

seiner Arbeiten über die Kurzsichtigkeit und deren Entstehung. Er unterscheidet streng die unter dem Einflusse der Nahearbeit sich entwickelnde Kurzsichtigkeit von der pathologischen, welche er als eine hydropische Degeneration des Auges bezeichnet und die betreffs ihrer Entstehung nichts mit der Nahearbeit zu tun hat. Die erstere führt er als keine Krankheit auf, sondern als eine Formveränderung des Augapfels, die durch Wachstum unter dem Drucke der beim Lesen und Schreiben sich kontrahierenden Augenmuskeln bedingt ist. Der Muskeldruck wird besonders durch den oberen schrägen Augenmuskel ausgeübt; je tiefer die Trochlea, durch welche die zum Augapfel laufende Sehne des Muskels tritt, um so stärker der Druck. Da nun bei niedriger Augenhöhle auch die Trochlea tief liegt, so wird im allgemeinen bei niedriger Augenhöhle der obere schräge Muskel auf den Augapfel im Sinne einer myopischen Verlängerung drücken. Dieser seiner Theorie vom Zusammenhange der Schädelbasis mit der Kurzsichtigkeit und den gegen dieselbe erhobenen Einwänden widmet St. eine ausführliche Betrachtung, die ihn zu dem Schlusse führt, daß in der Tat die Augenhöhle der Kurzsichtigen im Durchschnitte eine niedrige sei.

In diesem anatomischen Zusammenhange liegt die Anlage zur Schulkurzsichtigkeit, von deren Unschädlichkeit im Gegensatze zur deletären, durch Inzucht entstandenen Verf. überzeugt ist; bei fehlender Anlage tritt auch unter ungünstigen äußeren Verhältnissen keine Kurzsichtigkeit ein, während bei vorhandener Anlage auch günstige äußere Umstände beim Lesen und Schreiben die Entstehung nicht verhindern können. Trotz des Widerspruches, den diese Ansichten von COHN u. a. erfahren haben, nähern sich St. und seine Gegner doch in ihren praktischen Forderungen: „auch St. gibt zu, daß ceteris paribus unter ungünstigen hygienischen Verhältnissen mehr Menschen kurzsichtig werden als unter günstigen“, er warnt nur vor einer übertriebenen Beunruhigung wegen eines relativ „kleinen Nachteils“.

G. ABELSDORFF (Berlin).

K. MARBE. **Tatsachen und Theorien des Talbotschen Gesetzes.** *Pflügers Archiv* 97, 335—393. 1903. (Vgl. „Berichtigung“ ebenda S. 641.)

G. MARTIUS. **Das Talbotsche Gesetz und die Dauer der Lichtempfindungen.** *Pflügers Archiv* 99, 95—115. 1903.

K. MARBE. **Bemerkungen zu einem Aufsatz von G. Martius.** *Pflügers Archiv* 100, 487—494. 1903.

Erstere Arbeit führt zunächst die Tatsachen des TALBOTSCHEN Satzes an. Die bei sukzessiv und periodisch die Netzhaut treffenden Reizen bei der kritischen Periodendauer eintretende konstante Empfindung ist identisch mit derjenigen, welche vorhanden wäre, wenn das während einer Periode wirkende Licht gleichmäßig auf die Dauer der ganzen Periode verteilt wäre. Das Entstehen der konstanten Empfindung wird begünstigt durch 1. Verminderung der Reizdauern, 2. Vergrößerung des Unterschieds der Reizdauern, 3. Verminderung des Unterschieds der Reizintensitäten, 4. Verminderung der Anzahl der während einer Periode wirkenden Reize bei gleichbleibender Reizdauer, 5. Verstärkung der mittleren Lichtintensität, d. h. der während eines Zeitelements durchschnittlich ins Auge fallenden Lichtmenge. In zweiter Linie werden als beeinflussende Momente erwähnt:

Größe des Beobachtungsfeldes, Helligkeit des Hintergrundes, Adaptation des Auges. Bei Anwendung bewegter Flächen kommt noch der Einfluss der Konturenbewegung hinzu. Verf. wendet sich gegen SCHENCK und JUST (Referat, *diese Zeitschrift* 31, 226), welche aus der kritischen Periodendauer die kritische Dauer einer Reizgruppe bestimmen; dieser Wert gebe aber nicht die zur Verschmelzung eben hinreichende Dauer der Reizgruppe an, weil bei der kritischen Periodendauer die Reizgruppe mit allen von der Scheibe ausgelösten Reizen verschmilzt. Wird die kritische Periodendauer als Maß für die Günstigkeit der Verschmelzung betrachtet, so ergeben die SCHENCKschen Versuche nach Verf. nichts Neues. — Theorie des TALBOTSchen Satzes. Gegen die Anschauungen von BOAS wird eingewendet, daß das Entstehen konstanter Empfindungen bei schneller Reizfolge nicht erklärt wird, sowie daß die zugrunde gelegte Ansicht vom Abklingen der Erregung nicht mehr haltbar sei, ein Einwand, der ebenfalls gegen FICK und EXNER erhoben wird. Verfassers eigene Theorie faßt jeden konstanten Reiz als bestehend aus n aufeinanderfolgenden Reizen von sehr kurzer unter sich gleicher Dauer auf (Elementarreize). Die Dauer des Elementarreizes, welche als Zeitelement bezeichnet wird, ist so klein angenommen, daß die Lichtintensität (auch bei inkonstantem Reiz) während des Zeitelements als konstant gelten kann. Bei ungleichmäßiger Lichtverteilung entsteht eine konstante Empfindung, wenn sich die ungleichmäßige Lichtverteilung der gleichmäßigen genügend nähert. Bei ungleichmäßiger Lichtverteilung von der Periodendauer t fällt während jeder Periode gleichviel Licht in das Auge. Diese Lichtverteilung nähert sich um so mehr einer gleichmäßigen, je kleiner t oder je kleiner die mittlere Variation der Elementarreize während der Zeit ist. Es wird gezeigt, daß die 4 ersten der oben genannten die Verschmelzung begünstigenden Momente entweder die Zeit t verkleinern (Moment 1 u. 4) oder die mittlere Variation der Elementarreize innerhalb dieser Zeit (2 u. 3). Das fünfte Moment findet seine Erklärung in der bei steigendem Reiz abnehmenden Unterschiedsempfindlichkeit. Des weiteren wird aus den Voraussetzungen abgeleitet, warum speziell die im TALBOTSchen Satz formulierte Empfindung eintritt. Verschmelzung tritt dann ein, wenn sich die ungleichmäßige Lichtverteilung der gleichmäßigen genügend nähert; weil dabei der Unterschied zwischen der tatsächlich vorhandenen ungleichmäßigen Lichtverteilung und einer gleichmäßigen nicht bemerkt wird, ist die Empfindung bei der Verschmelzung gleich derjenigen des gleichmäßig verteilten Lichts. Daß die 4 ersten die Verschmelzung begünstigenden Momente den Unterschied zwischen der vorhandenen ungleichmäßigen Lichtverteilung und einer gleichmäßigen Verteilung desselben Lichts verringern müssen, wird an besonderen Beispielen gezeigt. — Die oben in zweiter Linie genannten auf die Verschmelzung einwirkenden Momente lassen sich nicht unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachten. Eine Herleitung des TALBOTSchen Satzes, den Verf. übrigens auch auf farbiges gemischtes und homogenes Licht bezogen wissen will, aus den Erregungen bei Einzelreiz ist noch nicht möglich; jedenfalls seien aus den Tatsachen des Satzes keine Schlüsse auf An- und Abklingen zu ziehen. — Gegen LEHMANN wendet Verf. ein, daß dessen „Periodenkonstanten“ keineswegs konstant seien. Auch sei der Einfluss

der Konturenbewegung auf das Verschmelzungsphänomen unberücksichtigt geblieben. Ein längerer Abschnitt ist gegen die Ansichten von MARTIUS gerichtet. Nach Verf. ist MARTIUS der Ansicht, daß bei periodischem Wechsel zweier Lichtreize, von denen einer die Intensität Null hat, nicht eine dem TALBOTSchen Satz entsprechende Empfindung entsteht, sondern dieselbe, welche bei konstanter Einwirkung des einen Reizes vorhanden ist; erst bei größerer Intensität des schwächeren Reizes als Null gälte auch nach MARTIUS der TALBOTSche Satz. Hält Verf. schon die theoretische Begründung für falsch, so findet er auch die Tatsachen durch Nachprüfung widerlegbar. Betrachtet jedes Auge im Dunkeln eine von zwei gleichhellen Flächen durch einen Spalt, und wird der eine durch einen Episkotister periodisch verschlossen, so erscheint die durch denselben gesehene Fläche deutlich dunkler. Auf alle Einzelheiten der Polemik kann hier natürlich nicht eingegangen werden. — In Erweiterung seiner Theorie nimmt MARBE an, daß der TALBOTSche Satz im engeren Sinne auch in den anderen Sinnesgebieten gültig ist, in denen konstante Reize konstante Empfindungen auslösen. Indem die periodisch auf das Sinnesorgan treffenden Reize als Kräfte aufgefaßt werden, ergeben sich Sätze, welche mechanische Erklärungen zulassen und dem TALBOTSchen Satz nebst den unter 1—5 erwähnten Beziehungen analog sind. Demnach reiche für einen Teil der Tatsachen des TALBOTSchen Satzes eine mechanische Erklärung aus. Auf einen Hinweis der allgemeinen Bedeutung einiger Tatsachen des TALBOTSchen Satzes reihen sich schließlich einige Bemerkungen über stroboskopische Erscheinungen an; diese beruhen, wenn es sich um das Sehen scheinbar unbewegter Bilder handelt, ausschließlich auf den Tatsachen des TALBOTSchen Satzes; handelt es sich um scheinbare Bewegungen, so kommt hinzu, daß der Ausfall einzelner Bewegungsphasen nicht bemerkt wird.

In der zweiten der zitierten Arbeiten gibt MARTIUS einen Bericht über seine von MARBE beanstandeten Untersuchungen, bei welchen völlig momentan auftauchende mit absoluter Dunkelheit wechselnde Reize zur Verwendung kamen (Episkotister im Brennpunkt der Beleuchtungslinse). Die Einrichtung ist des Vergleichs wegen für jedes Auge getrennt vorhanden. Es wurden zunächst die Maximalzeiten für verschiedene Lichtintensität bestimmt, d. h. die Zeiten der Einwirkung, welche zur Entfaltung maximaler Empfindung nötig waren. Weiter wurde die Kurve des zeitlichen Verlaufs der Lichterregung dadurch gefunden, daß die Zeiten aufgesucht wurden, während welcher ein stärkerer Reiz einen Eindruck bestimmter geringerer Intensität erreicht. Die Schnelligkeit der Erregung zeigte rasches Wachsen mit den Intensitäten. Wurden mit absolutem Dunkel intermittierende Einzelreize zeitlich einander näher gerückt, so war das Resultat verschieden, je nachdem untermaximale, maximale oder übermaximale Reizzeiten (s. o.) verwendet wurden. Bei untermaximalen folgt nach dem Flimmerstadium ein homogener Eindruck von derselben Helligkeit, wie die Einzeleindrücke, welcher sich bei weiterer Annäherung bis zur Maximalhelligkeit aufhellt; bei maximalen oder übermaximalen fällt das Stadium der Aufhellung fort. Ohne daß die Beziehungen zum TALBOTSchen Satz näher erörtert wurden, wurde dieser nur als Spezialfall der Wirkung intermittierender Reize betrachtet. Demnach sei die Auffassung

MARBES, Verf.s Arbeit handle über den TALBOTSchen Satz, ungenau, auch sei ihm fälschlich die Ansicht zugeschrieben, daß bei zwei intermittierend einwirkenden Lichtintensitäten der Eindruck sich aufhelle, die konstante Empfindung intensiver werde, wenn die eine Lichtintensität gleich Null wird. Im folgenden werden vom Verf. die Beziehungen seiner Beobachtungen zum TALBOTSchen Satz dargestellt. Ein scheinbarer Widerspruch mit dem TALBOTSchen Satz liegt darin, daß intermittierende Eindrücke hergestellt werden können, welche sich so einander annähern lassen, daß nach einem Flimmerstadium Verschmelzung ohne Helligkeitsänderung eintritt. Dabei ist aber festzuhalten, daß hier wirkliche Intermittenzen (Wechsel zwischen Lichtreiz und absolutem Dunkel) sowie z. T. andere Geschwindigkeitsverhältnisse, wie bei den TALBOTSchen Erscheinungen vorliegen. Bei übermaximalen Reizen zeigt sich, daß Kontinuität der Empfindung nicht aufhört, wenn Intermittenzzeiten eingeschaltet sind (diese nehmen mit wechselnder Intensität der Reize und ihrer Dauer ab). Mit den üblichen Methoden zur Untersuchung der TALBOTSchen Erscheinungen lassen sich diese Fälle nicht herstellen, sie dürfen also nicht vom Standpunkt des TALBOTSchen Satzes beurteilt werden. Bei untermaximalen intermittierenden Reizen, deren Helligkeit mit einem einmaligen Reiz von gleicher Dauer verglichen wird, ist der scheinbare Widerspruch mit dem TALBOTSchen Satz noch größer, indem die Helligkeit nach Verschmelzen sogar noch größer werden kann, wie die des Einzelreizes. Der Fall der untermaximalen Reize kann als „Grenzfall“ des TALBOTSchen Satzes betrachtet werden, indem ein Reiz die Intensität Null hat, analog dem Fall, daß ein weißer Sektor sich vor einem absolut dunklen Hintergrund dreht. Es läßt sich annehmen, daß bei der TALBOTSchen Verschmelzung die erforderliche Geschwindigkeit diejenige ist, bei welcher die Einwirkungsdauer eines einzelnen Sektors auf ein Netzhautelement eine untermaximale Wirkung von der dem Gesetz entsprechenden Größe bedingt. Was die Versuche mit submaximalen Reizen von den Grenzfällen des TALBOTSchen Gesetzes unterscheidet, ist nach Verf. das Fehlen der eigentlichen Intermittenzzeit bei der TALBOTSchen Scheibe, das An- und Absteigen der Reizwirkung infolge „Konturenbewegung“. Da die Verdunkelung des Eindrucks bei untermaximalen Reizdauern aus demselben Grunde erfolgt wie die Verdunkelung im Grenzfall des TALBOTSchen Gesetzes, ist kein Widerspruch vorhanden. Auch folgende Überlegung macht die Beziehungen deutlich: Bei untermaximalen Einzelreizen tritt in Verf.s Anordnung bei der Verschmelzung der Eindrücke gar keine Veränderung der Reizdauer ein, wie bei der TALBOTSchen Scheibe; es ist deshalb dort unmöglich, daß der Eindruck nach der Verschmelzung dunkler ist. Der MARBESche Gegenbeweis schließt sich übersehe, daß auch bei den Versuchen des Verf. eine Verdunkelung je nach der Dauer der Reizzeit eintritt; auch sei keine momentane Abblendung der Reize erreicht gewesen.

III. In einer weiteren Mitteilung wendet sich MARBE gegen verschiedene Punkte der MARTIUSschen Ausführungen (s. Orig.).

W. TRENDELENBURG (Freiburg i. Br.).