hat den das Erkennen begünstigenden großen Anfangsbuchstaben, die zweite Hälfte besteht oft zum großen Teil aus einer wenig charakteristisch geformten Endung. Daher ist es erklärlich, daß eine Verstümmelung des Wortes die erste Worthälfte oft weniger entstellt, als die zweite. ZEITLER verlangt außerdem für das Gelingen dieser Versuche den Fortfall der Assimilation, d. h. das Fehlen der Mitwirkung zahlreicher reproduktiver Elemente bei der Wahrnehmung. Er berücksichtigt also nur solche Ergebnisse, bei denen nicht die Assimilation trotz der Veränderung ein Wortbild zustande brachte. Daß aber, trotz der Veränderung eines Buchstabens, eben dank der Tätigkeit der Assimilation, oft das ganze Wort gelesen, und richtig gelesen wird, zeigt, daß die zweite Worthälfte ihren regulierenden Einfluß ausüben kann, obwohl der veränderte Buchstabe ihr voranstand. Dabei vermag die „Assimilation“, die durch die unveränderten Wortbestandteile bestimmt wird, die Veränderung ganz zu verdecken, eine Be-

¹ A. a. O. S. 402—403.

obachtung, die wir immer dann machen, wenn wir beim Lesen einen Druckfehler völlig übersehen.

Schliesslich lassen die Beobachtungen ZEITLERS noch eine andere Deutung zu. Sie beweisen nämlich nicht notwendig eine Sukzession in der Wahrnehmung, sondern sie können ebensogut durch eine Sukzession bei der Reproduktion, oder gar bei der Innervierung erklärt werden. Wenn wir diese Erklärung annehmen, so wird auch deutlich, weshalb die Ausländer die geeigneten Beobachter für diese Erscheinungen waren. Denn diese unterschieden sich ja von den in einer Sprache groß gewordenen dadurch, daß ihnen die den Schriftsymbolen entsprechenden Reproduktionen und Innervationen weniger geläufig sind. Man kann sich also das Zustandekommen der in Frage stehenden Erscheinungen in folgender Weise denken. Die Reproduktion und Innervation ist bei dem in der Sprache Ungeübten für ein Wort von mehreren Silben (es handelt sich um 8 bis 10 buchstabige, also mehrsilbige Wörter¹) oft als ein sukzessiver Vorgang anzusprechen. Dieser Vorgang wird in dem Augenblicke gehemmt, in welchem der veränderte Buchstabe für den Reproduktions- oder Innervationsvorgang bedeutsam wird, sei es, daß der Buchstabe als Teil eines kleineren Komplexes, sei es, daß er als einzelner zur Wirkung kommt, wie er dies bei dem in einer fremden Sprache nur wenig bewanderten für die Reproduktion und für die Innervation vermag. Der Vorgang der Reproduktion wird dabei von einer Aufmerksamkeitsbewegung begleitet sein, wenn die sukzessiv reproduzierten Wortbestandteile die Aufmerksamkeit nacheinander in Anspruch nehmen. Das Stocken im Reproduktionsvorgang, wenn sich das veränderte Wortelement nicht in den Zusammenhang einfügen will, wird sich dann gleichsam als ein Zustand der Ratlosigkeit diesem Elemente gegenüber kundgeben, der den Fortgang der Reproduktion, bzw. der Innervation des Wortrestes stört.

ZEITLER vernichtet überdies die Beweiskraft seines besten Argumentes, wenn er schreibt: „Die sukzessiven Akte, in denen das Wortbild auftaucht, entsprechen dabei durchaus nicht der objektiven Aufeinanderfolge der Elemente selbst. Zunächst tauchen die einzelnen Buchstabengruppen in verschiedener zeitlicher Abstufung auf, wofür weniger ihre räumliche Reihenfolge,

¹ A. a. O. S. 402.

als vielmehr die Gliederung nach ihrer determinierenden Beschaffenheit in Frage kommt.“¹ Es versteht sich von selbst, daß nur eine Sukzession, welche durch die objektive Aufeinanderfolge der Buchstaben bedingt ist, für die Erscheinungen bei Vexierversuchen zur Erklärung herangezogen werden darf. Denkt man sich die Sukzession in anderer Weise bedingt, wie dies ja ZETTLER tut, so sprechen die Vexierversuche nicht für dieselbe.

So wird man weder aus den subjektiven, noch aus den objektiven Beobachtungsergebnissen, die ZETTLER für seine Annahme anführt, einen überzeugenden Beweis entnehmen können. Dagegen sprechen meine objektiven Ergebnisse gegen die Hypothese von WUNDT und ZETTLER, welche außerdem zur Erklärung der Erscheinungen, die zu ihrer Bildung durch WUNDT Veranlassung gaben, nichts beitragen kann. Mir scheint daher die Annahme nicht den Anforderungen zu entsprechen, die an eine Hypothese zu stellen sind.

„Assimilation“ und „Apperzeption“, „Wortform“ und „dominierende Buchstaben“.

Die WUNDT-ZETTLERSche Theorie des tachistoskopischen Lesens ist einerseits charakterisiert durch die Annahme der Aufmerksamkeitsbewegungen, andererseits durch die scharf betonte Scheidung von apperzeptivem und assimilativem Lesen.² Gestützt auf die Ausführungen WUNDTs in der Völkerpsychologie³ hat ZETTLER diese Scheidung zu begründen gesucht. Der Vorgang bei einer Exposition ist nach ihm folgender: „Der äußere Eindruck erregt stets reproduktive Elemente, die dann mit ihm die einheitliche Wortvorstellung bilden. Diese reproduktiven Elemente sind aber nicht durchgängig gleichwertig, sondern sie tauchen in verschiedener zeitlicher Abstufung auf. . . . Zunächst sind es die dominierenden Elemente des Eindrucks, die sich zur Auffassung drängen, nächst ihnen die unmittelbar mit ihnen verbundenen Komplexe. Diese dominierenden Elemente und Gebilde, als die bevorzugtesten Merkmale des Schriftzeichens, erwecken mit ihnen übereinstimmende reproduktive Elemente. Die letzteren, die dem Eindruck im allgemeinen nichts ihm Fremdartiges hinzufügen,

¹ A. a. O. S. 403.

² ZETTLER: a. a. O. S. 385—392 etc. WUNDT: Grundzüge der Physiologischen Psychologie Bd. III, S. 611.

³ Völkerpsychologie I, 1, S. 530—544.

können daher als reproduktive Faktoren ersten Grades bezeichnet werden. Solche primären Reproduktionen, die sich mit der Apperzeption unmittelbar verbinden, treten besonders auch im Bereiche der geläufigsten Wörter auf. . . . Indem der direkte Sinneseindruck einen jenen Dispositionen entsprechenden Komplex von Empfindungen erweckt, werden die Dispositionen selbst zu „aktuellen Empfindungen“, die mit den durch den äußeren Eindruck erweckten in eine einheitliche Vorstellung zusammenfließen. Dieser objektive Vorgang der Apperzeption wird dabei subjektiv stets von einem Tätigkeitsgefühl begleitet, das wir auf eine Mitwirkung von aktiver Aufmerksamkeit beziehen.“¹ „Die primären reproduktiven Elemente können nun aber ihrerseits wieder reproduktive Elemente ins Bewußtsein heben, mit denen sich die unbetonten nur dunkel perzipierten Strecken des Wortbildes verbinden. Sobald diese Verbindungen, die zwischen den reproduktiven Elementen selbst bestehen, zur Wirkung kommen, kann dann der Vorgang als sekundäre Reproduktion bezeichnet werden. Sie charakterisiert die Assimilation im engsten Sinne des Wortes. . . . Auch setzen sich leicht diese Reproduktionswirkungen in sukzessive Assoziationen fort, die dann nachträglich noch das Bild assimilativ umgestalten können. Subjektiv ist dieser ganze Vorgang charakterisiert durch passive schweifende Aufmerksamkeit.“² Ohne auf die Prüfung der Details dieser Schilderung eingehen zu wollen, können wir die Einteilung der Leseakte während der Exposition in apperzeptive und assimilative als eine Typeneinteilung zugeben; wir können lesen bei scharf gespannter oder bei geringer Aufmerksamkeit, und es kommen bei den verschiedenen Expositionen reproduktive Elemente in verschiedener Menge in Betracht. Indessen scheint uns die Scheidung keineswegs bedeutsam, wie ja auch ZEITLER eine „relative Willkürlichkeit“ der Bezeichnungen der einzelnen Leseakte nach seinem Schema zugibt. Die Vorgänge beim gewöhnlichen Lesen stellen sich nun nach ZEITLER und WUNDT als wesentlich assimilative dar. „Bei dem geübten Leser waltet dagegen das assimilative Lesen vor.“³ Sicherlich; denn beim gewöhnlichen Lesen des Geübten wirken reproduktive Elemente jeder Art in reicher Menge mit. Um so befremdlicher ist es, daß WUNDT und ZEITLER

¹ A. a. O. S. 386.

² A. a. O. S. 387.

³ WUNDT: Grundzüge der physiologischen Psychologie III, S. 609.

ERDMANN und **DODGE** vorwerfen, das Lesen bei ihren Expositionen sei assimilativ. **ERDMANN** und **DODGE** suchten mit ihren experimentellen Hilfsmitteln den Vorgang während einer Lesepause des gewöhnlichen Lesens zu isolieren¹; es kam ihnen darauf an, den Vorgang während der Exposition dem während einer Bewegungspause des einfachen Lesens insoweit entsprechend zu machen, als es die veränderten Umstände erlaubten. Mit Rücksicht auf diese Absicht ist das Tachistoskop konstruiert. Selbstverständlich müssen daher bei den Expositionen von 100 σ Dauer an diesem Apparat assimilative Prozesse von Bedeutung sein, da sie es beim gewöhnlichen Lesen sind. Der Vorwurf, daß am Tachistoskop von **ERDMANN** und **DODGE** bei einer Expositionszeit von 100 σ die Bedingungen in die des gewöhnlichen Lesens übergehen², „daß Versuche von 100 σ Expositionszeit vom gewöhnlichen Lesen nicht so sehr unterschieden sind, als dies die Experimentatoren annahmen . . .“³ beruht auf einem Mißverständnis, da ja diese Versuche nur darin vom gewöhnlichen Lesen unterschieden sein sollten, daß Augenbewegungen ausgeschlossen waren.

Übrigens zeigt sich schon bei der Einordnung der **ERDMANN-DODGES**chen Versuche in das **WUNDT-ZETTLERS**che Schema die Unzulänglichkeit desselben. Denn wenn man diese Versuche wegen der sicherlich reichlich beteiligten reproduktiven Elemente jeder Art als assimilative zu bezeichnen durchaus berechtigt ist, so kann man sie als „Apperzeptionsversuche“ im **WUNDT**schen Sinne ebenfalls benennen insofern, als sich die Wahrnehmung bei ihnen stets bei „aktiv“ gespannter Aufmerksamkeit vollzog. Es ist eben jede stark schematisierende Typeneinteilung unzulänglich der Mannigfaltigkeit der vorkommenden Abstufungen gegenüber, und die **WUNDT-ZETTLERS**che ist es um so mehr, als sie als Typen nur zwei extreme Grenzfälle benutzt, während gerade die dazwischenliegenden Fälle die immer vorkommenden sind. Die Anwendung der Nomenklatur wird dadurch gewaltsam.

Bedenklicher, als es die Scheidung der Leseversuche in apperzeptive und assimilative an sich ist, scheint es mir zu sein, wenn man die ersteren mit der kürzeren, die letzteren mit der längeren Expositionszeit in Zusammenhang bringt. „Bei kurzer

¹ Psychologische Untersuchungen S. 94.

² **WUNDT**: Völkerpsychologie I, 1, S. 530.

³ **ZETTLER**: a. a. O. S. 405.

Expositionszeit wird daher nur direkt apperzipiert oder überhaupt nichts erkannt, indem die reproduktiven Faktoren zweiten Grades hierbei gar nicht oder nur wenig in Aktion kommen; umfangreichere Assimilationen mit größerer Beteiligung reproduktiver Elemente bedingen dagegen stets eine längere Expositionszeit, in deren Ablauf jene sekundären Faktoren zur Entwicklung gelangen können.“¹ Dieser Schlussweise gegenüber hat DODGE² mit Recht geltend gemacht, daß durch Verminderung der Reizdauer die Reizkomponente der Wahrnehmung geschwächt wird, daß hingegen die reproduktiven Elemente in gleicher Weise bei kurzer wie bei langer Exposition zur Verfügung stehen. Also werden im allgemeinen die reproduktiven Elemente bei kurzen Expositionen mehr in Betracht kommen, als bei langen.

Ich möchte Folgendes hinzufügen. Wenn ZEITLER meint: „. . . umfangreichere Assimilationen mit größerer Beteiligung reproduktiver Elemente bedingen dagegen stets eine längere Expositionszeit, in deren Ablauf jene sekundären Faktoren zur Entwicklung gelangen können“, so nimmt er dabei an, daß jene Reproduktionen nur während der Expositionszeit entstehen können. Damit widerspricht er aber seiner Behauptung: „Auch setzen sich diese Reproduktionswirkungen in sukzessive Assoziationen fort, die dann nachträglich noch das Bild assimilativ umgestalten können.“³ WUNDT macht ebenfalls die Annahme solcher nachträglichen Assimilationen⁴, und es ist gegen diese Annahme nichts einzuwenden. Besteht diese aber zu Recht, so fällt jeder Grund fort, warum die kürzeren Expositionen weniger assimilativ sein sollten als die längeren.

Wenn bei kurzen Expositionen zuweilen nur wenige, charakteristische und nahe der Fixation stehende Buchstaben gelesen werden, besonders wenn es sich um ganz seltene Wörter handelt, dagegen bei Expositionen von 100 σ Dauer Wörter von beträchtlicher Länge lesbar sind, so liegt das nur daran, daß im ersteren Falle die Reizkomponente immer, die Residualkomponente der Wahrnehmung aber nur zufällig kleiner ist, als im letzteren.

Es ist ferner unmöglich, aus dem Verhältnis des Nichtgelesenen zum Falschgelesenen auf ein Fehlen oder eine Mit-

¹ ZEITLER: a. a. O. S. 387.

² The Psychology of Reading. Psychological Review Bd. VIII, (1901), S. 58.

³ A. a. O. S. 387.

⁴ Grundzüge der physiologischen Psychologie III, S. 610.

wirkung der Assimilation schliessen zu wollen. Es ist vor allem der Einfluss individueller Bedingungen, wie der Gewöhnung, dafür maßgebend, ob der Lesende im zweifelhaften Falle angibt, er habe nicht gelesen, oder ob er Buchstaben zu erraten sucht. So verhalten sich die verschiedenen Beobachter bei derselben Expositionszeit durchaus verschieden, ja derselbe Beobachter verhält sich bei derselben Dauer der Exposition an verschiedenen Tagen sehr verschieden. Ich lasse als Beispiele die Zahlen für die nicht gelesenen, falsch gelesenen und richtig gelesenen Buchstaben derselben Reihe von 80 Expositionen folgen, die für S. BECHER, Professor ERDMANN und Dr. Post exponiert wurden:

	Nicht gelesen	Falsch gelesen	Richtig gelesen
S. BECHER	20	20	40
Prof. ERDMANN	5	34	41
Dr. Post	0	47	31

In diesem Falle betrug die Expositionszeit 100 σ . Nämlich ich einen anderen Teil von Expositionen, die zu anderer Zeit benutzt wurden, so würden sich bei Professor ERDMANN z. B. die Zahlen ganz zugunsten der Nichtgelesenen umändern, und zwar unter Voraussetzung derselben Expositionszeit. Auch bei den Funkenbeleuchtungen bestätigte sich diese Zufälligkeit des Verhältnisses. Es kann daher nach meiner Erfahrung aus dem relativ häufigen oder seltenen Vorkommen von Verlesungen im Verhältnis zu den Fällen, in denen nichts gelesen wird, nicht auf den assimilativen oder apperzeptiven Charakter des Lesens bei der betreffenden Expositionszeit geschlossen werden.¹ Es kommt hinzu, daß ZETTLER den Beobachtern einschärfte, „die Assoziationen zurückzudrängen und dagegen dem objektiven Eindruck die stärkste Aufmerksamkeit zuzuwenden. Es kam nicht auf Lesen überhaupt, sondern auf Richtiglesen an.“² Hierdurch wird offenbar das Raten in unsicheren Fällen stark vermindert, und das muß sich besonders geltend machen bei kurzen Expositionen, weil dann infolge des schwachen Reizes der Zustand der Unsicherheit besonders oft eintrat. Auch bei Expositionen von längerer

¹ ZETTLER: a. a. O. S. 387.

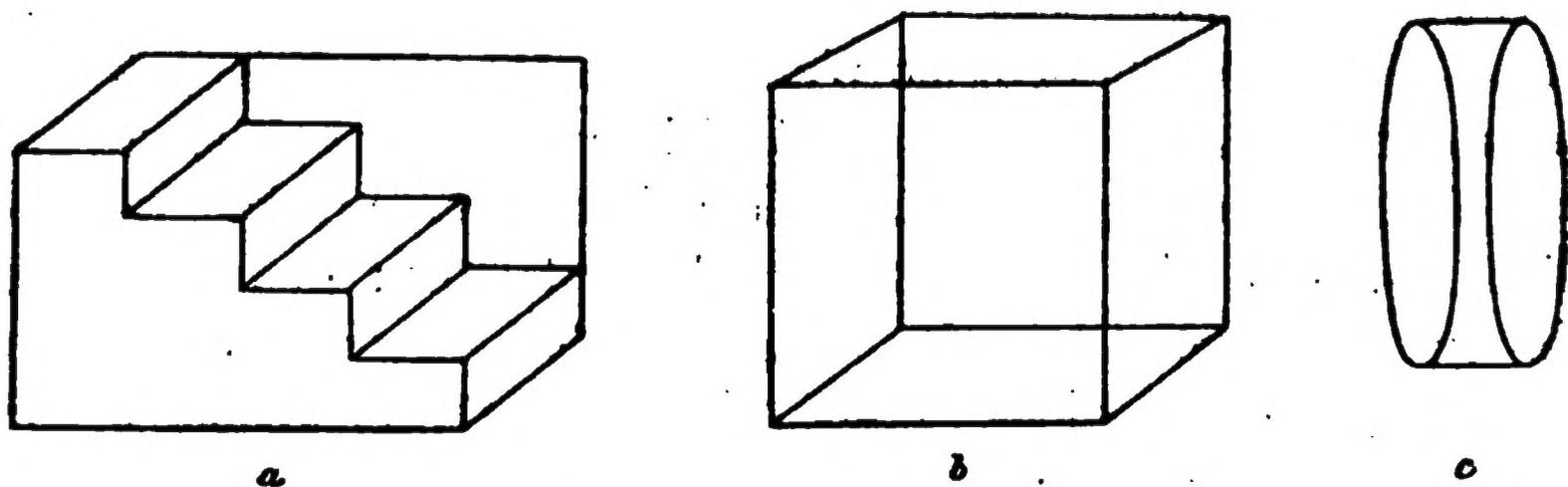
² S. 388.

Dauer weiß der Beobachter meist, ob er richtig gelesen hat. Wenn er alle zweifelhaften Buchstaben als nicht gelesen angibt, (was S. BECHER zeitweise tat), so reduziert sich die Zahl der falsch gelesenen Buchstaben auf ein Minimum. Dieses Minimum wird gebildet durch jene seltenen Fälle, in welchen der Beobachter durchaus den Eindruck hat, richtig gelesen zu haben, trotzdem aber im Irrtum ist. Solche Fälle bildeten zwar Ausnahmen, aber Ausnahmen, die so gut bei den kurzen Funkenbeleuchtungen, wie bei den Expositionen von 100 σ Dauer eintraten.

Dafs bei kurzen Expositionszeiten die Assimilationsvorgänge in voller Wirksamkeit auftreten können, zeigen die Beobachtungen an umkehrbaren Figuren. Die „umkehrbaren geometrisch-optischen Täuschungen“ sieht WUNDT mit gutem Grunde als typische Beispiele für die Wirkung der Assimilation an. Diese geometrisch-optischen Täuschungen gelingen aber völlig sicher auch bei Expositionszeiten von 10 σ , wenn man nur vor der Exposition der Fixationslinie die entsprechende Richtung gibt.

Ich benutzte zu solchen Versuchen das Tachistoskop von ERDMANN und DODGE, zu welchem ich zwei neue Fallplatten herstellte. Die Fallplatten trugen die die Exposition ermöglichende Öffnung in gröfserer Höhe, als die vorhandenen. Ausserdem war die Öffnung schmaler. Dadurch erzielte ich Expositionszeiten von 10 σ , bzw. 35,5 σ . Die zu beschreibenden Versuche sind bei der kürzeren Expositionszeit angestellt. Ich mufs erwähnen, dafs bei der benutzten Platte die Prä- und Postexpositionszeit natürlich relativ gröfser war, als bei den Expositionen von 100 σ Dauer. Doch bleibt die Expositionszeit einschliesslich der Zeit des An- und Abschwelens des projizierten Bildes immer noch zwischen 11 und 12 σ . Daher ist die Sache für uns bedeutungslos, besonders mit Rücksicht auf die erwähnten Resultate von DÜRR; denn wenn das Ansteigen der Netzhauterregungen die von DÜRR festgelegten Zeiten erfordert, so ist es ganz ohne Belang, dafs der Reiz selbst erst in $\frac{1}{1000}$ Sekunde seine volle Stärke erreicht. Die Expositionszeit wurde übrigens hier, wie bei den anderen Versuchen, durch auf der beruften Fallplatte hervorgerufene Stimmgabelkurven gemessen. Zunächst wurden die folgenden bekannten, auch bei WUNDT¹ abgebildeten Figuren benutzt.

¹ WUNDT: Grundzüge der physiologischen Psychologie II, Fig. 255 und III, Fig. 377 und Fig. 378.



Es wurden Versuche angestellt, bei denen der Beobachter wußte, welche Figur erschien, und solche, bei denen er dies nicht wußte. Auch wußte der Beobachter bei den in Betracht kommenden Expositionen nicht, welche Umkehrung infolge der Lage des Fixationspunktes erscheinen mußte.

Das Körperlichsehen und die Umkehrung der drei Figuren gelang den (sechs) Versuchspersonen bei den verschiedenen Anordnungen sehr gut. Nur die schwierigeren Umkehrungen der Figur *c* waren nicht immer allein durch die Richtung der Fixation zustande zu bringen; es wurden vielmehr eventuell Körper gesehen, die der Fixationsrichtung nicht entsprachen. Meist ist allerdings die Wahrnehmung durch die Blickrichtung bedingt, wenn der Beobachter nicht weiß, welche Figur exponiert wird.

Schließlich sind wir zu komplizierteren Figuren übergegangen. Dabei beobachteten Professor ERDMANN, cand. rer. nat. E. WILDSCHREY, S. BECHER und E. BECHER. Auch hier waren die Ergebnisse dieselben bei den Beobachtern E. WILDSCHREY, S. BECHER und E. BECHER. Dagegen zeigten sich die sehr feinen Linien des durch die Projektion stark verkleinerten Bildes für Professor ERDMANN'S Augen als zu schwach, so daß die Figuren höchst lückenhaft erkannt wurden.

Diese Versuche zeigen, daß die typischen Assimilationserscheinungen auch bei kleinen Expositionen auftreten, daß daher kurze Expositionszeiten reichliche Assimilationen durchaus nicht ausschließen.

Mit Recht nimmt ZEITLER an, daß überall da, wo die „Gesamtform“ für das Erkennen der Wörter eine Rolle spielt, auch Assimilationsprozesse von Wichtigkeit sind.¹ „Es gelingt, wie uns wiederholte Versuche gezeigt haben, nicht einmal nachträglich, d. h. unmittelbar nach Schluß der Exposition, sich irgendwie

¹ Z. B. a. a. O. S. 439.

bewusst zu werden, was an der gleichmäßigen Deutlichkeit der Buchstabenzüge dem deutlich Wahrgenommenen, was der gröberen Gesamtform zuzuschreiben sei.“¹ Diese Erfahrung, die sich sowohl bei Funkenexpositionen, wie beim Lesen am Tachistoskop zeigte, beweist die Tätigkeit der „Assimilation“; denn die über das in der gröberen oder engeren Gesamtform² Enthaltene hinausgehende Deutlichkeit der einzelnen Buchstabenzüge verdanken wir nach ERDMANN'SCHEM Sprachgebrauch der Apperzeptionsmasse, nach WUNDT'SCHEM aber der Wirksamkeit der Assimilation.

Wenn wir zu zeigen vermögen, daß beim Lesen bei Funkenbeleuchtung die Wortform ebenso von großem Einfluß ist, wie bei den Expositionen von 100 σ Dauer, so beweisen wir damit gleichzeitig die Wichtigkeit assimilativer Prozesse bei so kurzen Beleuchtungszeiten.

Aus der bereits angeführten Tabelle über die Lesbarkeit langer Wörter bei Funkenbeleuchtung geht die Bedeutung der Wortform, auch bei den kürzesten Zeiten, hervor. Denn nach den Versuchen von ERDMANN und DODGE, bei denen die Abbildung der Buchstaben auf der Netzhaut nach dem bereits oben Ausgeführten dieser Abbildung bei unseren Funkenlichtversuchen entsprach, können die über zwanzig Buchstaben unserer längsten Wörter unmöglich als solche einzeln erkennbar gewesen sein. Aufmerksamkeitswanderungen sind bei Funkenbeleuchtung unmöglich. Es bleibt also nur der Einfluß der gröberen Wortform, und damit der Assimilation.

Besonders deutlich zeigen die Mitwirkung der gröberen Gesamtform die Versuche, bei denen weit von der Fixationsrichtung entfernte Endungen richtig gelesen wurden. Solche Endungen wie: en, er, es, e, n, s, usw. enthalten keinen einzigen dominierenden Buchstaben, und doch ist die Fähigkeit, sie richtig zu lesen, überraschend groß.

Ich habe bei den Funkenbeleuchtungsversuchen eine Reihe von langen Wörtern mit solchen Endungen unter der etwa 10fachen Menge anderer Wörter verteilt exponiert. Dabei wußte der Beobachter, S. BECHER, überhaupt nicht, daß die betreffenden

¹ ERDMANN und DODGE: Psychologische Untersuchungen S. 179.

² D. h. im „Inbegriff der gröberen Züge eines Wortes, die deutlich bleiben können, auch wenn kein einzelner von den Buchstaben erkennbar ist“, (ERDMANN und DODGE: Psychologische Untersuchungen S. 176).

Versuche bezweckten, über die Lesbarkeit der Endsilben zu orientieren. Es kam ihm auch das Vorhandensein der entscheidenden Wörter unter der Menge der anderen nicht zum Bewußtsein. Trotzdem wurden die Endungen auch bei den längsten Wörtern meist richtig gelesen. Zur Illustration mögen folgende Beispiele dienen:

Buchstabenzahl	Richtig gelesenes Wort mit Endung
12	Schwingungen
12	Extrastromes
12	horizontaler
13	Flüssigkeiten
13	Metallspektra
13	Drahtspiralen
13	verschiedener
13	veränderliche
14	Elektromagnete
14	Metallspektren
14	mikroskopische
15	paramagnetische
15	Drehstrommotore
15	Dynamomaschinen
15	mikroskopische
15	Drehstrommotors
16	Funkeninduktoren
16	undurchsichtiger
16	Beugungsversuche
16	Spektralversuche
18	Induktionsspiralen
18	magnetelektrischen
18	Wechselstrommotors
18	Widerstandsgefäße
19	Fundamentalversuche
19	Selbstregulierendes
20	Telegraphenstationen
21	Polarisationsapparate

Beobachter: S. BECHER.

Die richtig gelesenen Endungen erschienen dabei fast immer vollkommen deutlich.

Dann wurden dieselben Wörter von mir gelesen. Ich wußte von dem Vorhandensein der Endsilben und liefs mich daher

einige Male verleiten, Endsilben zu lesen, wenn keine exponiert waren. Doch las ich auch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle richtig und wußte fast immer, wie auch S. BECHER, sofort, daß richtig gelesen war.

Für Vorsilben erhielten wir die gleichen Ergebnisse.

Bezeichnend dafür, daß bei dem Lesen der Endsilben die gröbere Wortform das Maßgebende ist, sind Fälle, in denen Endsilben von gleicher Länge, und daher auch ziemlich übereinstimmender gröberer Form, vom Beobachter verwechselt werden, z. B. die Endsilben:

en, er, es,

(etwa Drehstrommotoren statt des ungeläufigeren Drehstrommotores). Die gröbere Gesamtform ist eben bei einem Worte wie:

Selbstregistrierendes

dadurch bedingt, daß hinter dem emporragenden d noch zwei mittelzeilige Buchstaben kommen. Sie enthält im allgemeinen nicht die entscheidenden Merkmale dafür, ob der letzte Buchstabe etwa ein n, r oder s ist.

Was hier von den Endsilben gesagt wurde, gilt mutatis mutandis für Vorsilben wie an-, un-, vor-, ver-; doch ist hierbei in der Regel die Vorsilbe schon durch die übrigen Wortteile bestimmt, was für die Endungen durchaus nicht zu gelten pflegt.

Der Einfluß der gröberen Wortform und die Wirksamkeit der Assimilation dürfen nach diesen Versuchsergebnissen nicht auf Expositionen von längerer Dauer beschränkt werden. Sie kommen für die kürzesten Expositionen in gleicher Weise in Betracht.

Wenn wir die Hypothese der Aufmerksamkeitswanderungen und die scharfe Scheidung von apperzeptivem und assimilativem Lesen beiseite lassen, so unterscheiden sich die Ansichten von ERDMANN und DODGE auf der einen und von ZEITLER auf der anderen Seite nur dadurch, daß den verschiedenen Quellen des Erkennens beim Lesen nicht auf beiden Seiten die gleiche Bedeutung beigelegt wird. Die Wirkung der Wortform erkennt ZEITLER an, ohne sie so hoch anzuschlagen, wie ERDMANN und DODGE. Daß die gröbere Wortform von großer Wichtigkeit ist, scheint mir durch die Versuche und Ausführungen von ERDMANN und DODGE unzweifelhaft bewiesen zu sein, überdies aber auch aus den zuletzt geschilderten Versuchen hervorzugehen. Wenn wir andererseits die Aufmerksamkeitswanderungen beseitigen, so

bleibt die Wichtigkeit der „dominierenden, d. h. dann, nach der bereits angeführten Stelle bei ZEITLER, der charakteristischsten Buchstaben durchaus bestehen. Denn diese, die ober- und unterzeiligen Buchstaben, die ö, ü, i, ä usw. sind einerseits selbst noch in gröfserer Entfernung von der Fixationsrichtung erkennbar, als die anderen Buchstaben, andererseits bedingen sie wesentlich die gröbere Gesamtform, und damit die Assimilation.

Die Verschiedenwertigkeit der einzelnen Buchstaben für das Erkennen fällt jedem auf, der sich mit Loseversuchen beschäftigt. Es ist daher der Einfluss der charakteristischeren Buchstaben in obigem Sinne durchaus anzuerkennen, und er ist von ERDMANN und DODGE nie in Zweifel gezogen worden.¹

Zum Schlusse möchte ich den Herren, welche an den geschilderten Versuchen teilnahmen, für ihre Ausdauer bei den zum Teil ermüdenden Beobachtungen herzlich danken. Herr Professor ERDMANN stellte mir die Hilfsmittel des psychologischen Seminars der Universität Bonn, die Herren Direktor VON STAA und Dr. KEMPE die physikalischen Apparate des Realgymnasiums zu Remscheid zur Verfügung. Ihnen bin ich hierfür, sowie für ihren wertvollen Rat in hohem Mafse verpflichtet.²

¹ Psychologische Untersuchungen S. 184.

² Die vorliegenden Ausführungen waren druckfertig, als im *Archiv für die gesamte Psychologie* (2, 190—298) die Arbeit von OSKAR MESSMER erschien: *Zur Psychologie des Lesens bei Kindern und Erwachsenen*. Der sehr dankenswerte Versuch einer vergleichenden Beobachtung bei Kindern und Erwachsenen ist im wesentlichen vom Standpunkte WUNDTs und ZEITLERs unternommen. Der Einfluss der „optischen Gesamtform“ wird eingehend behandelt. Auf eine genauere Auseinandersetzung mit der Arbeit von MESSMER glaube ich verzichten zu dürfen; denn in bezug auf die Fragen, in denen ich einen von MESSMER abweichenden Standpunkt vertrete, kann ich auf die obigen Ausführungen verweisen.

(Eingegangen am 7. Mai 1904.)
