

denn nur die idealistische Auffassung zurück, welche feststellt, daß uns nur Psychisches gegeben ist, und daraus ableitet, daß wir gezwungen sind, „im“ Psychischen zu „bleiben“, also uns mit einer „immanenten“ Philosophie zu begnügen. Zum Schluss werden die Grundlinien dieser immanenten Philosophie, wie sie vom Verf. in seiner „Psychophysiologischen Erkenntnistheorie“ dargelegt worden sind, in aller Kürze angedeutet und erläutert.

HEYMANS (Groningen).

E. VERESS. Farbenmischung infolge der chromatischen Aberration des Auges.
Pflügers Archiv 98, 403—410. 1903.

Bringt man 3—10 mm breite abwechselnd aufgeklebte blaue und gelbe Papierstreifen in den Nahpunkt des Auges, welches für einen fernerer Punkt akkommodiert ist, so erscheint an der verschwommenen Grenzlinie der Streifenpaare ein hellviolett oder rosa gefärbter Saum. Er gehört dem blauen Streifen an, wovon man sich bei Fixieren der Grenzlinie überzeugt. Bei einiger Übung bemerkt man ferner im Gelb einen grünen Saum. Den negativen Nachbildern und dem Kontrast kommt keine wesentliche Rolle bei der Erscheinung zu, da es sich um komplementäre Farben handelt, und die Blickrichtung fixiert werden kann. Vielmehr treten infolge der chromatischen Aberration des Auges an der Grenzlinie farbige „physikalische“ Zerstreuungskreise auf, von denen der rote Saum am meisten zur Geltung kommt und mit dem Blau des Streifens Farbenmischung gibt. Die Qualität der Mischfarbe hängt vom Ton und Sättigungsunterschied der verwendeten Farben, sowie vom Akkommodationsgrade ab. Auch wenn die Hälfte der Pupille von oben oder von unten her verdeckt wird, tritt der grüne und violette Saum im gelben und blauen Streifen auf. Weniger leicht ist die von der chromatischen Aberration abhängige Farbenmischung mit Rot und Blaugrün zu erzielen wegen des weniger günstigen Helligkeits- und Sättigungsverhältnisses.

W. TRENDLENBURG (Freiburg i. Br.).

MAX LEVY. Über einen zweiten Typus des anomalen trichromatischen Farbensystems nebst einigen Bemerkungen über den schwachen Farbensinn.
Dissertation, Freiburg i. Br. 1903. 63 S.

Der Verf. leitet seine interessanten und theoretisch bedeutsamen Darlegungen mit einem Abriss der geschichtlichen Entwicklung ein, welche unsere Kenntnisse über die anomalen trichromatischen Systeme genommen haben. Lord RAYLEIGH, welcher zur Untersuchung bereits die jetzt noch gebräuchliche und diagnostisch ausgezeichnet verwertbare Methode benutzte, Gleichungen zwischen spektralem Gelb einerseits und einer Mischung von Rot und Grün andererseits einstellen zu lassen, konstatierte zwei neue Anomalien des Farbensinnes, welche von Farbenblindheit durchaus verschieden sind und in entgegengesetzten Richtungen vom normalen Typus abweichen: die eine Gruppe, vertreten durch 5 Individuen, nahm bei Einstellung der genannten Gleichung beträchtlich mehr Grün in die Mischung, die andere aber (2 Personen) erheblich mehr Rot als der Normale. DONDERS beobachtete ebenfalls anomale Trichromasie, fand aber nur die durch die erste RAYLEIGHsche Gruppe repräsentierte Anomalie wieder auf

und erklärte sie als Abweichung in der Beschaffenheit der optischen Substanzen. Auch HERING konstatierte die fraglichen Typendifferenzen, kommt aber zu theoretischen Folgerungen, welche denen DONDERS' entgegengesetzt lauten. Während DONDERS Differenzen in der Beschaffenheit der Sehsubstanzen für die Unterschiede der Farbensysteme verantwortlich macht, gibt HERING sowohl für die Typenunterschiede unter den Farbenblinden (Rot- und Grünblinde) wie für die von DONDERS beschriebene Abweichung vom normalen Farbensystem eine rein physikalische Erklärung: Die bei verschiedenen Individuen verschiedene selektive Absorption der verschiedenwelligen Lichter durch das Makulapigment soll es bedingen, daß jene individuellen Unterschiede des Farbensinnes zur Beobachtung gelangen, welche bei den Farbentüchtigen als „relative Gelbsichtigkeit“ (anomale Trichromasie) und „relative Blausichtigkeit“ (normales System) bezeichnet werden und welche die Farbenblinden in relativ gelbsichtige Rotgrünblinde (Grünblinde) und relativ blausichtige Rotgrünblinde (Rotblinde) trennen lassen. Natürlich müssen nach dieser Vorstellung — und HERING behauptete dieses auch — zwischen den extremen Repräsentanten dieser Typen der Farbentüchtigen wie der Farbenblinden alle Übergangsformen existieren. KÖNIG bestritt auf Grund ausgedehnter systematischer Versuchsreihen die tatsächliche Richtigkeit dieser letzten Angaben HERINGS, indem er nachwies, daß die Farbenblinden in zwei scharf gesonderte Typen zerfallen, zwischen denen Übergänge nicht vorkommen; er machte es dann auch für die Systeme der Farbentüchtigen wahrscheinlich, daß das normale und anomale trichromatische System durch bestimmte und typische Unterschiede übergangslos voneinander geschieden sind. Zugleich gelang es KÖNIG zu zeigen, daß der Unterschied zwischen normalem Farbensystem und anomaler Trichromasie auf Differenzen in den Erregbarkeitsverhältnissen der „Grünkomponente“ und zwar dieser allein, nicht auch der „Rotkomponente“ beruht, eine Tatsache, die leicht mit der HELMHOLTZschen, unmöglich aber mit der HERINGSchen Farbentheorie in Einklang zu bringen ist, denn letztere Theorie fordert, mit der Annahme einer „Rotgrünkomponente“, daß bei veränderter Beschaffenheit einer Empfindung auch die gegenfarbige sich verändert darstellt. Diese Schwierigkeit suchte HERING, wie oben gezeigt, durch die Aufstellung jener rein physikalischen Erklärung der Typendifferenzen (Makulaabsorption) zu umgehen, die Funktion der eigentlichen Sehsubstanzen also als unbeeinflusst hinzustellen.

Wenn schon DONDERS zu entgegengesetzten Schlüssen gelangt, so bewies von KRIES bindend die Unhaltbarkeit der HERINGSchen Erklärungsweise. Er zeigte, daß die Differenzen der beiden trichromatischen Systeme außerordentlich groß und durch keine Zwischenformen verbunden sind, daß bei Ausschaltung des farbentüchtigen Apparates, aber Nichtausschaltung des Makulaeinflusses durch Untersuchung im Dämmerungssehen, die Typenunterschiede verschwinden, daß mithin der farbenperzipierenden Sehsubstanzen, nicht das Makulapigment für die Typendifferenzen verantwortlich sind. Auch die Tatsache, daß das braune Makulapigment gerade die Lichter, an denen die Typendifferenzen ausschließlich hervortreten, nämlich die langwelligen gar nicht absorbiert, wird, wie schon HELMHOLTZ es tat, gegen HERINGS Ansicht ins Feld geführt.

Absolut beweisend gegen den Einfluss des Makulapigmentes spricht endlich die Feststellung, daß bei Einstellung von Gleichungen zwischen einer Rot-Grünmischung einerseits und den zwischen diesen Komponenten liegenden einzelnen homogenen Lichtern andererseits der Unterschied zwischen normalen und anomalen Trichromaten nicht durch eine für alle Gleichungen konstante Proportion der Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Rot}}$ zum Ausdruck kam. Das letztere hätte bei rein physikalischer Absorption notwendig der Fall sein müssen, denn der Absorptionskoeffizient ist unabhängig von der Intensität des Lichtes.

War nun auch die von HERING angegebene und durch den angeblich gleichartigen Einfluss der Makulaabsorption begründete Analogie zwischen den Typen der Farbentüchtigten (normale und anomale Trichromaten) und denen der Farbenblinden (Rot- und Grünblinde) nach diesen Ausführungen hinfällig geworden, so machte doch TSCHERMAK neuerdings den Versuch, durch eine andere Parallele diese Analogie zu retten. Er meinte, anomale Trichromaten und Grünblinde zeichneten sich durch schnelle und ausgiebige Dunkeladaptation, Normale und Rotblinde aber durch langsame und geringe Adaptation aus. Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht tat indessen PIPER dar und gänzlich unbegründet muß der Versuch der bezeichneten Analogiekonstruktion erscheinen, wenn jetzt LEVY den Nachweis von nicht zwei, sondern mindestens drei verschiedenen trichromatischen Systemen erbringt.

Die Versuche begannen mit Gleichungseinstellungen zwischen einer Rotgrünmischung und homogenen Lichtern, welche im Spektrum zwischen den Mischungskomponenten liegen. Der Verf. bedurfte für seine anomalen Sehorgane in jeder Mischung erheblich mehr Rot und weniger Grün als der Normale; das Verhältnis der Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Rot}}$, welche sich aus den Beobachtungen des Normalen und des Verfassers ergaben, war kein konstantes, die Anomalie war also in die Sehsubstanzen zu lokalisieren, nicht aber auf Absorption in den Medien zurückzuführen. Bei Beobachtung durch ein absorbierendes Medium (grünes Glas) blieben die charakteristischen Unterschiede zwischen normalem und anomalem Beobachter bestehen. Nach Anstellung ähnlicher Versuche mit Lichtern des brechbaren Spektralgebietes, in welchen die Unterschiede zwischen Normalen und Anomalen verschwinden, ließ sich der Schluss ziehen, daß die neue Anomalie sich als Abweichung vom normalen im ersten und zweiten Drittel des Spektrums geltend macht, im brechbarsten Teile aber nicht zum Ausdruck kommt. Wahrscheinlich handelt es sich um den von Lord RAYLEIGH bereits beschriebenen, von DONDEERS, KÖNIG und HERING aber nicht wieder beobachteten Typus anomaler Trichromasie.

Die „Peripheriewerte“ wurden derart bestimmt, daß die Lichtintensität eines in homogener Spektralfarbe leuchtenden Fleckes auf weißem Grunde so lange geändert wurde, bis er bei Beobachtung mit peripheren, total farbenblinden Netzhautteilen verschwand, also mit dem umgebenden Weiß gleichen Reizwert hatte. Es ergab sich, daß das anomale System des Verf. auch in diesem Punkte deutlich vom normalen Typus abwich, indem lang-

welliges Licht relativ geringen Reizwert aufwies. Das Reizwertmaximum lag beträchtlich nach dem brechbaren Ende des Spektrums hin verschoben und das ganze Verhalten näherte sich stark dem des Protanopen an.

Die Dämmerungswerte stimmten mit denen aller anderen bekannten Typen vollkommen genug überein, um jede Anomalie des „Dunkelapparates“ auszuschließen.

Nach allen Versuchsergebnissen kann es nicht zweifelhaft sein, daß das hier beschriebene, anomale trichromatische System dem protanopischen sehr nahe steht und es dürfte wohl anzunehmen sein, daß die Rotkomponente im vorliegenden Fall derart von der normalen Beschaffenheit abweicht, daß ihre Erregbarkeitsverhältnisse stark derjenigen der Grünkomponente ähnlich sind, daß also die Rotkurve bei graphischer Darstellung zum brechbaren Spektralende hin verschoben und der Grünkurve stark angenähert erscheinen müßte. Indessen sind zur sicheren Entscheidung dieser Fragen noch weitere Versuche notwendig.

Um auf „schwachen Farbensinn“, welcher durch mangelhafte Unterschiedsempfindlichkeit für Farben definiert ist, zu untersuchen, wurden Gleichungen in der Weise eingestellt, daß zu einer gegebenen homogenen Farbe im einen Felde die gleiche im anderen aufgesucht werden mußte. Der Verf. stand bei solchen Versuchen, die Lichter von 189—496 $\mu\mu$ betrafen, keineswegs an Unterschiedsempfindlichkeit hinter den Vertretern normaler Farbensysteme zurück. Dagegen lag die Schwelle für die Wahrnehmbarkeit roter Pigmentpapiere erheblich höher als beim Normalen. Hier zeigte sich also wieder die schon erwähnte, der des Protanopen ähnliche Unterwertigkeit von neuem. Gab man aber den Pigmenten durch geeignete Anordnungen Helligkeiten, welche für Normalen und Anomalen subjektiv gleich waren, machte man mithin die Farbe für die Beobachtung des Anomalen um einen seiner Rot-Minderempfindlichkeit entsprechenden Betrag heller, so wurde die Wahrnehmbarkeitsschwelle dieselbe; also auch im Gebiet der langwelligen Lichter besteht keine Differenz der Unterschiedsempfindlichkeit. Die Abhängigkeit der Farbenschwelle von Lichtintensität und Flächengröße des Objektes erwies sich für den Anomalen als denselben Gesetzen unterworfen, die für den Normalen gelten.

Nach allem Gesagten handelt es sich also um eine Anomalie des Farbensinnes, welche keineswegs mit Herabsetzung der Unterschiedsempfindlichkeit verknüpft ist, sondern als scharf umrissenes, festes System aufzufassen ist. Scheint es, als ob die bisher bekannte Form der anomalen Trichromasie durch eine Veränderung der Erregbarkeitsverhältnisse der Grünkomponente charakterisiert ist, so deuten alle Beobachtungen am hier beschriebenen Typus darauf hin, daß es sich um veränderte Erregbarkeit der Rotkomponente im Sinne der HELMHOLTZschen Theorie handelt. Da alle neuen Feststellungen über die verschiedenen Formen anomaler Trichromasie im Streite über die Farbentheorien besondere Bedeutung erlangen zu sollen scheinen, so bedeutet die mit so erprobten Methoden systematisch durchgeführte Untersuchung dieser neuen Anomalie zweifellos einen Schritt vorwärts und muß als ein recht wertvoller Beitrag zur Lösung des so verwickelten Farbenproblems anerkannt werden. H. PIPER (Berlin).
