

P
A
N

11533

Prof. Dr. H. Thawdowski
r. f. Sinnesphysiol. Dr. Karimienari Thawdowski

z wyrazami prozodnymi
Zeitschrift *Warszawa, 18/11/1920*

wdrukiem autorskim

Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane

begründet von

Herm. Ebbinghaus und Arthur König

herausgegeben von

F. Schumann und J. Rich. Ewald.

11533

II. Abteilung.

Zeitschrift für Sinnesphysiologie.

In Gemeinschaft mit

S. Exner, J. v. Kries, Th. Lipps, A. Meinong,
G. E. Müller, C. Stumpf, A. v. Tschermak, W. Uhthoff,
Th. Ziehen, H. Zwaardemaker

herausgegeben von

J. Rich. Ewald.

Sonder-Abdruck

Leipzig.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Dörrienstraße 16.

Sechs Hefte bilden einen Band. Preis des Bandes 15 Mark.

Durch alle Buchhandlungen sowie direkt von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Der wachsende Umfang der

Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane

sowie die damit sich steigernden Schwierigkeiten einer an zwei Herausgeber verteilten Leitung haben es zweckmäßig erscheinen lassen, die Zeitschrift von Beginn des 41. Bandes in zwei Abteilungen zu veröffentlichen, entsprechend den beiden seither in ihr vereinigten Wissensgebieten.

Die erste Abteilung wird als

„Zeitschrift für Psychologie“

von F. Schumann, die zweite Abteilung als

„Zeitschrift für Sinnesphysiologie“

von J. Rich. Ewald herausgegeben. Der Literaturbericht bleibt ungeteilt — also auch für die sinnesphysiologische Abteilung — mit der I. Abteilung verbunden. Er soll die Leser ganz in der bisherigen Weise sowohl über das gesamte Gebiet der Psychologie und der Nervenphysiologie, soweit sie für jene Bedeutung besitzt, wie auch über die wichtigsten Erscheinungen ihrer Nachbargebiete durch Berichte und Besprechungen auf dem Laufenden erhalten.

Die Ausgabe der Bände wird, wie bisher, in Heften im Umfang von etwa 5 Bogen erfolgen. 6 Hefte jeder Abteilung bilden einen Band, der 15 Mark kostet.

ARTHUS, MAURICE, Elemente der physiologischen Chemie. Deutsch bearbeitet von Johannes Starke. 3. vollständig neu durchgesehene und vielfach umgearbeitete Auflage. 8^o. VI, 353 S. mit 15 Figuren im Text. 1910. Geb. M. 6.75

Deutsche Medizinzeitung: Der vorliegende Leitfaden für eine praktische Einführung in die physiologische Chemie verdient allgemeine Verbreitung. Ohne lange theoretische Auseinandersetzungen und nur die elementarsten Kenntnisse der Chemie voraussetzend, geht der Verfasser, dem wir u. a. bekanntlich wichtige Untersuchungen über die Blutgerinnung verdanken, hier gleich in medias res.

AUERBACH, Prof. Dr. F., Akustik. Ein Handbuch. X, 714 S. mit 367 Abb. 1909. M. 25.—, geb. M. 27.—

Das Werk bildet Band II von Winkelmanns Handbuch der Physik, 2. Aufl. Da seit 70 Jahren kein Handbuch der Akustik erschienen ist, dürfte das vorliegende, das von einem herufenen Fachgelehrten geschrieben ist und den modernsten Standpunkt vertritt, guter Aufnahme sicher sein.

BIELSCHOWSKY, Prof. Dr. A., Repetitorium der Augenheilkunde. VI, 58 S. 1912. Mit Schreibpapier durchschossen M. 1.80 Gebunden und mit Schreibpapier durchschossen M. 2.25

Bildet Band 12 von Breitensteins Repetitorien.

Der Verfasser, durch eine lange Reihe von Ferienkursen mit den Wünschen und Bedürfnissen der Kandidaten vertraut, dürfte hier ein vorbildliches Repetitorium verfaßt haben. Er hat sich darauf beschränkt, die wesentlichen Daten der Funktionsprüfungen und der klinischen Krankheitsbilder in knappster Fassung bei möglicher Vollständigkeit darzustellen.

Herr Geheimrat Sattler hat die Korrektur durchgesehen und wertvolle Ratschläge gegeben.

Das Buch erhebt sich also bei weitem über das übliche Niveau der Repetitorien. Es wird nur mit Schreibpapier durchschossen ausgegeben.

KAFKA, Dr. GUSTAV, Einführung in die Tierpsychologie auf experimenteller und ethnologischer Grundlage. Erster Band: Die Sinne der Wirbellosen. XII, 606 S. mit 362 Abbild. im Text. 1913. M. 18.—, geb. M. 19.50

Münchener Neueste Nachrichten: In diesem umfangreichen Buche gibt der Verfasser eine Darstellung der Tierpsychologie, wie sie wohl in dieser Art und Ausführlichkeit noch nicht vorhanden ist. Es kann kein Zweifel sein, dass sich das Werk infolge seiner Eigenart nach dem Wunsche des Verfassers zur Einführung für den mit diesem Tatsachengebiet noch Unbekannten eignet, andererseits hat es aber sicherlich auch seinen Wert für den, der auf dem Gebiete der Tierpsychologie als selbständiger Forscher tätig ist. Das Verständnis des schwierigen Gegenstandes wird durch die zahlreichen Abbildungen wesentlich erleichtert.

Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie: Das Buch stellt eine wertvolle Bereicherung der einschlägigen Literatur dar, in der es einen bleibend hervorragenden Platz behauptet.

11533

Sonderabdruck aus

„Zeitschrift für Sinnesphysiologie“.

Bd. 50 (1918).

Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig.

H-123689



11533

(Aus dem Psychologischen Institute der Universität Göttingen.)

Räumliche Farbmischung auf der Netzhaut.

Von

WANDA V. LEMPICKA.

Inhalt:

	Seite
Einleitung	217
Kapitel 1: Versuche mit tonfreien Farben	220
§ 1. Die Gültigkeit des TALBOTSchen Satzes für ruhende Farbflächen	220
§ 2. Die Bedingungen der Verschmelzung für ruhende Farbflächen	225
Kapitel 2: Versuche mit bunten Farben	230
§ 3. Untersuchungen über Farbensynkrasie von K. B. R. AARS	230
§ 4. Versuche über den Farbeindruck bei völliger Verschmelzung buntfarbiger Streifen	233
§ 5. Qualitative Änderungen bei verschiedener Entfernung	238
§ 6. Vergleichende Versuche über die räumliche und zeitliche Verschmelzung von bunten Farben	242
§ 7. Versuche über räumliche Verschmelzung auf der Peripherie der Netzhaut	248
§ 8. Unsere Versuche und die neuimpressionistische Technik	249
Zusammenfassung	251

Einleitung.

Das TALBOTSche Gesetz besagt, daß zwei Lichter, die sukzessiv und periodisch mit hinreichender Geschwindigkeit ein und denselben Punkt der Netzhaut treffen, eine einzige konstante Empfindung auslösen, die derjenigen gleich ist, welche entstehen würde, wenn beide Lichter über die Dauer der ganzen Periode gleichmäßig verteilt wären.

Eine andere Art von Verschmelzung zweier Farben zu einer einzigen Empfindung liegt dann vor, wenn ein Auge eine Fläche, die aus kleinen Elementen dieser Farben besteht, aus einer solchen Entfernung betrachtet, daß es die einzelnen Elemente nicht mehr zu unterscheiden vermag. Bei dieser Art der Verschmelzung spricht man von der räumlichen Farbmischung. Die Ergebnisse dieser Versuche von EBBINGHAUS und anderen sind in der folgenden Tabelle mitgeteilt. Diese Ergebnisse stimmen mit denjenigen überein, die von anderen Forschern erhalten sind. Die Tabelle besteht in

PAN 11533



dem einfachen Nebeneinanderstellen sehr kleiner Flächen . . . Tritt man genügend zurück d. h. verkleinert man die Gesichtswinkel der kleinen Flächen . . . dann haben die Farben auf der Netzhaut durch Irradiation übereinander gegriffen und sich gemischt.¹⁾“

Ferner hat sich schon EXNER mit derartigen Mischungsvorgängen beschäftigt. Er formuliert seine Ergebnisse bezüglich tonfreier Farben wie folgt: „Überschreiten wir die Grenze des deutlichen Sehens durch Herabsetzung entweder der Beleuchtung oder der Sehwinkelgröße der Objekte, so findet eine physiologische Mischung der Helligkeiten statt, welche zu demselben Ergebnis führt, zu welchem die physikalische Mischung der gleichen Helligkeiten geführt hätte.“² Seiner Ansicht nach „hat man es hier mit einem Lehrsatz zu tun, der in voller Analogie mit dem Talbot-Plateauschen Satze steht. Was dieser von dem zeitlichen Nebeneinander, sagt jener von dem räumlichen Nebeneinander.“³

Die hier berührte Art der Farbenmischung ist uns gut vertraut aus der Praxis des gewöhnlichen Lebens. Wir erhalten von der Wand eines Hauses aus hinreichend großer Entfernung den Eindruck einer gleichförmig gefärbten Wand, die aus der Nähe betrachtet, sich zusammengesetzt erweist aus einer Unzahl verschieden gefärbter kleinster Teilchen. Eine Wiese bezeichnen wir mit Recht auf Grund ihres Eindrucks aus großer Entfernung als einheitlich grün, wo doch die einzelnen Pflanzen in allen denkbaren Sättigungsstufen nicht nur des Grün, sondern auch anderer Farben auftreten, die dem Grün mehr oder weniger nahe stehen. Erst diese Art der Farbenmischung erklärt es überhaupt, daß wir gegenüber der Mehrzahl der uns umgebenden Dinge dazu kommen, ihnen eine einheitliche Farbe zuzuschreiben, denn die Gleichförmigkeit der Färbung der Dinge unserer Umgebung ist die Ausnahme und ist in der Regel ein Kunstprodukt.

Im Kunstgewerbe sind die Gesetze der hier berührten Farbenmischung seit langer Zeit bekannt und fanden eingehende Berücksichtigung, so z. B. bei der Erzeugung von Gobelins, Teppichen usw. Schon in einem ihrer ältesten Zweige, der Mosaikkunst, hat sich die Kunst des Prinzips der Zusammensetzung größerer, farbiger Flächen aus kleinen, verschieden farbigen Elementen bekanntlich mit gutem Erfolge bedient. In der Malerei ist das Verfahren, welches darauf beruht, zur Steigerung der Lebhaftigkeit der Wirkung größere Flecken von Farben auf dem Bilde nebeneinander zu setzen und die Verschmelzung zu einer einheitlichen Farbe dem Auge des Beschauers zu überlassen, bereits deutlich in der impressionistischen Epoche der griechisch-römischen Malerei, deutlich schon bei den Fayum-Porträts der Ägypter und wird dann wieder entdeckt und vervollkommen bei den nordischen Malern. In ausgeprägter Weise ist es z. B. in Rembrandts Altersstil zu finden. Zu einem allgemein technischen Prinzip hat

¹ H. EBBINGHAUS, Grundzüge der Psychologie, 3. Aufl., I. Bd. Leipzig 1911. S. 225.

² SIGM. EXNER, Studien aus dem Grenzgebiete des lokalisierten Sehens. *Arch. Phys.* Bd. 73. 1893. S. 119.

³ EXNER, a. a. O. S. 122.

sich das Verfahren bei den französischen Impressionisten des 19. Jahrhunderts entwickelt. Einen Schritt weiter ist der Neuimpressionismus gegangen, welcher die reinen Farben der Palette, und nicht, wie der alte Impressionismus, gemischte Farben „in kleinen Partikeln, Punkten oder Strichen, nicht in Flächen, auf die Landwand auftragen“ liefs, und das auf solche Weise, dafs „sich die Ränder nicht mischen“ — ja sogar „der weifse Malgrund zwischen den einzelnen Partikeln als trennendes Neutrum stehen bleibt.“¹

Dadurch, dafs man die Mischung der reinen Farben im Auge und nicht auf der Palette vor sich gehen läfst, wird zweierlei erreicht. Es entstehen auf diese Weise Farben, die den Mischungen auf der Palette an Reinheit und Sättigung überlegen sind. Es ist so, als ob die entsprechenden reinen Farben auf dem Kreisel gemischt wären. Darüber äufsert sich Rood: „In diesem Falle mischen sich die Tinten auf der Netzhaut und erzeugen neue Farben, identisch mit denen, die man mittels der Methode der rotierenden Scheiben gewinnt.“² Wird auf diese Weise durch das genannte Mischungsverfahren die Qualität des Farbeindrucks im mafsgeblichen Grade bestimmt, so hat dasselbe auch seine besondere Bedeutung für die Erscheinungsweise der entstehenden Farbeindrücke. Betrachtet man Bilder, die nach der neu-impressionistischen Technik gemalt sind, aus einer solchen Entfernung, dafs die Flächenelemente noch nicht ganz oder nur zeitweilig verschmelzen, so treten farbige Eindrücke von eigenartigem Reiz auf, wie sie der älteren Malerei nicht bekannt waren; das neue Mischungsverfahren bedeutet auch nach dieser Richtung unzweifelhaft eine wichtige Bereicherung des Ausdrucks. Nach der Beschreibung von Rood verleiht das undeutliche Auftauchen und Verschwinden der farbigen Flecken „der Oberfläche einen weichen, eigenartigen Glanz und einen gewissen Grad der Durchsichtigkeit, so dafs wir hinein und darunter zu sehen scheinen.“³ In R. HAMANN'S Buch über den Impressionismus⁴ wird die von Rood erwähnte Erscheinung folgendermassen dargestellt: „Ohne dafs die Farbenpunkte einzeln zu unterscheiden und in ihrer Gestalt zu erkennen sind, ergeben sie doch zusammen eine Art von Flimmern, einem Schneefall der Farbe vergleichbar, etwas schwebendes und rauhes“.⁵ Was das hier behandelte Mischungsverfahren für tonfreie Farben angeht, so hat es stets weitgehende praktische Berücksichtigung von seiten der sog. graphischen oder Griffelkünste⁶) gefunden. Ein Holzschnittkünstler wie DÜRER mit der Neigung, seine künstlerische Tätigkeit mit wissenschaftlicher Spekulation über die Natur seiner Mittel zu durchsetzen, hat nicht nur die wichtigsten Tatsachen unseres Mischungsverfahrens für tonfreie

¹ KURT HERMANN, Der Kampf um den Stil, Berlin 1911.

² N. ROOD, Théorie scientifique des couleurs. Paris 1881. S. 240. Ähnliche Ausführungen findet man bei PAUL SIGNAC, Von Delacroix zum Neoimpressionismus. 1903.

³ ROOD, a. a. O. S. 241.

⁴ R. HAMANN, Der Impressionismus in Leben u. Kunst. Köln 1907.

⁵ HAMANN, a. a. O. S. 39.

⁶ M. KLINGER, Malerei und Zeichnung. V. Aufl. 1908.

Farben in genialer Weise bei seinen Holzschnitten zur Anwendung gebracht, sondern auch wohl ihr theoretisches Prinzip richtig erfafst.

Was vorstehend an Tatsächlichem aus der Literatur zu unserem Problem der räumlichen Farbmischung auf der Netzhaut angeführt werden konnte, ist, soweit ich sehen kann, nicht auf Grund von exakten Versuchen oder systematischen Beobachtungen festgestellt worden. Es wurde stets von seiten sowohl der Psychologie als auch der Theorie der Malerei als selbstverständlich vorausgesetzt, dafs die räumliche Farbmischung in ihren Resultaten mit dem Mischungsverfahren auf dem Kreisel übereinstimmt. Bei dieser Sachlage schlug mir Herr Dr. KATZ vor, diese Voraussetzung selbst zum Gegenstand einer experimentellen Untersuchung zu machen, die sich natürlich nicht nur auf das Endresultat der Verschmelzung, auf die entstehende Mischfarbe zu beziehen, sondern auch die Bedingungen der Mischung im einzelnen zu prüfen hätte.

Indem wir versuchsmäfsig, wenn auch in einer sehr vereinfachten Form, das Verfahren der Malerei nachahmen, den Aufbau von Farbflächen aus kleinen Elementen vorzunehmen, bietet sich uns die Möglichkeit, die Erscheinungsweise der Farben derartiger Flächen zu studieren. Wir werden für diesen Zweck ein besonderes Augenmerk den Farbeindrücken zuzuwenden haben, die auftreten, ehe die Mischung der Elemente eine vollständige geworden ist, denn unter dieser Bedingung wollen die Kunstwerke neu-impressionistischer Art betrachtet werden. So sehr auch die Maler dieser Technik dem Stoffe nach als Naturalisten bezeichnet werden können (SEGANTINI und SIGNAC), so wenig sind sie es in ihrer Farbgebung, in der sie ganz neuartige, in der Natur nicht vorkommende Farbeindrücke entdeckt haben. Es ist geradezu ein Idealismus der Farbe, dem zuliebe die ungewöhnlich mühselige Technik des Strichelns oder Punktierens eingeführt worden ist. Die Untersuchung dieser Frage macht unsere Arbeit zu einer teilweise kunstpsychologischen, im Sinne MÜNSTERBERGS zu einer psychotechnischen.¹ In diesem Falle erweist sich die Kunst, wie sie es auch sonst schon getan hat, als Anregerin zu psychologischen Untersuchungen theoretischer Natur.²

1. Kapitel.

Versuche mit tonfreien Farben.

§ 1. Die Gültigkeit des TALBOTSchen Satzes für ruhende Farbflächen.

Das Versuchsmaterial. Von allen Möglichkeiten, Farbflächen aus kleinen Elementen gleichförmig aufzubauen, erwies sich nur der

¹ H. MÜNSTERBERG, Grundzüge der Psychotechnik. Leipzig. 1914.

² D. KATZ, a) Experimentelle Psychologie und Gemäldekunst, in dem Bericht über den V. Kongrefs für experimentelle Psychologie in Berlin 1912. S. 165. b) Psychologisches zur Frage der Farbgebung, in dem Bericht über den I. Kongrefs für Ästhetik und Kunstwissenschaft in Berlin 1913. c) War Greco astigmatisch? Leipzig 1914.

Aufbau aus einzelnen in ihrer ganzen Ausdehnung gleich breiten Streifen technisch durchführbar. Der Versuch, einen Aufbau aus kleinen quadratischen Flächen vorzunehmen, die entweder aus farbigem Papier ausgeschnitten und in gleichen Abständen aufgeklebt wurden, oder die mit Farbe direkt auf Papier aufgetragen wurden, scheiterte nicht nur an der Mühseligkeit der Technik, sondern für messende Versuche auch daran, daß die so erhaltenen Farbflächen wegen der dabei unvermeidlichen Ungenauigkeit psychologisch nicht mehr in dem hier zu fordernden Masse definiert waren. Es erwies sich überhaupt nicht als möglich, durch unmittelbaren Farbauftrag oder mit der Schablone derartige Flächen herzustellen, woran man zunächst im Interesse der Zeitersparnis denken könnte. Wir gingen bei den ersten tatonnierenden Versuchen von der Annahme aus, daß tatsächlich das TALBOTSche Gesetz auch für ruhende Farbflächen Geltung habe, und die Versuchsanordnung wurde so getroffen, daß sich Abweichungen davon sofort geltend machen mußten. Es wurden 17 runde Scheiben von 20 cm Durchmesser aus tonfreiem Papier hergestellt. Jede Scheibe bestand aus zwei Hälften, deren eine aus Streifen von grauem Papier zusammengesetzt war, und deren andere aus einem Stück homogenen grauen Papier bestand. Die gestreifte Hälfte wurde auf folgende Weise angefertigt: Ein Stück graues Papier *a* wird mit einem scharfen Messer so sorgfältig als möglich in parallele Streifen von bestimmter Breite geteilt, dann wird jeder

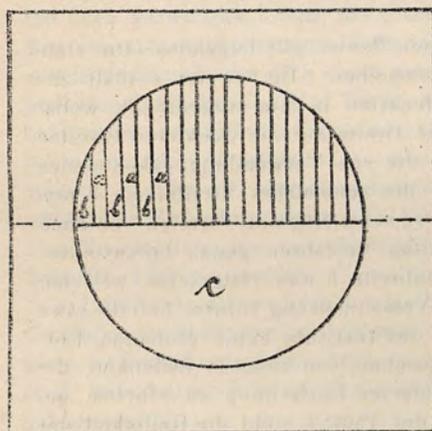


Fig. 1.

zweite Streifen entfernt, und das durch die übrig gebliebenen Streifen gebildete Gitter (s. Fig. 1) wird auf ein anderes, je nach dem gerade anzustellenden Versuch verschieden helles Papier aufgeklebt. Zwischen je

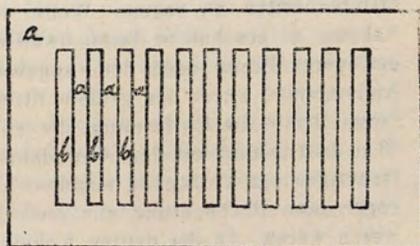


Fig. 2.

zwei Streifen des Papiers *a* kommt also dann ein Streifen des Papiers *b* zu liegen und umgekehrt. Das graue Papier, welches zur Bedeckung der anderen Hälfte der Scheibe bestimmt ist, wird so aufgeklebt, daß es die Streifenenden bedeckt und sie auf diese Weise scharf abgrenzt. Das ganze wurde in einem grauem Karton von mittlerer Helligkeit eingerahmt, welcher einen runden Ausschnitt von 20 cm Durchmesser besaß (s. Fig. 2). Die beiden Arten grauer Streifen liegen, wie aus dieser Beschreibung ersichtlich ist, streng genommen, nicht in einer Ebene, vielmehr liegen die Streifen des Gitters um die Dicke seines Papiers, also nicht mehr als $\frac{1}{10}$ mm vor dem als Grund dienenden Papier. Bei den Beleuchtungsver-

hältnissen, unter denen mit diesen Farbflächen Versuche angestellt wurden, kann von einer infolge dieses Umstandes eintretenden, irgendwie zu berücksichtigenden Beschattung der unteren Streifen nicht die Rede sein. Es war nun beabsichtigt, die homogene Hälfte jeder Scheibe von derselben Helligkeit zu machen wie die berechnete mittlere Helligkeit der gestreiften Hälfte. Die Helligkeiten der von uns verwendeten grauen Papiere wurden auf dem Kreisel in der üblichen Weise durch unmittelbaren Helligkeitsvergleich unter Zugrundelegung eines weissen Papiers als Mafseinheit bestimmt. Weitere Auskunft über die Art der Scheiben erteilt die nachstehende Tabelle 1.

Tabelle 1.

1.	2; 2	207° W; 123° W	165° W	165° W	10.	4; 2	298° W; 82,7° W	226,2° W	218° W
2.	3; 3	" "	" "	" "	11.	2; 2	360° W; 21° W	190,5° W	193° W
3.	4; 4	" "	" "	" "	12.	2; 2	298° W; 82,7° W	190,3° W	"
4.	5; 5	" "	" "	" "	13.	2; 2	258° W; 123° W	190,5° W	"
5.	2; 2	298° W; 82,7° W	190,3° W	185° W	14.	2; 2	207° W; 178° W	192,5° W	"
6.	2; 3	" "	168,8° W	164,5° W	15.	3; 3	153,5° W; 51° W	102,2° W	116° W
7.	3; 2	" "	211,9° W	204,5° W	16.	3; 3	258,7° W; 153° W	205,8° W	205° W
8.	3; 3	" "	190,3° W	185° W	17.	3; 3	360° W; 258,7° W	309,3° W	320° W
9.	2; 4	" "	154,5° W	153,5° W					

Über die in der Tabelle enthaltenen Zahlen gilt folgendes: Die erste Kolonne enthält die Nummern der Scheiben. Die zweite enthält die Breite der beiden kombinierten Streifenarten in mm ausgedrückt, wobei die erste Zahl sich auf die helleren, die zweite auf die dunkleren Streifen bezieht. Es sind einige Worte über die zur Verwendung gekommenen Streifenbreiten zu sagen. Wenn wir die schmalsten Streifen zu 2 mm wählten, so geschah es darum, weil es zu schwierig war, Streifen von noch geringerer Breite nach dem angewandten Verfahren genau herzustellen. Andererseits wurde als grösste Streifenbreite 5 mm festgesetzt, weil bei dieser Breite die Entfernung, die zur Verschmelzung führte, bereits etwa 28 m betrug und auf dem Grundstück des Instituts keine größeren Entfernungen zur Verfügung standen, abgesehen von anderen Bedenken, die gegen eine Beobachtung aus noch grösserer Entfernung zu erheben gewesen wären. In der dritten Kolonne der Tabelle steht die Helligkeit der beiden kombinierten Streifenarten ausgedrückt in Gradzahlen des weissen Vergleichspapiers; in der vierten ist die daraus berechnete mittlere Helligkeit der gestreiften Hälften eingetragen worden. Schliesslich in der letzten Kolonne hat die Helligkeit der homogenen Hälften Platz gefunden.

Es lag, wie bereits gesagt, im Versuchsplan, die Scheiben so herzustellen, dafs die gestreiften Hälften den homogenen an Helligkeit völlig gleich wurden. Wie man aus der mitgeteilten Tabelle ersieht, wurde dies nur für die Scheiben 1—4 erreicht. Für die beiden Scheiben 15 und 17 bestehen in dieser Hinsicht ziemlich grosse Differenzen; über ihre Verwendung werden wir später noch das Notwendige mitteilen. Für alle übrigen Scheiben bestehen kleine Differenzen (das Maximum wird bei der Scheibe 10 mit der Differenz von 8,2° Weiss erreicht), die sich leider nicht

umgehen ließen. Für die Herstellung der Gitter standen Serien grauen Papieres zur Verfügung, wie sie im Handel käuflich sind. Da diese aber nicht für die Kombinationen ausreichten, die erforderlich waren, um Helligkeitsgleichungen zwischen den homogenen und den gestreiften Scheibenhälften zu erzielen, so ging ich zur eigenen Herstellung der grauen Papiere mit Farben über, wie sie die Weißbinder zum Tünchen der Wände verwenden. Diese Farben ergeben bei richtiger Verwendung graue Papiere von fast idealer Homogenität. Nicht leicht ist es aber, die jedesmal gewünschte graue Farbe ganz genau zu treffen, weil derartige Farben sich beim Trocknen in außerordentlichem Maße in der Helligkeit ändern und zwar aufhellen. Es ist Sache des glücklichen Zufalls, daß man zu grauen Farben gelangt, deren Kombination so restlos befriedigt, wie es bei den Scheiben 1—4 der Fall ist. Bei den übrigen Scheiben vermochte uns auch längeres Ausprobieren nicht zu befriedigenderen Kombinationen zu verhelfen.

Es liegt der Gedanke nahe, daß man die Feststellung der Gültigkeit des TALBOTSCHEN Gesetzes für ruhende Flächen auf einem viel kürzeren Wege erzielen konnte, indem man, statt homogene Hälften mühselig zu erzeugen, Sektoren von den Helligkeiten der 2 Arten von Streifen durch die Rotation zur Verschmelzung gebracht hätte. Die Versuchsanordnung mit einem Kreisel stieß aber im Freien auf unüberwindliche Schwierigkeiten, die mich gezwungen haben, auf diese Art der Vergleichung zu verzichten. Das von mir vorgenommene Verfahren hatte auch den Vorteil, daß die zu vergleichenden Felder sich dabei unmittelbar berührten, was den Vergleich bedeutend erleichterte. Nur für die Scheiben, auf denen die Verschmelzung bei dem im Innern des Instituts vorkommenden Entfernungen zustande kam, sollten derartige Vergleichungen mit den rotierenden Scheiben veranstaltet werden. Leider hat der ausgebrochene Krieg und die plötzliche Abreise sämtlicher Versuchspersonen die Ausführung dieses Planes verhindert.

Es wurden zunächst Versuche über den Helligkeitseindruck der Scheiben 1—14 angestellt.

Das Versuchsverfahren. Diese Versuche wurden im Hofe des Göttinger Psychologischen Instituts bei heller, aber sonnenfreier Beleuchtung, d. h. also bei gleichmäßig leicht bewölktem Himmel ausgeführt. Bei einer merkbaren Änderung der Beleuchtung wurden die Versuche abgebrochen.

Auf einer Bretterwand wurden die Scheiben, die der Beurteilung zu unterwerfen waren, aufgehängt. Die Entfernung des Beobachters von der Bretterwand betrug für diejenigen Scheiben, bei denen die Verschmelzung der Streifen am schwierigsten zu erzielen war, etwa 28 m — eine für psychologische Helligkeitsvergleiche gewiß ungewöhnliche Entfernung — die doch für alle Scheiben beibehalten wurde, um dem Beobachter keine Anhaltspunkte für etwaige Vermutungen zu liefern. Die Lage jeder Scheibe wurde in je zwei zusammengehörigen Versuchen gewechselt, d. h. befand sich die gestreifte Hälfte in einem Versuch oben oder links, so in dem zweiten dazu gehörigen unten oder rechts, wodurch etwaige kleine Verschiedenheiten in der Beleuchtung der beiden Hälften der Scheiben ausgeglichen werden sollten. Die Beobachter hatten nun die beiden Hälften

der Scheiben hinsichtlich ihrer Helligkeit zu vergleichen. Da es sich bei den Beobachtungen nicht um Einstellungen von Gleichungen, sondern nur darum handelte, ein Urteil darüber abzugeben, ob die beiden Hälften der einzelnen Scheiben gleich hell erschienen oder nicht, so konnte man sich auf je zwei Beurteilungen für jede einzelne Scheibe beschränken, um so mehr, als in den beiden Raumlagen keine Unterschiede im Aussehen der Scheiben bemerkbar waren.

Als Beobachter dienten: die Herren Dr. KATZ (K), Dr. STROHAL (S), Dr. OETJEN (O), Frl. stud. LUCKEY (L) und ich (E).

In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle wurden beide Hälften der Scheiben als gleich hell bezeichnet. Die in Wirklichkeit um 3,5% hellere gestreifte Hälfte der Scheibe 7 wurde von allen 5 Beobachtern als etwas heller beurteilt. Der gestreifte Teil der Scheibe 10 wurde von 2 Beobachtern (O, L), der gestreifte Teil der Scheibe 5 von einem Beobachter (O) als etwas heller bezeichnet. Da bei der Scheibe 10 die gestreifte Hälfte um 3,6%, bei der Scheibe 5 um 2,7% heller war als die homogene, so entsprechen diese Verschiedenheitsurteile den objektiv vorhandenen Reizdifferenzen. Bei der Scheibe 10 erschien 2 Vpn. (K, L) die gestreifte Hälfte ein wenig dunkler, obwohl sie in Wirklichkeit, wie bereits gesagt, um 3,6% heller als die homogene war. Vielleicht ist dieses abweichende Urteil zu verstehen aus einem kleinen Unterschied in der Buntfarbigkeit der beiden Hälften der Scheibe 10. Es bestanden nämlich zwischen fast allen homogenen und gestreiften Hälften der einzelnen Scheiben kleine Unterschiede im Farbenton, so dafs bei einigen Scheiben von einer Gleichheit der Helligkeiten, nicht aber von einer vollkommenen Gleichheit des Farbeneindruckes der beiden Scheibenhälften gesprochen werden konnte. Dieser chromatische Unterschied, der als eine Bläulichkeit der gestreiften Hälfte zu charakterisieren ist, war bei den helleren Scheiben — und die Scheibe 10 war die hellste — gröfser als bei den anderen, und es ist ja hinlänglich bekannt, wie sehr kleine chromatische Differenzen das Urteil über Helligkeitsdifferenzen beeinflussen und unter Umständen gar in ihr Gegenteil verkehren können.

Bei der Beurteilung der vorstehend mitgeteilten Ergebnisse mufs man berücksichtigen, dafs die Helligkeitsvergleichungen nicht gerade unter sehr günstigen Bedingungen angestellt worden sind. Abgesehen von den bereits erwähnten Unterschieden im Farbenton, die den Vergleich erschwerten, beachte man noch folgendes. Mit Bezug auf Helligkeitsvergleichungen sagt v. KRIES, „dafs man vorzugsweise hohe Unterschiedsempfindlichkeiten erhält, wenn man sich der rotierenden Scheiben oder der Schattenmethode bedient“.¹ Es war also für den Helligkeitsvergleich nicht günstig, dafs die zu vergleichenden Farbenflächen nur in einer geraden Begrenzungslinie zusammenstiefsen. Es kommt hinzu, dafs sich bei unseren Versuchen unter Berücksichtigung der Entfernung von 28 m und der Gröfse der Scheiben von 20 cm nur ein Gesichtswinkel von 12' 17" für die Scheibenhälfte ergibt. Es ist bekannt, dafs „die Unterscheidung von Farbfeldern sehr erschwert wird, wenn die Felder unter ein gewisses Mafs ver-

¹ J. v. KRIES, in NAGELS Handbuch der Physiologie, III. Bd. 1915, S. 250.

kleinert werden; Objekte von etwa 1' fand GUILLERY wahrnehmbar, wenn ihre Helligkeit von der des umgebenden Grundes um 15 % abwich.¹ Wenn wir trotzdem bei unseren Versuchen eine so überwiegende Mehrzahl „richtiger“ Gleichheitsurteile erhalten haben, und wenn von den Beobachtern so häufig die vorhandene kleine Helligkeitsdifferenz erkannt worden ist (im Falle der Scheibe 7 von allen 5 Beobachtern), so dürfen wir annehmen, daß im Falle günstiger Versuchsbedingungen die abweichenden Urteile, die wir erhalten haben, nicht aufgetreten wären.

Wir halten uns auf Grund der vorstehenden Beobachtungen zur Aufstellung des folgenden Satzes berechtigt, den wir im Hinblick auf seine Analogie zum TALBOTSchen Satz für bewegte Farbflächen als TALBOTSchen Satz für ruhende Farbflächen bezeichnen wollen.

Wenn eine Fläche, die aus zwei Arten von nebeneinander liegenden, abwechselnd wiederkehrenden Streifen besteht, deren eine die Breite a und die Helligkeit α und deren andere die Breite b und die Helligkeit β besitzt, aus einer hinreichend großen Entfernung betrachtet wird, dann übt sie einen Gesamteindruck aus, der demjenigen gleich ist, welcher entstehen würde, wenn die ganze Fläche von der Helligkeit $\frac{a\alpha + b\beta}{a + b}$ wäre.

§ 2. Die Bedingungen der Verschmelzung für ruhende Farbflächen.

Das TALBOTSche Gesetz sagt in seiner ursprünglichen Fassung nur etwas aus über das Resultat der Verschmelzung bewegter Farbflächen. Es sind späterhin auch die einzelnen Bedingungen der Verschmelzung selbst zum Gegenstand besonderer Studien gemacht worden und so wollen wir in diesem Paragraphen in Analogie hierzu einige Bedingungen der Verschmelzung für ruhende Farbflächen untersuchen.

Es seien im folgenden Versuche mit rotierenden Scheiben kurzweg als Kreisversuche, Versuche mit den aus schmalen Streifen zusammengesetzten Flächen als Streifenversuche und die zur Verwendung kommenden Farbflächen dementsprechend kurz als Kreis- resp. Streifenscheiben bezeichnet. Die Periodendauer,² die vorhanden ist, wenn bei den Kreisversuchen eben eine Verschmelzung eintritt, wird als „kritische Periodendauer“ bezeichnet. In Analogie hierzu wollen wir bei den Streifenversuchen die Entfernung, in der sich das Auge befinden muß, um von der Streifenscheibe eben einen einheitlichen Eindruck zu erhalten, als „kritische Entfernung“ bezeichnen.

Bei den Kreisversuchen wurde die Abhängigkeit der Verschmelzung von verschiedenen Faktoren schon mehrfach untersucht.³ Wir knüpfen an

¹ J. v. KRIES, a. a. O.

² Unter einer Periodendauer oder kurz einer Periode versteht man die Zeit, welche vergeht, während ein Retinapunkt durch jeden der beiden Reize einmal getroffen wird.

³ Vgl. J. v. KRIES, a. a. O., Bd. 3, S. 254 f.

die Darstellung von MARBE¹ an, welcher folgende 5 Momente nennt, durch die die Verschmelzung beeinflusst wird:

1. Die Veränderung der absoluten Reizdauern, d. h. der Zeiten, während welcher die betreffenden Reize einen Retinapunkt treffen.

2. Die Veränderung des Verhältnisses der Reizdauern einer Periode.

3. Die Veränderung des Unterschiedes der Reizintensität bei konstanter mittlerer Intensität.

4. Die Veränderung der mittleren Intensität der beiden Reize, wobei unter mittlerer Intensität das arithmetische Mittel der Intensitäten von beiden Reizen zu verstehen ist.

5. Die Änderung der Geschwindigkeit der Konturenbewegung. Je schneller sich unter sonst gleichen Umständen die Konturen der Sektoren bewegen, desto eher verschmelzen die Reize.² (Konturensatz.)

Gehen wir davon aus, daß beim Vergleich bewegter und ruhender Farbflächen die Änderung der zeitlichen Verhältnisse in der Wirkung auf die Verschmelzung der Änderung der räumlichen Verhältnisse entspricht, so sind bei den Streifenversuchen folgende, den 5 vorstehenden Punkten entsprechende Momente zu untersuchen:

1. Die Veränderung der absoluten Streifenbreiten.

2. Die Veränderung des Unterschiedes der Intensitäten der zwei Arten von Streifen bei konstanter mittlerer Intensität.

3. Die Veränderung des Unterschiedes in der Breite der zwei Arten von Streifen.

4. Die Veränderung der mittleren Intensität der zwei Arten von Streifen.

5. Es ist zu prüfen, ob auch dem sog. Konturensatz bei Kreisversuchen ein Satz für die Streifenversuche entspricht. Der Satz besagt, daß es für die Verschmelzung günstiger ist, wenn Sektoren von der Größe a und der Geschwindigkeit b , als wenn solche von der Größe $a/2$ und der Geschwindigkeit $b/2$ auf dem Kreis am Auge vorüberziehen.³ Im letzteren Fall befinden sich mehr Konturen im Gesichtsfeld. Bei Streifenversuchen sollten wir also erwarten, daß die kritischen Entfernungen sich nicht einfach proportional mit der Größe der Elemente ändern, sondern mit größerer Breite der Streifen relativ abnehmen. Es bedarf gar nicht irgendwelcher Versuche, um die Gültigkeit des Satzes zu erweisen, daß die Verschmälerung der Streifen auf die kritische Entfernung einen günstigen Einfluss ausübt. Wohl aber blieb die Frage offen, ob die kritische Entfernung der Streifenbreite einfach proportional sei. Die Untersuchung dieser Frage erzielt zugleich eine Entscheidung darüber, ob ein dem Konturensatz analoger Satz sich für die Streifenversuche aufstellen läßt.

1. Änderung der absoluten Streifenbreite. Diese Versuche wurden auch im Hofe des Göttinger psychologischen Instituts mit derselben

¹ KARL MARBE, Theorie des TALBOTSchen Gesetzes. *PhSd* Bd. 12, 1896, S. 276.

² Der Konturensatz wurde von FR. SCHENCK im *ArGsPhys* Bd. 64, 1896, S. 172 ff. angefochten.

³ MARBE, a. a. O., S. 290.

Versuchsordnung wie die Versuche des vorhergehenden Paragraphen angestellt. In Betracht kamen die Scheiben 1—4 und zwar nur ihre gestreiften Hälften, mit denen sie jetzt stets nach oben aufgehängt wurden. Um die Ermittlung möglichst schnell hintereinander auszuführen und für einen Beleuchtungswechsel möglichst wenig Zeit zu lassen, wurden alle Scheiben in Abständen von etwa 5 cm an einer Bretterwand nebeneinander befestigt und gleichzeitig zum Beurteilen dargeboten. Es kam bei den Versuchen die Grenzmethode in Anwendung und zwar wurden nur untere Grenzwerte ermittelt. Die Vp. hatte sich von einer Entfernung, bei der alle 4 Scheiben einen einheitlichen Eindruck machten — es war die Entfernung von etwa 28 m — in kleinen Stufen zu nähern, bis sie die Streifen einer Scheibe auf der oberen Hälfte eben erkannte. Diese Entfernung wurde als kritische Entfernung notiert. Darauf näherte sich die Vp. weiter, bis sie bei einer zweiten Scheibe die obere Hälfte mit demselben Deutlichkeitsgrad als gestreift erkannte usw. Wenn für alle Scheiben die kritischen Entfernungen einmal ermittelt worden waren, wurde ihre Lage gewechselt und das ganze Verfahren wiederholt. Auf solche Weise wurden die kritischen Entfernungen fünf mal bestimmt. Versuchspersonen waren wieder K, S, O, L u. E. In Tabelle 2 sind die erhaltenen Resultate zusammengestellt.

Tabelle 2.

Scheibe	K		S		O		L		E	
1.	10,8 m	38,2"	17,3 m	23,8"	12,2 m	33,8"	12 m	34,4"	10,8 m	38,2"
2.	14,8 m	41,6"	20,3 m	30,6"	17,2 m	36"	17,4 m	35,6"	15 m	41,2"
3.	20 m	41"	23 m	35,8"	21,8 m	37,8"	22,4 m	36,8"	20,2 m	40,8"
4.	25,7 m	40"	27 m	38,2"	25,8 m	40"	26,2 m	39,2"	24,4 m	42,2"

Die erste Kolonne bei jeder Vp. enthält das arithmetische Mittel der kritischen Entfernungen aus den fünf Bestimmungen in Metern ausgedrückt. In der zweiten Kolonne ist der berechnete Gesichtswinkel eingetragen, unter dem die Streifen bei den betreffenden Entfernungen gesehen werden. Wir wollen ihn als „kritischen Gesichtswinkel“ bezeichnen.

Auf die Mitteilung der mittleren Variation glaube ich hier wie auch im folgenden verzichten zu dürfen. Es sei nur bemerkt, daß sie zwar im allgemeinen klein, aber von unregelmäßigem Verlauf gewesen ist. Ihre Werte wachsen nicht überall, der Erwartung entsprechend, mit größeren Hauptwerten, sondern bleiben zum Teil gleich groß, oder nehmen sogar einigemal ab, wofür die Ursache vermutlich in den Eigentümlichkeiten des Grundstücks zu suchen ist, auf dem die Versuche stattgefunden haben. In verschiedenen, zumal größeren Entfernungen fanden sich Objekte, wie ein Baum, ein Gemüsebeet, eine Wand usw., die als Orientierungspunkte für die Vpn. dienen konnten. Hat die Vp. in den ersten Versuchen bemerkt, an welcher Stelle sie die Streifen auf einer Scheibenhälfte erkannt hat, so war sie wohl geneigt, auch bei den folgenden Versuchen genau an derselben Stelle und nicht etwa einen Schritt früher oder später ein ent-

sprechendes Urteil abzugeben. Diese Fehlerquelle war schwer auszuschalten. Die Zahl unserer Versuche war nur klein, da es aber bei derartigen Untersuchungen mehr auf die Zuverlässigkeit der einzelnen Beobachtungen als auf ihre Zahl ankommt und ich von meinen Versuchspersonen, die sämtlich psychologisch gut geübt waren, gute Leistungen erwarten durfte, so entschloß ich mich, die Resultate trotz der geltend gemachten Bedenken mitzuteilen.

Wäre die kritische Entfernung und damit auch der kritische Gesichtswinkel der Streifenbreite einfach proportional, so hätten die vier Zahlen in der zweiten Kolonne jeder Vp. alle denselben Wert ergeben müssen. Sie weichen indessen voneinander ab und zwar in dem Sinne, daß die Gesichtswinkel mit größerer Streifenbreite zunehmen, was besonders deutlich aus den Zahlen der Versuchspersonen S, O und L, zu entnehmen ist. Bei der Vp. E tritt einmal statt der erwarteten Zunahme eine kleine Abnahme auf, es handelt sich aber dabei um einen ganz unbedeutenden Unterschied von 0,4" der die Annahme nicht erschüttert, daß auch bei dieser Vp. im allgemeinen eine, wenn auch schwache Tendenz zum ständigen Wachstum des Gesichtswinkels vorliegt. Relativ die größten Abweichungen von dieser Tendenz weisen die betreffenden Werte bei der Vp. K auf. Der Gesichtswinkel erreicht hier seine maximale Größe bei der Streifenbreite von 3 cm, bei noch breiteren Streifen nimmt er dagegen wieder ein wenig ab.

Eine Arbeit von M. JACOBSSON¹ behandelt ausführlich das mit den vorstehenden Versuchen im Zusammenhang stehende Problem der Erkennbarkeit verschieden großer Objekte, denn auch unsere Versuche lassen sich als solche über die Erkennbarkeit der Streifen auffassen. JACOBSSONS Hauptergebnis ist, daß bei gleicher Netzhautbildgröße „die Erkennbarkeit der kleinen und nahen Figuren im allgemeinen größer als die Erkennbarkeit der großen und fernen ist“.² Dieses Versuchsergebnis stimmt mit dem von uns gefundenen überein, im übrigen hat auch JACOBSSON ähnliche größere individuelle Unterschiede in den Leistungen wie wir festgestellt.³

Nach den mitgeteilten Ergebnissen scheint ein dem Konturensatz für bewegte Scheiben analoger Satz für ruhende Scheiben zu bestehen. Die Ähnlichkeit besteht natürlich nur hinsichtlich der äußeren Form, die Erklärung muß in beiden Fällen ganz verschieden gegeben werden.

2. Änderung des Verhältnisses der Streifenbreiten. Die Scheiben 6, 7, 9 und 10 dienten der Untersuchung der Frage, welchen Einfluß das Verhältnis der Streifenbreite auf die Verschmelzung ausübt. Da von vornherein mit kleineren Differenzen der kritischen Entfernungen zu rechnen war, wurden die Versuche zwecks größerer Exaktheit bei künstlicher, völlig gleichbleibender Beleuchtung mit sonst unveränderter Versuchsanordnung in den Räumen des Instituts durchgeführt. Vpn. waren nur

¹ MALTE JACOBSSON, Über die Erkennbarkeit optischer Figuren bei gleichem Netzhautbild und verschiedener scheinbarer Größe. *ZPs.* Bd. 77. 1916.

² a. a. O. S. 36.

³ a. a. O. S. 61 ff.

K, O und L. Die Zahlen der Tabelle 3 stellen Mittelwerte aus 6 Beobachtungen dar.

Tabelle 3.

Scheibe	K	O	L
6.	8,10 m	8,64 m	7,55 m
7.	7,95 m	8,40 m	7,29 m
9.	8,64 m	9,35 m	8,04 m
10.	8,55 m	8,90 m	7,89 m

Ordnen wie die Scheiben nach den zugehörigen kritischen Entfernungen, wobei wir zwecks besserer Übersicht neben die Scheibennummern die Breite der helleren (h) und dunkleren (d) Streifen selbst treten lassen, so erhalten wir für alle drei Versuchspersonen folgende Reihe: 7) 3 mm h; 2 mm d; 6) 2 mm h; 3 mm d; 10) 4 mm h; 2 mm d; 9) 2 mm h; 4 mm d. Als Resultat dieser Versuche ergibt sich, dafs bei den Scheiben aus ungleich breiten Streifen die kritischen Entfernungen für diejenigen Scheiben kleiner sind, wo die helleren Streifen die breiteren sind. Es ist also für die Verschmelzung günstiger, wenn die Ausdehnung der helleren Streifen, als wenn diejenigen der dunkleren überwiegt, was nichts anderes heifst, als dafs die Verschmelzung durch die wachsende mittlere Intensität der kombinierten Helligkeiten befördert wird, eine Tatsache, die auch unten durch die Versuche an den Scheiben 15—17 nachgewiesen wird. Das Resultat steht mit den Ergebnissen für die Kreisversuche im Einklang.¹

3. Änderung des Unterschiedes der Intensitäten der zwei Arten von Streifen. Der Untersuchung der Frage, welchen Einflufs die Verminderung des Unterschiedes der Intensitäten der zwei Arten von Streifen auf die Verschmelzung hat, dienten die Scheiben 11—14. Versuchsordnung im Hofe. Fünf Versuchspersonen K, S, O, L, E. n = 5.

Tabelle 4.

Scheibe	Unterschied zwischen den Reizintensitäten	K	S	O	L	E
11.	339° W	26,2 m	27 m	26,2 m	25,8 m	25,8 m
12.	205,3° W	24 m	25 m	23,8 m	20,6 m	22,6 m
13.	125° W	17,3 m	18 m	19,6 m	16,4 m	15,3 m
14.	29° W	7,8 m	12,3 m	7,6 m	9,6 m	7,8 m

Aus der Tabelle 4, in der sich auch die Unterschiede zwischen den Reizintensitäten eingetragen finden, ist zu entnehmen, dafs und in welcher Weise die kritischen Entfernungen mit der Verminderung dieses Unterschiedes abnehmen.

¹ Vgl. KARL MARBE, Theorie des TALBOTSchen Gesetzes. *PhSd* Bd. 12 S. 281.

4. Änderung der mittleren Intensität. Der Untersuchung der Frage nach dem Einfluß der mittleren Intensität auf die Verschmelzung dienten die Scheiben 15–17. Als Versuchspersonen fungierten aufser K und L die Herren Dr. JACOBSSON (J) und stud. phil. VIQUEIRA (V). $n = 6$.

Tabelle 5.

Scheibe	Unterschied zwischen den Reizintensitäten	K	L	J	V
15.	102,5° W	10,1 m	8,65 m	9,5 m	9,75 m
16.	105,7° W	9,8 m	8,30 m	8,9 m	9,6 m
17.	101,3° W	8,7 m	7,85 m	7,9 m	8,1 m

Aus der Tabelle 5, in die wir auch den Unterschied der Intensitäten der Streifen eingetragen haben, um zu zeigen, daß derselbe bei wachsender mittlerer Intensität der Scheiben beinahe konstant gewesen ist, ergibt sich, daß die kritischen Entfernungen mit der wachsenden mittleren Intensität abnehmen.

Zusammenfassung. Die Ergebnisse dieses Kapitels können wir kurz dahin zusammenfassen, daß der TALBOTSche Satz nicht nur für bewegte, sondern auch für ruhende Farbflächen Geltung hat. Auch die Bedingungen der Verschmelzung von ruhenden Farbflächen sind die gleichen wie die für bewegte, wenn wir nur überall dort, wo bei bewegten Farbflächen von zeitlichem Nacheinander die Rede ist, vom räumlichen Nebeneinander sprechen.

2. Kapitel

Versuche mit bunten Farben.

§ 3. Untersuchungen über Farbensynkrasie von K. B.-R. AARS.

In der mir bekannten Literatur finden sich keine Untersuchungen über volle räumliche Verschmelzung von bunten Farben auf der Netzhaut, wohl aber Arbeiten, die mit der uns interessierenden Frage gewisse Berührungspunkte aufweisen. Hierher gehören die Arbeiten von K. B.-R. AARS,¹ auf die im folgenden um so mehr etwas näher eingegangen werden soll, als seine Resultate überhaupt weniger bekannt zu sein scheinen.

AARS untersuchte die Farbensynkrasie, worunter er diejenige Farbmischung auf der Netzhaut versteht, die durch Juxtaposition entsteht.

¹ K. BIRCH-REICHENWALD AARS, Untersuchungen über Farbeninduktion. Videnskabselskabets Skrifter. I. Kl. Kristiania 1895. (Im folgenden AARS I.) — Ders., Über Farbensynkrasie in dem Bericht von dem III. intern. Kongress für Psychologie. München 1896 (AARS II). — Ders., Über Farbmischung im Auge. Kristiania 1897 (AARS III).

Dabei werden die benachbarten Flächen aus einer Entfernung betrachtet, wo der Induktionskontrast ganz oder nahezu ausgeschlossen ist, wo aber von totaler Vermischung der Farben dieser Flächen keine Rede ist, vielmehr ihre Grenzlinien noch deutlich erkennbar sind.¹

Man kann zweierlei Wirkungen der induzierenden Farbe auf die induzierte beobachten, entweder Kontrastinduktion² — wenn z. B. gelbgrün neben rot, das seine Kontrastfarbe, ein blaugrün induziert, selbst als blaugrün erscheint — oder Synkrasieinduktion — wenn z. B. gelbgrün neben dunkelblau durch die Blauinduktion zu blaugrün verwandelt wird. Aus diesem Beispiel ist zu entnehmen, daß gleichaussehende Veränderung einer und derselben Farbe einmal auf Kontrastinduktion, ein anderes Mal aus Synkrasieinduktion beruhen kann.

In der ersten genannten Schrift berichtet AARS über folgende Versuche. Es wurden runde Kartonscheiben mit verschiedenfarbigen Sektoren überklebt und zwar jede Scheibe mit zwei Farben, wobei die Sektoren der einen (induzierenden) Farbe dreimal breiter als die der anderen (induzierten) waren.³ Der Eindruck, welchen die kleineren Sektoren machten wurde aus einer Entfernung von 7 m mittels ungefähr 90 verschiedener Farbenproben, die der Vp. zur Hand lagen, bestimmt.

Es ergab sich 1., daß „in der Nähe einerseits der geprüften Farbe, andererseits ihrer Komplementärfarbe die Synkrasie abnimmt und die Kontrastwirkung zunimmt“,⁴ d. h. daß jede Farbe in Verbindung mit einer ihr nahestehenden oder ihrer Komplementärfarbe eine Kontrastinduktion, in Verbindung mit allen anderen Farben dagegen Synkrasieinduktion aufweist,

¹ AARS III. S. 3.

² Der Begriff der Synkrasieinduktion fällt nicht mit dem der simultanen Lichtinduktion von E. HERING zusammen (Zur Lehre vom Lichtsinne. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 65 u. 18, Abt. III, 1872 u. 1873). Bei HERING ist simultane Lichtinduktion eine notwendige Folge des anfänglichen Kontrastes. Eine, im Anschluß an HERING ausgeführte Arbeit von H. KUHN (Über farbige Lichtinduktion, *Arch. f. Ophthalmologie*. Bd. 27, Abt. III, S. 1) hat festgestellt, daß „die induzierende Kraft der Farben sich am schnellsten bei Gelb und Blau, träger bei Grün, am spätesten bei Rot äußert und auch in der gleichen Reihenfolge ihr Maximum erreicht“ und weiter daß „jede Farbe nur die ihr eigene Farbenqualität zu induzieren vermag“ (S. 9) — alles andere Verhältnisse als bei der Synkrasieinduktion. Derselbe Forscher kommt einmal auf die Induktion im Sinne AARS zu sprechen. Bei den Versuchen mit durchfallendem Licht hat er beobachtet, daß bei Blau die Kontrastwirkung nur eben wahrnehmbar ist und einer deutlichen Induktion Platz macht, die „wahrscheinlich auf einer starken, diffusen Zerstreuung des blauen Lichtes über das Netzhautbild des Induzenden beruht und keine einfache Induktion mehr ist“ (S. 15). Diese Induktion ist als Synkrasieinduktion von AARS anzusehen.

³ Es sei noch bemerkt, daß AARS auch mit Gelatinepapieren Versuche angestellt hat, die eine volle Bestätigung der an den Pigmentpapieren gewonnenen Resultate ergaben.

⁴ AARS I, S. 9.

und 2. dafs die rechte Seite des Spektrums in bezug auf die Synkrasie-wirkung eine bedeutende färbende Kraft besitzt, deren Maximum wohl im Indigo liegt.¹ Für die Kontrastinduktion kann die Regel aufgestellt werden, dafs sie sich am leichtesten dort einstellt, wo die induzierende Farbe der geprüften in der Helligkeit gleich oder gar heller als diese ist. Indigo und Violett geben aber wegen ihrer grofsen färbenden Kraft auch bei gröfserer Helligkeit nie Kontrast, sondern nur Synkrasie.² Bemerkenswert sind die Änderungen, denen Gelb und Violett als induzierte Farben in bezug auf Helligkeit und Sättigung unterlagen. Ihr Farbenton konnte nur auf äufserst unsichtbare Weise bestimmt werden, bei Gelb wurden denselben induzierenden Farben gegenüber zu verschiedenen Zeiten die Angaben ge- wechselt.

In seinen weiteren Untersuchungen hat sich AARS des Kreiseler-fahrens bedient, was eine Variierung der beiden Farben, des Induktors und des Induzenden, in mannigfachen Richtungen möglich machte. Der Induzend wurde als ein 5 mm breiter Ring auf einem Induktor von 5,1 cm Durchmesser angebracht und aus einer Entfernung von 4,5 m betrachtet. Es ergab sich, dafs die in bezug auf Synkrasiewirkung stärksten Pigmente in bezug auf die chromatische Energie als die schwächeren dastehen, d. h. dafs um bei einem gegebenen Grau einen eben erkennbaren Farbenzusatz zu bewirken vom Indigo, Violett oder Purpur ein gröfseres Quantum (Sektor- breite) genommen werden mufs als vom Rot, Orange oder Gelb.³ Das Haupt- ergebnis der ersten Arbeit, dafs Blau an induzierender Kraft allen Farben überlegen ist, wurde durch diese Versuche bestätigt. Auch der Kampf zwischen Synkrasie- und Kontrastinduktion, der in hohem Mafse von dem Helligkeitsverhältnis zwischen den beiden in Betracht kommenden Farben abhängig ist, wurde hier beobachtet. Bei Induktion zwischen tonfreien Farben siegt leichter und länger der Kontrast als bei Induktion zwischen bunten Farben.⁴ Es kommt also auch bei den bunten Farben vor, dafs ihre Buntheitskomponenten sich schon gemischt haben, während die Helligkeits- komponenten noch kontrastieren, und auf solche Weise ergibt die Synkrasie Farbenprodukte von einer Helligkeit, die sonst bei gleicher Sättigung nicht zu erzielen sind.

Durch besondere Versuche hat AARS die minimale Sättigung geprüft, bei der noch Synkrasiewirkung zu beobachten ist. Diese Untersuchung wurde so durchgeführt, dafs zu einem weifsen resp. schwarzen Induktor solange eine bunte Farbe zugesetzt wurde, bis sich auf dem Induzend eine induktive Wirkung zeigte. Kontrast wurde recht häufig bemerkt, ehe noch eine Spur von der kontrastinduzierenden Farbe beobachtet wurde. So kommt es auch vor, dafs durch Synkrasie der Ring gefärbt wird, ehe die Farbe des Induktors erkannt wird, in solchen Fällen kann der Ring in einem von der Farbe des Induktors abweichenden Farbenton erscheinen. Als Beispiel mag der weifse Ring dienen, auf dem eine Blaufärbung wahr

¹ AARS I, S. 19.

² AARS III, S. 21.

³ AARS III, S. 7—14.

⁴ AARS III, S. 18.

genommen wurde, ehe noch das dem Grunde zugesetzte Violett richtig erkannt oder nur als Rot gespürt wurde. Diese durch die Synkrasie hervorgerufene Erscheinung bezeichnet AARS als falschen Kontrast oder Pseudokontrast.¹ Außer den bunten Farben hat AARS auch tonfreie als Induktoren verwendet und gefunden, daß Grau und insbesondere ein solches, das 80°—120° Weiß enthält, eine bedeutende Blauinduktion ausübt.²

Dies sind die für die folgenden Betrachtungen wichtigsten Versuchsergebnisse von AARS.

§ 4. Versuche über den Farbeindruck bei völliger Verschmelzung buntfarbiger Streifen.

Im folgenden wird über Versuche berichtet, in denen die farbigen Eindrücke von völlig verschmolzenen, buntfarbigen Streifen mit den Eindrücken von rotierenden, bunten Scheiben verglichen wurden.

Auf die oben (S. 221) beschriebene Weise wurden aus folgenden Farbpaaeren: Gelb-Rot, Gelb-Blau, Gelb-Violett, Orange-Blau, Rot-Grün, Rot-Blau, Rot-Violett, Grün-Blau und Grün-Violett neun gestreifte Scheiben angefertigt. Die Breite der Streifen betrug 2 mm. Im Gegensatz zu den früheren Versuchen bedeckten jetzt die Streifen eine volle Kreisfläche von 10 cm Durchmesser. Jede Scheibe war von einem mittelgrauen Ring eingerahmt, dessen Breite auch 10 cm betrug. Die Scheiben wurden einzeln in einer Höhe (von der Mitte der Scheibe gemessen) von 1,20 m aufgehängt; 22 cm darüber (von der Mitte einer Scheibe zur Mitte der anderen gemessen) wurde ein Farbenkreisel angebracht, der zur Aufnahme der Vergleichscheiben diente. Diese Scheiben hatten auch einen 10 cm breiten mittelgrauen Hintergrund, der teilweise mit der Umrahmung der Streifenscheiben zusammenfiel.

Die Versuche fanden in einem nach Westen gelegenen Zimmer statt. Die Scheiben wurden von den vor ihnen rechts befindlichen Fenstern her beleuchtet. Sie nahmen eine solche Lage gegen die Fenster ein, daß sie gleich stark beleuchtet waren, wovon ich mich mittels des L. WEBERSchen Photometers überzeugte.

Die Vp. befand sich 16 m (in einem anderen Zimmer) von den Scheiben entfernt, d. h. in einer Entfernung, bei welcher die Streifen für jede Farbenkombination vollkommen verschmolzen erschienen. Die Vp. sollte zwischen der Streifenscheibe und der rotierenden Kreiselscheibe eine Gleichung herstellen. Die Kreiselscheibe wurde beim Beginn der Versuche auf gleiche Sektoren von beiden Farben der Streifenscheibe eingestellt, da anzunehmen war, daß diese Einstellung dem Eindruck nach mit dem der Streifenscheibe übereinstimmen würde. Wo das nicht der Fall war, wurde entsprechend den Angaben der Vp. das Verhältnis der Sektoren geändert, oder auch noch eine neue Farbe hinzugefügt, bis der Eindruck möglichst großer Ähnlichkeit zwischen den Scheiben erreicht war. Dann wurde die Größe der eingestellten Sektoren gemessen und notiert. Wenn trotz aller

¹ AARS III, S. 29.

² AARS III, S. 31.

Bemühungen ein Unterschied im Aussehen bestehen blieb, hatte die Vp. ihn näher zu charakterisieren. Für jede Scheibe sollten mit jeder Vp. vier Einstellungen durchgeführt werden. Bei einigen Konstellationen konnte diese Zahl aus äußeren Gründen nicht beibehalten werden.

Als Versuchspersonen fungierten die Herren Dr. KATZ (K), Dr. JACOBSON (J), stud. phil. VIQUEIRA (V), sowie die Damen stud. phil. LUCKEY (L), stud. phil. LJUNGGREN (Lj) und ich (E). In der nachstehenden Tabelle 6 werden die Ergebnisse dieser Einstellungen mitgeteilt.

In der Tabelle wurden für jede Versuchsperson neben der Zahl der Einstellungen (n) die auf ganze Zahlen abgerundeten Mittelwerte (M) aus diesen Einstellungen eingetragen. Bei der Kombination Gelb-Rot erschienen 3 Vpn. (V., L. u. J.) die Scheiben stets von Anfang an, d. h. bei der Einstellung auf gleiche Sektorengröße gleich. Außerdem wurde bei der Kombination Gelb-Blau von der Vp. K in zwei Einstellungen genau derselbe Wert erzielt. Von 3 Vpn. (Lj, V und J) wurde in einigen Einstellungen für diese Kombinationen ein roter Zusatz auf der Kreisscheibe verlangt, was auch Berücksichtigung in der Tabelle finden mußte. Bei der Kombination Gelb-Violett gingen bei 4 Vpn. (K, Lj, V u. E) merkwürdigerweise die Einstellung ganz deutlich in zwei entgegengesetzten Richtungen; bei einigen Versuchen wurde derjenige Sektor vergrößert, der in den anderen gerade verringert war. Ich hielt ihre getrennte Mitteilung darum für notwendig.

Abgesehen von den Scheiben Gelb-Blau und Gelb-Violett, auf die wir unten näher zu sprechen kommen, stimmen die Zahlenwerte der verschiedenen Beobachter recht gut miteinander überein, insofern die Abweichungen von dem von vornherein erwarteten Verhältnis 1 : 1 der farbigen Sektoren ausnahmslos nach derselben Richtung liegen. Unter diesen Umständen war es statthaft, die Mittelwerte der verschiedenen Versuchspersonen für jede einzelne Farbkombination zu berechnen und diese der weiteren Betrachtung zugrunde zu legen. Diese Mittelwerte fanden in der letzten Kolonne unserer Tabelle Platz.

Wenn man die vier Farbenpaare, welche Rot als eine Komponente enthalten, nach der Größe des Unterschiedes der Sektoren ordnet, so entsteht folgende Reihe: Rot-Gelb (181 : 179), Rot-Grün (174 : 186), Rot-Violett (168 : 192), Rot-Blau (161 : 199). Die Differenz der Sektoren geht also von 2 auf 12 und 24 und erreicht den ungewöhnlich hohen Wert von 38. Bezeichnen wir die Kraft, der zufolge sich eine Farbe bei dem retinalen Mischungsverfahren geltend macht, als ihre Mächtigkeit, so sind Rot und Gelb als nahezu gleich mächtig anzusehen, Grün ist dem Rot überlegen und die größte Mächtigkeit besitzt Blau. Das Violett, welches neben der Rot- eine starke Blaukomponente hat, erreicht nicht die Mächtigkeit des Blau, ist aber doch noch dem Grün überlegen.

Für die Kombinationen, in den Grün auftritt, läßt sich folgende Reihe aufstellen: Grün-Rot (186 : 174), Grün-Violett (170 : 190), Grün-Blau (167 : 193), woraus sich ergibt, daß die Rangfolge der Mächtigkeit der Farben, die natürlich eine „relative“ Größe ist, hier dieselbe geblieben ist.

Die Herstellung derartiger Gleichungen zwischen Streifen und Kreisscheiben ist mit großen Schwierigkeiten verbunden. Die Rotation verleiht

Tabelle 6.

Scheibe	K	Lj	V	L	J	E	Mittelwert
Gelb- Rot	$n = 3$ M = 178° Gb + 182° R	$n = 4$ M = 178° Gb + 182° R	$n = 4$ 180° Gb + 180° R	$n = 2$ 180° Gb + 180° R	$n = 2$ 180° Gb + 180° R	$n = 4$ M = 179° Gb + 181° R	179° Gb + 181° R
Gelb- Blau	$n = 2$ 170° Gb + 190° Bl	$n = 3$ 1. M = 166° Gb + 194° Bl 3. 170° Gb + 170° B + 20° R	$n = 4$ M = 173° Gb + 180° B + 7° R	$n = 3$ M = 170° Gb + 190° Bl	$n = 3$ 1. M = 160° Gb + 190° B + 10° R 3. 160° Gb + 200° Bl	$n = 4$ M = 162° Gb + 198° Bl	
Gelb- Violett	$n = 2$ 1. 162° Gb + 188° V 2. 195° Gb + 165° V	$n = 4$ 1. M = 166° Gb + 194° V 3. M = 20° Gb + 160° V	$n = 3$ 1. M = 165° Gb + 195° V 3. 208° Gb + 152° V	$n = 2$ M = 171° Gb + 189° V	$n = 2$ M = 152° Gb + 208° V	$n = 4$ 1. 2. M = 170° Gb + 190° V 3. 4. M = 186° Gb + 174° V	
Orange- Blau	$n = 3$ M = 163° Or + 197° Bl	$n = 4$ M = 164° Or + 196° Bl	$n = 4$ M = 165° Or + 195° Bl	$n = 2$ M = 170° Or + 190° Bl	$n = 3$ M = 164° Or + 196° Bl	$n = 4$ M = 163° Or + 197° Bl	165° Or + 195° Bl
Rot- Grün	$n = 2$ M = 170° R + 190° Gr	$n = 4$ M = 175° R + 185° Gr	$n = 4$ M = 170° R + 190° Gr	$n = 3$ M = 178° R + 182° Gr	$n = 2$ M = 177° R + 183° Gr	$n = 4$ M = 173° R + 187° Gr	174° R + 186° Gr
Rot- Blau	$n = 2$ M = 160° R + 200° Bl	$n = 4$ M = 161° R + 199° Bl	$n = 4$ M = 160° R + 200° Bl	$n = 4$ M = 165° R + 195° Bl	$n = 2$ M = 159° R + 201° Bl	$n = 4$ M = 160° R + 200° Bl	161° R + 199° Bl
Rot- Violett	$n = 2$ M = 163° R + 197° V	$n = 3$ M = 166° R + 194° V	$n = 4$ M = 168° R + 192° V	$n = 3$ M = 175° R + 185° V	$n = 2$ M = 172° R + 188° V	$n = 4$ M = 166° R + 194° V	168° R + 192° V
Grün- Blau	$n = 3$ M = 168° Gr + 192° Bl	$n = 3$ M = 170° Gr + 190° Bl	$n = 4$ M = 165° Gr + 195° Bl	$n = 2$ M = 166° Gr + 194° Bl	$n = 4$ M = 164° Gr + 196° Bl	$n = 4$ M = 169° Gr + 191° Bl	167° Gr + 193° Bl
Grün Violett	$n = 2$ M = 170° Gr + 190° V	$n = 4$ M = 168° Gr + 192° V	$n = 4$ M = 165° Gr + 195° V	$n = 2$ M = 175° Gr + 185° V	$n = 2$ M = 170° Gr + 190° V	$n = 4$ M = 171° Gr + 189° V	170° Gr + 190° V

17*

der Kreiselscheibe Weichheit und Homogenität, während jede ruhende Fläche, auch eine Streifenscheibe — obwohl an sich von ziemlich raumhafter Erscheinung — ein hartes, körniges Aussehen besitzt. Die Vp. empfindet den Unterschied, indem sie bei der Streifenscheibe von einer Oberflächenfarbe, dagegen bei der Kreiselscheibe von einer flächenhaften bis raumhaften Farbe spricht. Dieser Unterschied tritt vor allem an der Grenze des grauen Ringes hervor. Es ist bekanntlich nahezu unmöglich bei einer Kreiselscheibe, auch bei sorgfältigster Zentrierung eine scharfe Grenzlinie zu erhalten; sie ist immer verschwommen im Vergleich mit der Grenze auf der Streifenscheibe, und dieser Umstand verstärkt den Unterschied in dem Aussehen der beiden Scheiben.

Einige Worte seien noch über die verbleibenden farbigen Unterschiede zwischen den Kreisel- und Streifenscheiben gestattet. In den Versuchen war eine völlige Gleichheit nur zwischen den beiden Scheiben bei den Kombinationen Rot-Gelb und Blau-Grün zu erzielen. In den anderen Fällen mußte die Vp. von der Helligkeit und der Sättigung absehen und sich darauf beschränken, den Farbenton auf gleich einzustellen. Ob die Beobachter dieses Verfahren in allen Fällen streng durchgeführt haben, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Zum Teil werden es wohl Unterschiede in der Erscheinungsweise gewesen sein, die von den Beobachtern als Unterschiede der Farbmaterie angesprochen werden.¹

Folgende Tabelle 7 gestattet einen Überblick über die Unterschiede zwischen den Scheiben, die bei sorgfältigster Einstellung bestehen bleiben.

Tabelle 7.

Farbenpaar	Streifenscheibe	Kreiselscheibe
Gelb-Rot	kein Unterschied	
Gelb-Blau	dunkler	rötlich gelblich
Gelb-Violett	schwankende Angaben	
Orange-Blau	dunkler	gesättigter gelblich
Rot-Grün	dunkler	gesättigter
Rot-Blau	dunkler	gesättigter
Rot-Violett	dunkler	gesättigter
Grün-Blau	kein Unterschied	
Grün-Violett	rötlich	gelblich

In der Tabelle finden sich, zwecks besserer Übersicht, die Unterschiede nur nach der einen Richtung (gesättigter, dunkler) eingetragen.

Eine fast völlige Gleichung besteht nur zwischen den beiden Scheiben Gelb-Rot und Grün-Blau. (Vielleicht bestehen Gleichungen im allgemeinen

¹ D. KATZ, Die Erscheinungsweisen der Farben und ihre Beeinflussung durch individuelle Erfahrung. ZPs, Ergänzungsbd. 7. 1911. S. 33f.

nur für Kombinationen von Farben, die keine kontrastierenden Elemente enthalten? Rot-Blau und Rot-Violett, die scheinbar nicht kontrastieren und doch einen Unterschied in bezug auf Helligkeit und Sättigung aufweisen, bilden kein Argument gegen diese Vermutung, denn das von uns benutzte Rot enthält ziemlich viel Gelb, das mit Blau und der Blaukomponente des Violett kontrastiert.)

Mit Ausnahme der beiden genannten Kombinationen wurde überall ein merkbarer, oft sehr deutlicher Unterschied in dem farbigen Aussehen der beiden Scheiben beobachtet.

Außer der verstärkten Wirkung der blauen Farbe läßt sich auch der zweite von AARS in der Farbensynkrasie beschriebene Vorgang aufweisen, nämlich die stärkere Entsättigung des Gelb durch Blau und Violett. Das Gelb nähert sich dadurch mehr dem Weiß und wirkt auf die blaue Komponente als Weißzusatz. Das von uns verwendete blaue Papier ist aber keineswegs als rein blau anzusehen, vielmehr ist es ziemlich stark mit rot versetzt. O. BULL beschreibt das Verhalten derartiger blauer Pigmente folgendermaßen: „Wird ein solches physiologisch minderreines Blau mit Weiß gemischt, so müssen die roten Strahlen, als diejenigen, welche weniger als die blauen und noch weniger als die grünen durch den Weißzusatz abgeschwächt werden, zum Vorschein kommen.“¹ Auf solche Weise erklärt sich die Rötlichkeit unserer Scheiben Gelb-Blau und Orange-Blau.

Bei der Kombination Gelb-Violett ist Gelb ebenso einer stärkeren Entsättigung unterworfen und wirkt auf Violett als Weißzusatz. Es ergaben sich also folgende qualitative Änderungen: 1. die blaue Komponente wirkt auf Grund ihrer Mächtigkeit stärker, 2. die gelbe Komponente wird entsättigt, 3. das Violett erscheint gelblich und — weil es in unserem Fall mehr nach Rot neigt — auch rötlich. Alle diese Momente gelangen spontan zum Ausdruck in den Angaben der Versuchspersonen, die dementsprechend mehr von der einen oder der anderen Farbe auf der Kreisel-scheibe verlangen.

Es seien die Ergebnisse dieses Paragraphen kurz zusammengefaßt:

Bei der räumlichen Mischung von bunten Farben entstehen Farbeindrücke, die beinahe ausnahmslos durch entsprechende Mischung auf dem Kreisel nicht ganz genau wiedergegeben werden können. Der Unterschied des Farbentons läßt sich beseitigen durch Änderung des Verhältnisses zwischen den Sektorengrößen der Kreiselscheibe. Blau und dann Violett zeigen sich von größerer Mächtigkeit als Gelb und Rot.

Diese qualitativen Verschiebungen stimmen mit den Wirkungen der von AARS beschriebenen Farbensynkrasie überein.²

¹ OLE B. BULL, Studien über Lichtsinn und Farbensinn. *Arch. f. Ophthalmologie*. Bd. 27. 1881. Abt. 1. S. 118.

² Herr Prof. MÜLLER hat mich aufmerksam auf den Aufsatz von WILHELM TRENDELENBURG, Versuche über binokulare Mischung von Spektralfarben, *ZPs*, 2. Abt., Bd. 48, S. 199 gemacht, worin festgestellt wird, „dafs in den spektralen Farbmischungen die monokular und binokular gebrauchten Mengenverhältnisse der Komponenten verschieden sind, in dem

Der Unterschied im Aussehen der beiden Scheiben bezieht sich auf Helligkeit und Sättigung und läßt sich meistens dadurch charakterisieren, daß die Streifenscheibe dunkler und ungesättigter erscheint.

§ 5. Qualitative Änderungen bei verschiedener Entfernung.

Die Versuche, die im folgenden zur Besprechung gelangen, betrafen das Aussehen der Streifenscheiben in bezug auf Helligkeit und Buntheit vor der Verschmelzung.

Ich liefs psychologisch gut geschulte Vpn. Streifenscheiben aus verschiedener Entfernung beobachten und beschreiben. Die Versuche wurden bei voller und konstanter Tagesbeleuchtung in den Räumen des Instituts angestellt. Auf einem hellgrauen Grunde wurden 12 Streifenscheiben von 12 cm Durchmesser (die Breite der Streifen betrug 3 mm) nacheinander zur Beurteilung dargeboten. Die in Betracht kommenden Farbkombinationen sind aus der nachstehenden Tabelle 8 ersichtlich.

Die Vp. hatte sich von einer Entfernung, bei der die Streifen vollkommen verschmolzen erschienen, zu nähern und die Scheibe in jeder Hinsicht² zu beschreiben. Für jede Scheibe wurde die Beobachtung mit jeder Vp. mehrere Male wiederholt.

Als Vpn. fungierten die Herren Dr. KATZ, Dozent RUBIN, Dr. STROHAL, Dr. INGARDEN und Frau Dr. SANDER.

Es ist überraschend festzustellen, welchen mannigfachen Änderungen hinsichtlich sowohl der Buntheit als auch der Helligkeit die Streifenscheiben mit der Änderung der Entfernung unterliegen. Auf allen bunten Scheiben, aber vor allem auf denen, welche kontrastierende Elemente enthalten, wurde immer bei einer bestimmten mittleren Entfernung ein großer Helligkeitsunterschied beobachtet. Wenn auch bei einem Vergleich aus größerer Nähe kaum ein oder gar kein Unterschied zwischen den Helligkeiten der zwei Arten von Streifen sich bemerkbar macht, so erreicht er doch bei einer größeren Entfernung einen solchen Grad, daß die Streifen geradezu als schwarze und weiße bezeichnet werden. Dieser Eindruck ist so stark, daß er von den Beobachtern meist mit Überraschung wahrgenommen wird. Die Entfernung, bei welcher das Maximum dieses Helligkeitsunterschiedes liegt, ist nicht bei allen Scheiben dieselbe; sie fällt auch nicht mit der kritischen Entfernung zusammen, sondern ist etwas kleiner als die letztere. Der Helligkeitsunterschied nimmt bei weiterer Annäherung ab und zwar scheint diese Abnahme mehr durch die Aufhellung der dunkleren als durch die Verdunklung der helleren Streifen zustande zu kommen. Erst aus der unmittelbaren Nähe wird die richtige Helligkeitsdifferenz der bunten Farben erkannt.

Sinne, daß binokular der notwendige Anteil der kurzwelligen Komponente viel geringer ist⁴. Also auch hier tritt die besondere Rolle des Blau hervor.

² Diese Versuche lieferten zugleich den Stoff zur Erörterung der Fragen, auf die in § 8 eingegangen werden soll.

Die merkwürdige Tatsache,¹ daß die Helligkeiten der Farben sich in hohem Grade mit der Änderung der Sehwinkelgröße ändern, wurde mehrmals in der Psychologie erwähnt. AARS bemerkt folgendes: „Derselbe Ring in 5 m Entfernung erscheint, wenn er indigo, violett oder purpurfarbig ist, dunkler als in der Nähe, blau und gelb schien bei diesen Untersuchungen gleich zu bleiben, orange und grün waren sogar in der Ferne relativ aufgehellt.“² Bei unseren Versuchen ergab sich, daß Rot, Orange, Blau (welches dem Indigo von AARS entspricht) und Violett aus der Ferne dunkler, Gelb und Grün dagegen heller als in der Nähe erschienen.³ Unter den vier ersten Farben sind Blau und Violett einer relativ stärkeren Verdunklung unterworfen. Im Einklang damit steht, daß Rot oder Orange in Kombination mit Grün die dunkleren, in Kombination mit Blau oder Violett die helleren Elemente bilden.⁴

Die in Betracht kommende Erscheinung hat EXNER an Scheiben, die aus bunten verschiedenfarbigen Quadraten zusammengestellt waren, beobachtet und folgendermaßen beschrieben: „Es werden, aus passender Entfernung gesehen, Helligkeitsunterschiede auffallend, die in der Nähe nicht oder doch nicht so leicht bemerkt werden. Gruppen von Quadraten können fast schwarz, andere ganz hell erscheinen, wenn sie sich in der Nähe von unbedeutender Helligkeitsdifferenz erweisen.“⁵ EXNER sieht in dieser Erscheinung eine Bestätigung für seine Theorie der Kommassierung der Gesichtsempfindungen. Den Begriff der Kommassierung erläutert er an dem folgenden Beispiel. Wenn man in der Dämmerung eine Figur betrachtet, deren dunkle Teile stufenweise in helle übergehen, kann man ein Ver-

¹ Bei der Bestimmung der Helligkeiten der von mir verwendeten bunten Papiere stieß ich auf die Schwierigkeit, daß Graunancen, die nach der Methode des unmittelbaren Vergleichs ausgewählt worden waren, bei den Streifenversuchen nicht mehr paßten. Es war nicht möglich, ein Grau zu finden, welches mit der untersuchten Farbe auf der ganzen Strecke von der kritischen Entfernung bis zu größerer Nähe gleich hell war. Gegenüber den grauen Farben, die von der Nähe als die richtigen gewählt wurden, erschien Blau und Rot aus größerer Entfernung dunkler, Grün und Gelb heller.

² AARS III, S. 5, vgl. auch BULL a. a. O. S. 97.

³ Dieses Ergebnis stimmt also nicht mit dem von AARS überein, wofür der Grund wohl in der Verschiedenheit der verwendeten farbigen Papiere liegen mag.

⁴ Die Helligkeitsänderung der bunten Farben bei Betrachtung aus der Ferne scheint aus ihrer spezifischen Helligkeit nicht verständlich gemacht werden zu können. Nach der Lehre von der spezifischen Helligkeit der Farben (vgl. F. HILLEBRAND, Über die spezifische Helligkeit der Farben. *Sitzungsber. der Wiener Akademie*, Bd. 98, Abt. 3, 1889) wird ein mittleres Grau durch Hinzufügen des Blau oder Grün verdunkelt, durch die des Gelb oder Rot aufgehellt. Dem gegenüber werden bei unseren Versuchen Rot und Blau bei der Betrachtung aus der Ferne, wo die bunten Komponenten verschwinden, dunkler, Gelb und Grün heller.

⁵ a. a. O. S. 160.

Tabelle 8.

Nr.	Scheibe	erscheint bei voller Verschmelzung	wenn die Streifen auftauchen	bei Annäherung	aus unmittelbarer Nähe
1.	Rot Grün	dunkelgrün mit Stich ins Gelblich-grün	sehr dunkelgrüne S. auf weißlichem G.; gelblich-grüner Schimmer	schwarze S. auf weißem G. grünlicher oder bräunlicher Schimmer. U. sehr grofs	U. ganz undeutend
2.	Rot-Blau	rot-blau	dunkelblau S. auf rosa G.; violetter Schimmer	schwarze S. auf violetterem G.	—
3.	Rot-Violett	rot-violett	"	"	—
4.	Orange-Grün	braun	dunkelbraune S. auf grünlichem G. rosa G.	dunkle S. auf gelblichem G. grün, zuletzt gelber Schimmer wie vorher, U. sehr grofs	kein U. U. klein
5.	Orange-Blau	rosa-grau	dunkelblau-violette S. auf rosa G.	dunkelrote S. auf hellrotem G. U. grofs	U. nimmt ab
6.	Orange-Violett	rosa-grau oder lachs-farbig	dunkelgrüne S. auf hellerem G. violetter Schimmer	dunkelrote S. auf hellrotem G. U. grofs	U. nimmt ab
7.	Gelb-Grün	grünlich-gelb	dunkle grünlich-grüne S. auf hell-gelblichem G.	wie vorher	—
8.	Gelb-Blau	grün mit Stich ins Grün	sehr dunkle S. auf gelblichem G.; grünlicher, später rötlicher Schimmer	schwarze S. auf rötlich-gelbem G.	U. nimmt stark ab
9.	Grün-Blau	grün-blau	dunkle S. auf hellem G., bläulich-grüner Schimmer	wie vorher	—
10.	Grün-Violett	bläulich-grün	dunkle S. auf hellerem G. bläulich-grüner Schimmer	braune S. auf blauem G.	—
11.	Blau-Violett	blauviolett	dunkelblau S. auf hellrosa G.	wie vorher	kein U.
12.	Schwarz-Weifs	grün mit Stich ins Bunte (Grün, Blau oder Violett)	dunkelgrüne und hellgrüne S. kein grofses U., leichter bunter Schimmer	dunkelgrüne S. auf hellerem G. zuweilen bunter Schimmer	—

S. = Streifen, G. = Grund, U. = Helligkeitsunterschied.

schwinden dieser Übergänge beobachten, das darin besteht, daß dunklere Teile sich dem benachbarten stärksten Dunkel, die helleren Teile sich dem benachbarten Weiß nähern. „Es findet eine Kommassierung der gleichartigen Empfindungen, welche auf verschiedene Netzhautstellen verteilt sind, statt, indem sich die Weißempfindung um die Stelle ihrer größten Intensität konzentriert und ebenso die Dunkelempfindung.“¹ Die Kommassierung hat in den Wechselwirkungen der gereizten Netzhautstellen ihre physiologische Grundlage, die EXNER unter ganz allgemeine physiologische Gesichtspunkte, unter die Funktionen der Bahnung und Hemmung, subsummieren will. Als Hauptergebnis der Untersuchungen von EXNER ergibt sich folgendes: „Helligkeits- und Farbenempfindungen haben die Neigung zur räumlichen Kommassierung, wobei die ersteren unter Vermeidung der grauen Töne sich in ein Nebeneinander von Schwarz und Weiß, die letzteren unter Vermeidung von Rot, Grün und Indigoblau sich in ein Nebeneinander von Gelb (Braun), Grünblau und Purpur vereinigen.“²

Die Steigerung des Helligkeitsunterschiedes scheint in hohem Maße von der Buntheit der Farben abzuhängen. Sie läßt sich gegenüber bunten Farben nur in einem beschränkten Grade bei den tonfreien Farben beobachten. Bei tonfreien Farben haben wir den normalen Helligkeitskontrast, eine derartige Abhängigkeit des Helligkeitsunterschiedes von der Entfernung wie bei den bunten Farben läßt sich nicht feststellen. Bei unserer Scheibe Nr. 12 wurden die schwarzen und weißen Streifen bei mittlerer Entfernung als dunkel- und hellgrau bezeichnet, und sie schienen sogar in bezug auf die Helligkeit weniger voneinander abzuweichen als die in Wirklichkeit beinahe gleichhellen Streifen von manchen bunten Scheiben.

Einen großen Einfluss auf den Helligkeitseindruck hat das Verhältnis, in dem die beiden Farben zueinander stehen. Kontrastieren die Farben gegeneinander, dann gewinnt der Helligkeitsunterschied eine bedeutende Größe. So erscheinen blaue Streifen auf gelbem Grund tiefschwarz, während sie auf einem grünen Grunde — der ebenso wie der gelbe durch die Betrachtung aus der Ferne an Helligkeit gewinnt — nur der Eindruck von dunkelgrauen Streifen auf hellgrauem Grunde machen.

Was die Änderungen des Farbentons bei verschiedener Entfernung anbelangt, so läßt sich nicht viel Neues sagen. Bei voller Verschmelzung erscheinen die Scheiben in einer Mischfarbe. Beim Auftauchen der Elemente wird stets ein Schimmer beobachtet, der entweder grün oder blau oder violett ist, also immer einer in bezug auf die Mächtigkeit stärkeren Farbe nahesteht. Aus größerer Nähe kann der Schimmer auch rötlich oder gelblich sein.

Im Einklang mit dem von AARS Beobachteten³ scheinen oft die Buntheitskomponenten schon lange verschmolzen zu sein, während die Helligkeitskomponenten noch kontrastieren, in solchen Fällen sieht die Vp. nur dunkle und helle Streifen und einen einheitlichen Schimmer, der der Misch-

¹ a. a. O. S. 162.

² EXNER, a. a. O. S. 161.

³ Vgl. oben S. 232.

farbe der beiden Komponenten entspricht. Bei Scheiben aus Komplementärfarben werden die Streifen in ihrem Farbenton erst aus unmittelbarer Nähe erkannt.

§ 6. Vergleichende Versuche über die räumliche und zeitliche Verschmelzung von bunten Farben.

Ist in dem vorhergehenden Paragraphen der Erfolg von Mischungen bunter Farben auf der Netzhaut untersucht worden, so war das Ziel dieser Versuche, zu ermitteln, wie sich die kritischen Entfernungen für bestimmte Farben im Vergleich zu den kritischen Periodendauern derselben Farben verhalten.

Versuche mit den Streifenscheiben. Um das Versuchsmaterial zu beschränken, wurden aus dem Bereich der bunten Farben nur Rot-Grün und Blau-Gelb als gegeneinander kontrastierende und Blau-Rot als gegeneinander indifferente Farbkombinationen zur Betrachtung gewählt. Aus diesen Farbenpaaren wurden 3 Streifenscheiben angefertigt, deren Streifenbreite 2 mm betrug. Eine 4. Scheibe von gleicher Streifenbreite bestand aus schwarzen Streifen auf weißem Grunde.

Die Farben waren von folgenden Helligkeiten, die nach der Methode des direkten Vergleichs bestimmt wurden: Gelb = 307° Weifs + 53° Tuschschwarz, Grün und Rot = 72° Weifs + 288° Tuschschwarz, Blau = 36° Weifs + 324° Tuschschwarz, endlich das für die Versuche bestimmte Schwarz = 21° Weifs + 339° Tuschschwarz. Der größte Helligkeitsunterschied von 339° bestand somit für die Kombination Schwarz-Weifs, für Gelb-Blau betrug er 271°, für Rot-Blau 36°, bei dem Farbenpaar Rot-Grün bestand kein Unterschied in den Helligkeiten der beiden Komponenten.

Außer diesen 4 Scheiben wurden noch 4 andere verwendet, wo jede der 4 in Betracht kommenden bunten Farben mit einer in bezug auf die Helligkeit ihr gleichen tonfreien Farbe verbunden war, und endlich zwei Scheiben — auf deren Bedeutung wir unten S. 245 zu sprechen kommen — die aus der tonfreien Farbe von der Helligkeit des Blau in Kombination mit Gelb oder Rot bestanden. Alle Scheiben wurden in der Größe von 10 cm Durchmesser vorgezeigt.

Die Versuche wurden im Dunkelmzimmer angestellt.¹ Als Lichtquelle diente eine in einem Blechkasten eingeschlossene Gaslampe (Auerlicht), die durch eine freie Seite des Kastens aus einer Entfernung von etwa 4 m das Licht auf die Scheibe warf. Die Beleuchtung wurde von Zeit zu Zeit mittels des WEBERSCHEN Photometers kontrolliert.

Die Scheiben wurden einzeln auf einem grauen Grunde vorgezeigt und zwar geschah dies auf solche Weise, daß sie durch den Versuchsleiter zunächst mit einem grauen Karton zugedeckt und nach den Schlägen eines

¹ Planmäßig wurden diese Versuche bei natürlicher Beleuchtung auf dem Boden des Instituts angefangen. Die Ergebnisse konnten wegen einer zu geringen Zahl der Versuche nicht bearbeitet werden. Später wurde ich durch die Jahreszeit (Winter) verhindert, an sie anzuknüpfen und mußte zur künstlichen Beleuchtung übergehen.

Metronoms jedesmal 3 Sekunden lang für die Beurteilung aufgedeckt wurden. Die Vp. befand sich zunächst in einer Entfernung, bei der die Streifen vollkommen verschmolzen erschienen. Sie hatte sich immer um 30 cm zu nähern, bis sie die Scheiben als sicher gestreift erkannte. Auf solche Weise wurde jede Scheibe 10mal gezeigt, 5mal mit wagerechter und 5mal mit senkrechter Richtung der Streifen. Es wurden auch Vexierversuche mit homogenen Scheiben eingeschaltet. Die Folge, in welcher die Scheiben gezeigt wurden, war ausgelost. Der Vp. wurden kleine Pausen gewährt, in denen sie den Blick auf den beleuchteten Teil des Zimmers zu richten hatte, um nicht dunkeladaptiert zu werden. Als Versuchspersonen fungierten die Herren Dr. KATZ (K), Dr. AJDUKIEWICZ (A), Dr. COLLETT (C), Dr. INGARDEN (I), sowie Fräul. stud. phil. LUCKEY (L).

In der nachstehenden Tabelle 9 werden die erhaltenen Resultate mitgeteilt.

Tabelle 9.

Nr.	Scheibe	L	K	C	I	A
1.	Rot	429	408	567	445	342
	Grün		33	22,8	16,8	14,4
2.	Rot	399	393	510	435	338
	Blau		23,7	38,4	36	20,4
3.	Gelb	633	714	864	774	462
	Blau		49,2	48	55,2	22,8
4.	Schwarz	670	711	825	759	437
	Weiß		24	45,6	28,8	22,8
5.	Blau	264	282	252	250	222
	Grau		46,8	40,4	19,2	26,4
6.	Grün	294	286	270	294	270
	Grau		28,8	18,6	30	28,8
7.	Gelb	342	342	306	354	282
	Grau		14,4	14,4	28,8	26,5
8.	Rot	342	360	396	390	318
	Grau		30	24,7	19,2	12
9.	Gelb mit	606	712	708	772	450
	Grau		48	31,2	62,4	19,2
10.	Rot mit	342	378	438	408	318
	Grau		19	21,6	15	12

Das Grau auf den Scheiben 9 und 10 war von der Helligkeit des auf den Scheiben 2 und 3 zur Verwendung kommenden Blau, worüber Näheres sich unten S. 245 befindet.

In der Tabelle findet sich für jede Vp. in der ersten Zeile das arithmetische Mittel aus 10 Einstellungen und in der zweiten die mittlere Variation — alles in Zentimetern — eingetragen.

Ziehen wir zunächst die Scheiben in Betracht, in denen die bunten Farben mit gleichhellen tonfreien Farben kombiniert wurden (Scheiben 5—8),

so ergibt sich beinahe ausnahmslos eine ständige und deutliche Zunahme der kritischen Entfernung von Blau über Grün und Gelb zu Rot. Die einzige Ausnahme kommt bei Vp. L vor, für welche die kritischen Entfernungen bei Gelb und Rot gleichgroß sind.

Der Grund für diese Unregelmäßigkeit mag wohl in der folgenden Schwierigkeit der Beobachtung liegen. Es kommt vor, daß die Vp. bei einer Entfernung behauptet, die Streifen ganz sicher (in der richtigen oder in der falschen Richtung) zu erkennen und dann bei größerer Annäherung diese Sicherheit wiederum verliert. Derartige Urteilstauschungen wirken aber nachteilig auf die folgenden Versuche: Hat die Vp. bemerkt, daß sie bei irgendeiner Scheibe zu früh oder sogar irrtümlich geurteilt hat, so will sie bei den folgenden Scheiben vorsichtiger verfahren und tritt etwas näher an die Scheibe heran, ehe sie ein sicheres Urteil abgibt.

Außer diesem einen Fall bei Vp. L verschmelzen die Farben stets, wie bereits gesagt, in der Reihenfolge: Blau, Grün, Gelb und Rot und diese Reihenfolge stimmt mit derjenigen überein, in welcher nach GULLERY¹ die Farben in ihrer Qualität erkannt werden. GULLERY hat für die 4 Hauptfarben (die bei der Überführung auf die Netzhautperipherie invariablen Farben) die Größe der Netzhautbilder ermittelt, bei welcher eben die betreffende farbige Empfindung ausgelöst wird und gefunden, daß ihr Durchmesser für Blau 0,019 mm, für Grün 0,011 mm, für Gelb und Rot 0,007 mm beträgt. Die Größe des Netzhautbildes nimmt bei GULLERY in derselben Reihenfolge ab, in welcher bei den Streifenversuchen die kritische Entfernung wächst, was nichts anderes heißt, als daß der kritische Gesichtswinkel in beiden Fällen in derselben Richtung abnimmt. Der ganze Unterschied besteht darin, daß bei GULLERY die Werte für Gelb und Rot in der Regel gleich sind, was bei unseren Streifenversuchen nur ausnahmsweise vorgekommen ist.

Im Vergleich mit der Reihenfolge der Mächtigkeit der Farben ergibt sich, daß Farben von größerer induzierender Kraft kleinere Erkennbarkeit aufweisen als diejenigen, welche geringere oder keine Synkrasieinduktion ausüben.

Nachdem wir die Reihenfolge für die Erkennbarkeit der Farben festgestellt haben, wenden wir uns zur Besprechung der, mittels der aus zwei bunten Farben bestehenden Scheiben 1—4 gewonnenen Resultate.

Die kleinsten kritischen Entfernungen wurden bei der Kombination Rot-Blau erzielt.

An der zweiten Stelle steht die Kombination Rot-Grün.

Die zwei weiteren Scheiben Gelb-Blau und Schwarz-Weiß vertauschen oft ihre Stellen, aber in der Mehrzahl der Fälle (6mal auf 10) ist die kritische Entfernung für Schwarz-Weiß kleiner als für Gelb-Blau und demgemäß scheint im allgemeinen die dritte Stelle dem Schwarz-Weiß und die vierte dem Gelb-Blau zuzukommen.

Wenn auch die Ergebnisse unserer Versuche in bezug auf die Scheiben

¹ GULLERY, Vergleichende Untersuchungen über Raum-, Licht- und Farbensinn im Zentrum und Peripherie der Netzhaut. *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. 12, 1896, S. 243 ff.

Gelb-Blau und Schwarz-Weiß etwas schwanken, so ist doch sicher, daß die Farbenpaare nicht in der Reihenfolge ihrer Helligkeitsunterschiede (s. oben S. 242) verschmelzen. Wäre die Helligkeitsdifferenz zwischen beiden Arten von Streifen der maßgebende Faktor, so müßte Rot-Blau später als Rot-Grün und Gelb-Blau früher als Schwarz-Weiß verschmelzen. Tatsächlich ist es umgekehrt. Rot-Blau wird in bezug auf die kritische Entfernung durch Rot-Grün überholt und Gelb-Blau verschmilzt in den meisten Fällen später als Schwarz-Weiß.

Um diese Reihenfolge zu erklären, müssen wir auf die Ergebnisse des 5. Paragraphen zurückblicken, wo (S. 238) wir festgestellt haben, daß die Helligkeitsunterschiede auf den Streifenscheiben bei Betrachtung aus der Ferne großen Änderungen unterworfen sind und zwar scheinen sie auf den Scheiben Gelb-Blau und Rot-Grün durch die Verdunklung der einen Komponente und durch die Aufhellung der anderen gehoben zu sein. Man wird so zur Aufstellung des Satzes geführt, daß für die räumliche Verschmelzung der bunten Farben nicht die Helligkeitsverhältnisse maßgebend sind, die für die bunten Farben nach einer der üblichen Methoden gefunden werden, sondern die scheinbaren, die sich aus größerer Entfernung ergeben.

Die zwei letzten Scheiben (9—10) dienen dazu, die kritischen Entfernungen für eine Scheibe aus zwei bunten Farben und für dieselbe Scheibe, wenn eine Farbe durch ein gleich helles Grau ersetzt wird, zu vergleichen. Wir stellen also einerseits die kritischen Entfernungen für die Scheiben 9 und 3 und andererseits für die Scheiben 10 und 2 zusammen, und es ergibt sich, daß die kritische Entfernung für eine Kombination von zwei bunten Komponenten deutlich größer ist als für eine Kombination, in der eine bunte Farbe durch eine tonfreie, gleichhelle ersetzt ist. Für das Farbenpaar Rot-Grün war es nicht nötig, zwecks eines entsprechenden Vergleiches eine neue Scheibe anzufertigen, weil diese beiden Komponenten von gleicher Helligkeit waren. Die Scheibe Grün-Grau bedeutet also zugleich „Grün mit einer tonfreien Farbe von der Helligkeit des Rot“ und eine entsprechende Verwendung kann die Scheibe Rot-Grau finden. Wir vergleichen also mit der Scheibe 1 entweder die Scheibe 6 oder die Scheibe 8 und in beiden Fällen stellt sich dieselbe Tatsache wie oben heraus.

Versuche mit den Kreiselscheiben. Um den Vergleich zwischen der räumlichen und zeitlichen Verschmelzung bei bunten Farben vollständig durchzuführen, erschien es erwünscht, Versuche über kritische Periodendauern für dieselben Farbenpaare¹ unter möglichst ähnlichen Bedingungen anzustellen.

Über diese Versuche sei kurz im folgenden berichtet. Die Versuchsanordnung bestand aus einem mit Tourenzähler versehenen und elektrisch betriebenen MARBESCHEN Kreisels, auf dem die oben benutzten Farbkombinationen dargeboten wurden. Die Vp. saß in einer Entfernung von

¹ Die Arbeit von P. v. LIEBERMANN, Verschmelzungsfrequenzen von Farbenpaaren, *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* Bd. 45, 1911, S. 117 konnte keine Berücksichtigung finden, da die unter ganz anderen Umständen gewonnenen Resultate sich als Vergleichsmaterial nicht eigneten.

2,5 m, sie sollte die Mitte der Scheibe fixieren und beurteilen, wann das Flimmern auf der Scheibe, deren Geschwindigkeit durch Veränderung eines Widerstandes reguliert wurde, aufhörte, worauf die Zeit für 300 Umdrehungen des Apparates gemessen und daraus die kritische Periodendauer berechnet wurde. Dieses Verfahren wurde für jede Scheibe 5 mal wiederholt.¹

Alle sonstigen Verhältnisse (Größe der Scheiben, Beleuchtung, Vpn.) waren die gleichen wie bei den Streifenversuchen.

Die nachstehende Tabelle 10 enthält die gewonnenen Resultate und zwar steht wiederum in der ersten Zeile für jede Vp. die kritische Periodendauer und in der zweiten die mittlere Variation in tausendstel Sekunden (a) ausgedrückt.

Tabelle 10.

Nr.	Scheibe	L	K	C	J	A
1.	Rot-	81	125	102,1	111,6	89
	Grün	5,7	11,5	2,5	6,4	17,3
2.	Rot-	72,3	81,5	71,6	87,2	73,4
	Blau	1,6	5	4,3	2,8	5,7
3.	Gelb-	51,4	51,7	45,4	53,9	55,2
	Blau	4,6	4,9	2,3	5,1	5,12
4.	Schwarz-	53,6	46,4	44,2	50,2	51,4
	Weißs	1,4	1	3,3	10,8	2,16
5.	Blau-	95,7	83,2	86,1	100,1	92,6
	Grau	9,8	3,4	6,5	8,2	7,8
6.	Grün-	123,4	111,3	109,8	121,8	116,4
	Grau	7,5	12,8	9,9	15,6	4,3
7.	Gelb-	82,6	65,2	64	74,1	81,8
	Grau	5,5	3	3,7	6,7	5,4
8.	Rot-	88,4	79,8	77,4	102,8	83,4
	Grau	14,3	9,1	5,7	6,1	2,7
9.	Grau	55,2	45,8	39	51,5	51,2
	vom Blau mit Gelb	4,9	2,9	1,8	7,1	1,5
10.	Grau	87,8	68	56,4	87	73
	vom Blau mit Gelb	19,9	3,4	4,4	1,5	4,8

Es soll gleich gesagt werden, daß die Ergebnisse sich von denen für

¹ Dem Bedenken, das A. A. GRÜNBAUM (*ArGsPhys.* Bd. 166, S. 473) in bezug auf diese sog. Flimmermethode geltend gemacht hat, wurde dadurch Rechnung getragen, daß 1. die von ihm als vorteilhafter bezeichnete steigende Methode benutzt wurde, und 2. daß die Vp. den Blick von Zeit zu Zeit von der Scheibe abwenden mußte und das Urteil „flimmerfrei“ erst dann abzugeben hatte, wenn sie auch mit dem ausgeruhten Auge den Eindruck einer gleichmäßig gefärbten Fläche erhielt.

die Streifenscheiben wesentlich unterscheiden. Die Reihenfolge, in der die Farben mit gleichhellen tonfreien verschmelzen, ist hier folgende: Grün, Blau, Rot und Gelb. Wie bei den Streifenversuchen, so verschmelzen auch hier leichter die „kalten“ Farben als die „warmen“, aber die zwei ersteren wie auch die zwei letzteren tauschen untereinander die Stellen. Es ist zu bemerken, daß die Vp. 1 die rote Farbe eher als die blaue verschmolz, dabei betrug aber der Unterschied bloß 2,7 σ .

Auch die Reihenfolge für die kritischen Periodendauern der bunten Farbenpaare weicht deutlich von der betreffenden Reihenfolge bei den Streifenversuchen ab. Die Scheiben verschmelzen nämlich in folgender Ordnung: Rot-Grün, Rot-Blau, Gelb-Blau und Schwarz-Weiß. Besonders bedeutend ist hier der Abstand zwischen den zwei ersten Scheiben; viel kleiner ist er zwischen den zwei letzten Scheiben, und es kamen auch zwei Fälle vor, in denen Schwarz-Weiß leichter als Gelb-Blau verschmolz, es kann aber als ein mildernder Umstand für diese zwei Ausnahmen angeführt werden, daß beide die Vp. L betreffen, deren Verhalten oft von dem allgemeinen abwich.

Somit ergibt sich: Je größer der Helligkeitsunterschied zwischen den beiden Komponenten der Scheiben ist, um so kleiner ist die kritische Periodendauer. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den in der psychologischen Literatur mitgeteilten Äußerungen,¹ daß bei bunten Farben der Einfluß der Helligkeit auf die Verschmelzung größer als der der Qualität ist.

Der Vergleich der Scheiben 9 und 3, 10 und 2 und 8 und 1 liefert — mit Ausnahme der Vp. L — übereinstimmende Ergebnisse, die sich dahin zusammenfassen lassen, daß die kritischen Periodendauern für die Scheiben aus zwei bunten Farben länger sind als wenn eine Farbe durch ein gleichhelles Grau ersetzt wird, d. h. daß das Hinzutreten der Buntheit die Verschmelzung begünstigt. Dieser Satz trifft aber in dem letzten durchzuführenden Vergleich (zwischen 6 und 1) nicht zu: In diesem Falle sind die kritischen Periodendauern für die Scheiben aus bunten Farben gerade kürzer gewesen — eine Abweichung, für die ich keinen Grund anzugeben vermag.

Setzen wir kritische Entfernung und kritische Periodendauer in Analogie, so ergibt sich folgendes:

1. Die Reihenfolge für die Verschmelzung der bunten Farben mit gleichhellen tonfreien ist eine andere bei der räumlichen als bei der zeitlichen Verschmelzung.

2. Die räumliche Verschmelzung der bunten Farben ist von ihrer Eigenschaft abhängig, sich bei Betrachtung aus der Ferne aufzuhellen oder zu verdunkeln, wodurch eine Änderung des Verhältnisses zwischen den Helligkeiten der Elemente hervorgerufen wird. Diesen neuen Helligkeitsverhältnissen gemäß erfolgt die räumliche Verschmelzung, im

¹ Vgl. KARL MARBE, Theorie der kinomatographischen Projektion, Leipzig 1910, S. 39 oder FR. SCHENK, Über intermittierende Netzhautreizungen, 7. Mitteilung, *Arch. Phys.*, Bd. 68, S. 42.

Gegensätze zu der zeitlichen, für die die wirklich vorhandenen Helligkeitsunterschiede maßgebend zu sein scheinen.

3. Das Hinzutreten einer bunten Farbe an der Stelle einer ihr gleichhellen tonfreien verursacht das Wachstum der kritischen Entfernungen bei der räumlichen und das Wachstum der kritischen Periodendauern bei der zeitlichen Verschmelzung d. h. die Buntheit der Komponenten übt einen hemmenden Einfluss auf die räumliche, dagegen einen fördernden auf die zeitliche Verschmelzung aus.

§ 7. Versuche über räumliche Verschmelzung auf der Peripherie der Netzhaut.

Im folgenden soll die räumliche Verschmelzung auf der Netzhautperipherie untersucht werden.

Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt:

Die Vp. saß in einer Entfernung von 1,5 m vor der Wand des Dunkelzimmers, die als Hintergrund zur Darbietung der Scheiben diente. Das linke Auge der Vp. war mit einer schwarzen Klappe zugedeckt, mit dem rechten Auge sollte sie einen Fixationspunkt fixieren und dabei die betreffende Streifenscheibe beurteilen, die von der rechten Seite und von einer Entfernung, bei der man peripher nichts wahrnehmen konnte, in kleinen Stufen immer näher geschoben wurde, bis die Vp. die Streifen mit ihrer Richtung erkannte. Die Entfernung zwischen der Mitte der so eingestellten Scheibe und dem Fixationspunkt wurde gemessen und das Verfahren 10mal für jede Scheibe, d. h. 5mal für die horizontale und 5mal für die vertikale Richtung der Streifen wiederholt. Zur Betrachtung kamen wiederum die zu den Versuchen des vorhergehenden Paragraphen verwendeten Scheiben Rot-Grün, Rot-Blau, Gelb-Blau und Schwarz-Weiß. Als Vp. fungierten K, C, L.

In der folgenden Tabelle 11 sind die gewonnenen Resultate zusammengestellt. Sie enthält die arithmetischen Mittel (M) aus 10 Bestimmungen der angegebenen Entfernungen und die entsprechenden mittleren Variationen (V) alles in Zentimetern ausgedrückt.

Tabelle 11.

Scheibe	L		K		C	
	M	V	M	V	M	V
Rot-Grün	31,9	1,22	23,3	2,54	26,4	1,8
Rot-Blau	35,7	1,04	25,8	2,66	34,3	1,36
Gelb-Blau	39,3	1,24	38,9	2,41	39	2,5
Schwarz-Weiß	41,2	1,03	42,7	2,4	39,8	1,58

Die Farbenpaare verschmelzen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, bei allen Versuchspersonen in folgender Ordnung: Rot-Grün, Rot-Blau, Gelb-Blau und Schwarz-Weiß. Ähnlich wie bei den Kreiserversuchen im Seh-

zentrum ist der Abstand zwischen den zwei ersten Kombinationen bedeutend, zwischen den zwei letzten ist er klein.

Wie zu erwarten war, verschmelzen also die Farbenpaare auf der Netzhautperipherie, wo die Empfindlichkeit für die Buntheit der Farben herabgesetzt ist, in der Folge ihrer Helligkeitsunterschiede.

§ 8. Unsere Versuche und die neuimpressionistische Technik.

Wir haben durch unsere Versuche gezeigt, inwiefern die übliche Annahme, dafs die in der neuimpressionistischen Malerei angewandte Farbenmischung durch Nebeneinanderstellen kleiner Farbenteilchen in ihrem Resultate der Mischung auf dem Kreisel gleich sei, einer Einschränkung bedarf, und zwar haben wir festgestellt, dafs durch räumliche Mischung Farben entstehen, die durch das Kreiselfahren nur nach gewissen Komponenten oder gar nicht nachgemacht werden können. Die ganze Mannigfaltigkeit der durch räumliche Mischung erzeugbaren Farben kann hier nicht geschildert werden, jedenfalls verhindert das neue Mischungsverfahren die durch Mischung auf der Palette unvermeidbaren Brechungen und Trübungen und erteilt den Farben ihre Schönheit und ursprüngliche Kraft. Die Farbenmischung im Auge bietet also der Malerei neue, reine Farben dar und diese Bereicherung der Palette ist als erster Vorteil zu bezeichnen.

Wie steht es nun mit der Erscheinungsweise derartiger Farben? Verleiht die Mischung im Auge tatsächlich dem Bilde neuartige, besonders schätzenswerte Qualitäten?

Wenn wir mit Hilfe unseres Versuchsmaterials eine Antwort auf diese Fragen geben wollen, dürfen wir nicht vergessen, dafs unser Versuchsverfahren (Streifenscheiben) nur als eine ungewöhnlich vereinfachte Nachahmung der neuimpressionistischen Technik angesehen werden darf. Die neuimpressionistische Malerei legt sehr viel Wert darauf, dafs die Gröfse der farbigen Elemente in einem richtigen Verhältnis zur Gröfse des Bildes selbst steht und die Form und Verteilung der Striche oder Punkte sorgfältig abgewogen wird. Schliesslich ist zu bedenken, dafs die Fachelemente unseres Materials nicht, wie die der Gemälde, eine Gegenständlichkeit darstellen, sondern als reine Farbwerte genommen werden müssen. Dieser Umstand bedingt eine verschiedenartige Einstellung des Beobachters gegenüber den Farben.

Eine Zusammenfassung unserer Beobachtungen bezüglich der Erscheinungsweisen der Streifenscheiben ergibt folgende zwei Gruppen: 1. Bewegung, Unruhe, Flimmer, Glanz. Bei allen Scheiben, aber hauptsächlich bei denjenigen, wo ein grofser, wirklicher oder nur scheinbarer, durch Betrachtung aus der Ferne erzeugter Helligkeitsunterschied zwischen zwei Arten von Streifen vorliegt, zeigt sich eine Art Bewegungserscheinung. Zuerst scheinen die Streifen sich wellenförmig zu bewegen, bei etwas längerer Betrachtung gleitet über die Konturen ein flimmerndes Wogen von kleinen hellen Pünktchen oder Strichelchen. Die Erscheinung wird von den Vpn. im allgemeinen als „Unruhe“, „Flimmern“, auch als

„momentanes Auftauchen von Streifen und Pünktchen“ oder in ähnlicher Weise beschrieben.

Zu dieser Gruppe der Erscheinungen rechne ich auch den Glanz, der auf manchen Scheiben (aber nur auf solchen, die keine kontrastierenden Elemente enthalten) bemerkt wurde. Die Grenze zwischen ihm und Flimmern war nicht immer scharf. Beobachter RUBIN z. B. beschreibt den Eindruck folgendermaßen: „Momentan tritt etwas helles auf den Streifen auf, das den Eindruck eines Glanzlichtes macht.“ Ähnliche Beschreibungen geben andere Vpn.

Auf die Rolle, die für die Erzeugung des malerischen Eindruckes des Glanzes das Nebeneinandersetzen von kleinen Farbteilchen spielt, hat EXNER¹ hingewiesen.

Die Scheinbewegungen an Streifen sind schon mehrfach in der psychologischen Literatur beschrieben,² und auch von P. SCHILDER³ in ihrer Bedeutung für die Malerei, die darin beruht, daß „sich aus ruhenden Gebilden Bewegung entwickeln kann“⁴, richtig erfaßt worden.

2. Lockerung, Schimmer, Auftauchen neuer Farben, unsichere Lokalisation. Es tritt auf den Scheiben zuweilen eine Lockerung des farbigen Gefüges hervor, es wird ein farbiger Schimmer bemerkt, durch den man auf die Streifen hindurchzusehen glaubt. Auch die Streifen selbst werden nicht immer in dieselbe Ebene hineingelegt, es wurde öfters ausdrücklich von den Vpn. gesagt, daß die dunklen Streifen auf dem hellen Grunde liegen, aber nicht umgekehrt. In einer etwas kleineren Entfernung verschwindet oft der Schimmer und zwar auf solche Weise, daß er zur Farbe der bisher als heller bezeichneten Streifen wird. Bei Scheiben aus Komplementärfarben tauchen dann ganz neue Farben auf wie Rot, Rosa und Violett bei gelb-blauer, Braun und Gelb bei rot-grüner, Rot, Grün und Blau bei schwarz-weißer Scheibe. Diese neuen Farben werden nicht scharf lokalisiert und steigern dadurch den Eindruck der Raumhaftigkeit. Aus der unmittelbaren Nähe lassen sie sich durch willkürliche Entspannung der Akkommodation hervorrufen. Auf ganz ähnlichem Material (3–10 mm breite gelbe und blaue Papierstreifen) wurden sie von E. VERESS⁵ beobachtet, wenn die Streifen sich in dem Nahepunkt des Auges befanden, das Auge selbst aber für einen ferneren Punkt akkommodiert war.

Die Ergebnisse dieser Versuche über die Erscheinungsweise der Streifenflächen lassen sich kurz dahin zusammenfassen, daß man schon durch schlichtes Nebeneinanderstellen von kleinen verschiedenfarbigen

¹ EXNER, a. a. O. S. 168 f.

² Vgl. A. v. SZILY, Erscheinungen am engen Streifenmuster, *Sitzungsber. d. Wiener Akademie*, Bd. 121, Abt. 3, 1912, S. 155. H. ROLLET, Über ein subjektives optisches Phänomen bei der Betrachtung gestreifter Flächen, *ZPs* Abt. 2, Bd. 46, S. 198.

³ PAUL SCHILDER, Über autokinetische Empfindungen, *Meumanns Arch. f. ges. Psych.* Bd. 25, S. 36.

⁴ SCHILDER, a. a. O. S. 74.

⁵ E. VERESS, Farbenmischung infolge der chromatischen Aberration des Auges, *ArGsPhys* Bd. 98, S. 403.

Elementen die Eindrücke der Bewegung, der Durchsichtigkeit, des Flimmerns und des Glanzes erzielen kann, wodurch der Malerei neue Mittel zur Wiedergabe impressionistischer Eindrücke zur Verfügung gestellt werden.

Zusammenfassung.

Wenn ich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammenfasse, so ergibt sich folgendes:

1. Die räumliche Verschmelzung der tonfreien Farben ist in ihren Resultaten wie ihren Bedingungen der zeitlichen gleich, wenn man das zeitliche Nacheinander durch das entsprechende räumliche Nebeneinander ersetzt denkt.

2. Die räumliche Verschmelzung der bunten Farben ist weder in ihren Resultaten noch in ihren Bedingungen der zeitlichen gleich. a) Die resultierende Mischfarbe weicht von der entsprechenden Mischung auf dem Kreisel im Sinne einer verstärkten Wirkung der blauen Komponente ab. Außerdem verbleiben noch bei fast allen Kombinationen Unterschiede in bezug auf Helligkeit und Sättigung, die sich nicht beseitigen lassen. b) Die zeitliche Farbmischung ist hauptsächlich von der Helligkeit der beiden Komponenten abhängig, die räumliche auch von der Buntheitskomponente der Farben, und zwar in zweierlei Weise: Erstens haben die Farben die Eigenschaft bei Betrachtung aus der Ferne ihre Helligkeiten stark zu ändern, zweitens scheint die Buntheitskomponente als solche im allgemeinen eine hemmende Wirkung auf die räumliche Verschmelzung auszuüben.

3. Auf der Peripherie der Netzhaut verschmelzen die Farben in derselben Reihenfolge bei der räumlichen wie bei der zeitlichen Verschmelzung.

4. Durch das Nebeneinanderstellen kleiner buntfarbiger Elemente kann man eigenartige Eindrücke erzielen, die speziell in der neuimpressionistischen Malerei Verwendung gefunden haben.

Zum Schlusse vollziehe ich die angenehme Pflicht Herrn Prof. G. E. MÜLLER für das wohlwollende Interesse aufs beste zu danken, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat. Besonderen Dank habe ich Herrn Privatdozenten Dr. D. KATZ abzustatten, der mir zur Arbeit die Anregung gab und mich während der Abfassung derselben mit großem Aufwand von Zeit und Mühe aufs freundlichste unterstützte. Ferner möchte ich allen meinen Versuchspersonen für ihre Opferwilligkeit herzlichen Dank aussprechen.

PROF. DR. K. TWARDOWSKI



G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

BORUTTAU, Prof. Dr. H., Lehrbuch der medizinischen Physik für Studierende und Aerzte zur Ergänzung jedes Lehrbuchs der Experimentalphysik. VIII, 282 S. mit 127 Abb. 1908. M. 8.—, geb. M. 9.—

Das Buch will mehr eine experimentelle als eine theoretische medizinische Physik darstellen und zwar nur insoweit, als sie für den Medizinstudierenden von Interesse ist. Es soll also gewissermaßen einen Ersatz für die medizinische Physik von Adolf Fick, die seit der 4. Auflage nicht wieder aufgelegt wurde, bilden. Es ist als Ergänzung gedacht zu jedem Physikbuch, besonders auch zu dem weit verbreiteten Lehrbuch der Experimentalphysik von Lommel.

EDINGER, Prof. Dr. L. und CLAPARÈDE, Prof. Dr. ED., Über Tierpsychologie. Zwei Vorträge. II, 67 Seiten mit 16 Abbildungen. 1909. M. 2.—

Inhalt: Edinger, Die Beziehungen der vergleichenden Anatomie zur vergleichenden Psychologie. Neue Aufgaben. — Claparède, Die Methoden der tierpsychologischen Beobachtungen und Versuche.

Internationales Zentralblatt für Ohrenheilkunde und Rhino-Laryngologie. 1902 begründet von Prof. Dr. O. Brieger † und Prof. Dr. G. Gradenigo. Im Verein mit Prof. Dr. L. Bayer (Brüssel) etc. herausg. von Dr. M. Goerke und Prof. Dr. G. Gradenigo. Jährlich ein Band von 12 Heften. pro Band M. 24.—

Das Zentralblatt bringt ausschließlich Referate aus dem Bereich der Ohrenheilkunde und verwandter Gebiete, unter Ausschluß der Laryngologie. Neben den rein spezialistischen Arbeiten werden auch aus anderen Gebieten der Medizin solche Publikationen referiert, deren Inhalt entweder ein besonders allgemeines Interesse bietet oder Anregungen auch für die Arbeit auf dem behandelten Gebiete zu geben geeignet ist. Publikationen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie, der pathologischen Anatomie und Bakteriologie, der Chirurgie und inneren Medizin werden dabei besonders berücksichtigt. Der Konnex mit der Gesamtmedizin wird damit gefördert, daß durch Referate die Aufmerksamkeit auf bedeutsamere, auch für die Ohrenheilkunde fruchtbare Arbeiten auf diesem Gebiete hingelenkt wird.

Journal für Psychologie und Neurologie. Herausg. von Prof. Dr. August Forel und Dr. Oskar Vogt, redig. von Dr. K. Brodmann. (Bd. 22 im Erscheinen begriffen.) pro Band M. 20.—

Das Journal, aus der Zeitschrift für Hypnotismus hervorgegangen, will ein Zentralblatt für medizinische Psychologie sein, das dem Psychiater, Psychologen, Anatomen und Neurologen wertvolle Dienste leisten wird.

KOENIG, Prof. Dr. ARTHUR, Gesammelte Abhandlungen zur physiologischen Optik. Mit einem Vorworte von Geheimrat Th. W. Engelmann. VIII, 443 Seiten mit dem Bildnis des Verf., 40 Abb. im Text u. 2 Tafeln. 1903. M. 14.—

Nach dem Urteil von Geheimrat Engelmann kann niemand bestreiten, daß diese Arbeiten Arthur König einen Ehrenplatz unter den Förderern der wichtigsten und schwierigsten Probleme der Physiologie des Sehens sichern. Die Aufsätze sind in chronologischer Folge abgedruckt und genau revidiert worden.

KRIES, Prof. Dr. J. von, Abhandlungen zur Physiologie der Gesichtsempfindungen. Aus dem Physiologischen Institut der Universität zu Freiburg.

1. Heft. VIII, 198 S. u. 1 farb. Tafel. 1897. M. 5.—

2. Heft. IV, 197 S. 1902. M. 6.—

3. Heft. IV, 193 S. 1908. M. 6.—

Diese Abhandlungen des bekannten Sinnesphysiologen und seiner Schüler sind zuerst in der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane“ erschienen und werden hier wieder abgedruckt.

LOEB, Prof. Dr. JACQUES, Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. VI, 324 S. mit 61 Abbildungen. 1906. M. 10.—, geb. M. 11.—

Münchener medizin. Wochenschrift: Die Zusammenfassung eines Lebenswerkes liegt in diesem hochinteressanten Buche vor. Unter den modernen Erforschern der Lebenserscheinungen nimmt Loeb einen ersten Platz ein. Wenn nun ein solcher Mann eine naturphilosophische Darlegung der grossen Gedanken gibt, denen er nachgegangen ist, die ihn gefesselt haben und denen er durch fortgesetzte Erweiterung und Vertiefung seiner Experimente auf den Grund gekommen ist, so ist das für jeden ein hoher Genuß, der über die Detailarbeit unserer Zeit hinaus einen Blick in das Getriebe der tiefsten Naturgeheimnisse zu werfen wünscht.

LOEB, Prof. Dr. JACQUES, Untersuchungen über künstliche Parthenogenese und das Wesen des Befruchtungsvorganges. Deutsche Ausgabe unter Mitwirkung des Verfassers herausgegeben von Prof. Dr. E. Schwalbe, Heidelberg. VIII, 532 S. mit 12 Abbildungen. 1906. M. 7.50, geb. M. 8.50

Münchener medizin. Wochenschrift: Wer sich für die neuen zukunftsreichen Forschungsrichtungen in der Biologie, welche Loeb eröffnet hat, interessiert, wird in seinen Abhandlungen reiche Anregung finden. Die gute deutsche Übersetzung der gesammelten Abhandlungen wird es manchem erleichtern, sich mit ihnen zu beschäftigen und auf seinen Pfaden zu wandeln.

MARBE, Prof. Dr. KARL, Theorie der kinematographischen Projektionen. 80 Seiten mit 33 Figuren. 1910. M. 2.40

Dieses Büchlein ist aus der Ueberzeugung hervorgegangen, daß eine möglichst enge Fühlung zwischen Technik und Wissenschaft im Interesse beider Gebiete gelegen ist. Nachdem sich seit langer Zeit die wissenschaftliche Theorie und Praxis im Gebiete der Mathematik, Medizin und der Naturwissenschaft gegenseitig gefördert haben, macht diese Schrift heute in einer Blütezeit der Technik den Versuch, die Psychologie und die Technik in der Lehre von den kinematographischen Projektionen in Zusammenhang zu bringen. Es wendet sich an alle diejenigen, denen die Technik des Kinematographen am Herzen liegt, und die bei ihren Bemühungen mit der Wissenschaft Fühlung behalten wollen.

FOREL, Prof. Dr. August, Über unser menschliches Erkenntnisvermögen. Beitrag zur wissenschaftlichen deterministischen Psychologie. 19 Seiten. 1914. M. —80.

Die Vorgänge der letzten Monate bei der Aufnahme und Weitergabe von Siegesnachrichten haben auch in weiteren Kreisen das Interesse wieder mehr auf psychologische Probleme gelenkt. Die Erscheinungen, denen wir hier gegenüberstehen, sind Gegenstand der wissenschaftlich-psychologischen Forschung. Gerade auf diesem Gebiete haben Hypothesen und Vorurteile die Sachlichkeit und Einfachheit unseres wissenschaftlichen Urteils getrübt. Auf diese Tatsache weist der Züricher Psychologe in dem vorliegenden Beitrag zur wissenschaftlichen Psychologie hin. Einen tieferen Einblick in die uns auf den ersten Blick oft unverständlichen psychologischen Erscheinungen gewährt vielfach das Experiment. Prüft man die Fälle des täglichen Lebens daraufhin bis in ihre Einzelheiten, so wird man tausendfach Freils Ausführungen bestätigt finden.

MACH, Prof. Dr. ERNST, Populär-wissenschaftliche Vorlesungen. 4. verm. und durchges. Aufl. XII, 508 S. mit 73 Abb. 1910. M. 6.80, geb. M. 7.50

Nach dem Urteil der Kritik gehören die geistreichen Vorträge des vortrefflichen Gelehrten zu dem Gedeigneten, was die Literatur in dieser Richtung besitzt. Sie stehen auf derselben Stufe, wie etwa Helmholtz' Vorträge. Der greise Verfasser kann jetzt zwar keine Vorlesungen mehr halten, doch ist ihm die Neigung, sich über allgemein interessierende Fragen mit dem Publikum auseinanderzusetzen, nicht abhanden gekommen. Die vorliegende vierte Auflage ist daher um sieben Vorlesungen vermehrt worden.

MÖBIUS, Dr. P. J., Ausgewählte Werke. (8 Bände.) Band I: J. J. Rousseau. 3. Aufl. XXIV, 311 S. mit Titelbild und Handschriftprobe. 1911. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band II: Goethe I. 3. unveränderte Auflage. VI, 264 Seiten mit Titelbild. 1909. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band III: Goethe II. 2. unveränderte Auflage. V, 260 Seiten mit einer Tafel. 1909. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band IV: Schopenhauer. 3. Aufl. XII, 282 S. m. 13 Bildnissen. 1911. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band V: Nietzsche. 3. Ausg. XI, 194 S. mit 2 Bildnissen. 1909. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band VI: Im Grenzlande. Aufsätze über Sachen des Glaubens. XII, 248 Seiten mit Fechners Bildnis. 1905. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band VII: Franz Joseph Gall. XII, 222 S. mit 7 Figuren im Texte und 5 Tafeln. 1905. M. 3.—, geb. M. 4.50

Band VIII: Über die Anlage zur Mathematik. 2. Aufl. IV, XI, 272 S. mit 60 Bildnissen und Porträts des Verfassers. 1907. M. 4.50, geb. M. 6.—

TURRO, Prof. R., Ursprünge der Erkenntnis. I. Die physiologische Psychologie des Hungers. Übersetzt von Dr. F. H. Lewi. IV, 286 Seiten. 1911. M. 7.50

Philosophisches Jahrbuch: Das Buch ist eine geistvolle Zusammenfassung dessen, was der Probabilitätskalkül an Problemen dem philosophisch interessierten Forscher bietet, und es dürfte kaum ein zweites Buch geben, das gerade diesen Zwecke so entsprechen könnte. Als zweiter Vorzug desselben möchte ich nennen, dass es ein klares Bild gibt von den Zielen, denen die Wissenschaft der Wahrscheinlichkeitslehre zustrebt, von der Richtung, in der ein endgültiger Erfolg zu erhoffen ist.

Zeitschr. für die gesamte Neurologie und Psychiatrie: Es ist ein, wenn der Ausdruck es gestattet, eleganter Gedanke, sämtliche höhere Funktionen auf die primitivste und verbreitetste, den Trieb nach Nahrung zurückzuführen, und man muss sagen, dass Verf. an diese seine Darlegung viel Geist und umfassende Kenntnisse verwandt hat. Auch der Psychiater und Neurologe wird manches mit Genuss und Nutzen lesen. In seinen Ausführungen finden sich vielerlei anregende Exkurse. Die Uebersetzung R. Allers-München.

STUMPF, Prof. Dr. CARL, Die Anfänge der Musik. 209 S. mit 6 Fig., 60 Melodie-Beispielen u. 11 Abbild., zum Teil auf Tafeln. 1911. M. 6.60, geb. M. 7.50

Zeitschr. für Philosophie: . . . So kann man zusammenfassend sagen, dass Stumps Buch, indem es leichte Lesbarkeit mit wissenschaftlicher Gediegenheit verbindet, einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der „Anfänge der Musik“ bildet.

WALLASCHEK, Prof. Dr. RICHARD, Anfänge der Tonkunst. IX, 341 Seiten mit 4 lithograph. Tafeln, 17 Abbildungen im Text u. 9 S. Musikbeispielen. 1903. M. 9.—, geb. 10.—

Allgemeines Literaturblatt: Der Verf. gibt in erschöpfender Weise einen Ueberblick über die verschiedenen musikalischen Gebirge der Naturvölker und schöpft seine Quellen aus authentischen Berichten und sachlichen Schriften der Forschungsreisenden. Ein Anhang von Notenbeispielen und Illustrationen von Instrumenten der Naturvölker machen das Buch noch anziehender, so dass dasselbe auch als Unterhaltungsbuch allen Musikinteressierenden wärmstens empfohlen werden kann.

WIENER, Prof. Dr. OTTO, Die Erweiterung unserer Sinne. Akademische Antrittsvorlesung, gehalten am 19. Mai 1900. Mit Zusätzen und Literaturnachweis. 43 S. 1900. M. 1.20

Der Verfasser erläutert in diesem Aufsatz an zahlreichen Beispielen aus der Physik den Satz, daß sich jedes neue Instrument oder jede Zusammenstellung bekannter Instrumente zu neuem Zwecke vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte als eine naturgemäße Fortentwicklung und Erweiterung unserer Sinne darstelle.

Zeitschrift für biologische Technik und Methodik. Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Prof. Dr. Martin Gildemeister, Privatdozent der Physiologie an der Universität Straßburg i. Els. 6—8 Hefte bilden einen Band. Jeder Band kostet M. 15.—

Band I: VIII, 454 Seiten mit 161 Abbildungen.

Ergänzungsheft zu Band I: IV, 34 Seiten mit einem Plan und 20 Abbildungen. Band II ist im Erscheinen begriffen.