

**Die Erscheinungen
des simultanen Kontrastes
und der Eindruck
der Feldbeleuchtung**

**Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt a. M.**

vorgelegt von

**Lore Perls geb. Posner
aus Pforzheim**

Referent: Prof. Dr. A. Gelb

Korreferent: Prof. Dr. K. W. Meissner

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juli 1932

Inhalt

	Seite
Einleitung und Problemstellung	1
§ 1. Versuche über Helligkeitskontrast	9
§ 2. Versuche über Farbenkontrast (Neutrales Infeld — farbiges Umfeld)	18
§ 3. Versuche am Nuancierungsapparat (Helligkeitskontrast)	25
§ 4. Zwei-Kammer-Versuche	30
a) Tonfreies Umfeld und Infeld	30
b) Farbiges Umfeld und neutrales Infeld	32
§ 5. Versuche mit farbigen Schatten	34
§ 6. Versuche mit Florkontrast	37
Zusammenfassung	44

Einleitung und Problemstellung

Zur Beobachtung und Untersuchung des simultanen Helligkeits- und Farbenkontrastes sind sehr verschiedene Methoden und Vorrichtungen angegeben worden¹⁾. Je nach der benutzten Methode sind die Kontrastphänomene verschieden eindringlich und lebhaft: mit zu den deutlichsten und wirkungsvollsten überhaupt gehören wohl die „farbigen Schatten“; auch der sogen. Florkontrast ist sehr stark, jedenfalls bedeutend eindringlicher als z. B. ein Kontrast, der mit gewöhnlichen Pigmentpapieren, etwa am Farbkreisel, hergestellt wird. Zur Erzielung sehr lebhafter Kontrastphänomene eignet sich ferner besonders gut auch die von Hering angegebene „Lochmethode“, angewandt etwa am Nuancierungsapparat²⁾; eine Lochfarbe erscheint bald fast weiß, bald fast schwarz, je nach der Intensität, mit der der Lochschirm beleuchtet wird.

Gleichviel, ob man bei der Kontroverse über den Ursprung und die Natur des Kontrastes mehr periphere Erklärungsprinzipien ansetzte (Hering), oder mehr zentrale (Helmholtz), in einem war man sich — wenigstens bis vor kurzer Zeit — einig: es geht immer um „Kontrast“, einerlei ob man für Infeld und Umfeld Pigmentpapiere in objektiv einheitlicher Beleuchtung verwendet, oder ob man zur Herstellung von Infeldern Lochfarben benutzt und dabei das Umfeld einer quantitativ oder qualitativ abweichenden Beleuchtung aussetzt.

In letzter Zeit hat Kroh³⁾ auf Grund bestimmter Versuchsergebnisse die Anschauung vertreten, daß es sich bei bestimmten Farbphänomenen, die man bislang für die lebhaftesten Kontrasterscheinungen gehalten hatte, nicht so sehr um Phänomene des Kontrastes, sondern um Phänomene der sogenannten Farbenkonstanz handle. Andere Autoren haben sich dieser Anschauung im wesentlichen angeschlossen⁴⁾.

1) Eine Zusammenstellung der verschiedenen Versuchsprinzipien und -verfahren findet man bei C. v. Hess in Abderhaldens „Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden“, Abt. V, Teil 6, Lfrg. 41, S. 202 ff.

2) Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, S. 54 u. S. 121.

3) Zeitschrift für Sinnesphysiol. 52, 1921.

4) G. E. Müller: Ueber die Farbenempfindungen. Psychophysische Untersuchungen. Z. f. Psychologie, Erg. Bd. 17, 1930, Seite 88.

Unter Farbenkonstanz versteht man alle diejenigen Erscheinungen, die D. Katz, ausgehend von bestimmten Versuchen und Ueberlegungen Herings, 1911 in seinem Buche „Die Erscheinungsweise der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung“¹⁾ als erster umfassend und experimentell untersuchte. Bei all diesen Erscheinungen handelt es sich im wesentlichen um die Frage nach den Beziehungen zwischen „Farbe“ und „Beleuchtung“, und dabei im besonderen um die Frage, wie es kommt, daß ausgiebige Aenderungen der Beleuchtungsstärke und innerhalb gewisser Grenzen auch Aenderungen der Beleuchtungsfarbe keinen wesentlichen Einfluß auf unser alltägliches Farbensehen, auf unser Erkennen der „Körperfarben“, ausüben.

Ein Beispiel soll das Gemeinte verdeutlichen: ein weißes Papier, das in neutraler Beleuchtung vorliegt, läßt sich auf zwei Weisen lichtschwächer machen. Einmal dadurch, daß man es durch ein Papier ersetzt, das infolge eines geringeren Albedowertes sehr viel weniger Licht reflektiert; in diesem Falle erscheint das Ersatzpapier dunkelgrau oder schwarz. Ein anderes Mal läßt sich das gleiche weiße Papier in der Weise in gleichem Maße verdunkeln, daß man es von der Lichtquelle, z. B. vom Fenster, hinreichend entfernt und so die Lichtstärke um den gleichen Bruchteil herabgesetzt wie im ersten Falle durch Austausch gegen das andere Papier. Obwohl nun das weiße Papier in beiden Fällen um objektiv den gleichen Betrag lichtschwächer gemacht wird, findet man phänomenal etwas Verschiedenes vor. Das weiße Papier, das durch Entfernung vom Fenster lichtschwächer wird, erscheint für gewöhnlich nicht „dunkelgrau“ oder „schwarz“, sondern „weiß“; freilich in einem Weiß, dem man die schwache „Beleuchtung ansieht, in einem Weiß „niedrigerer Ausgeprägtheit“ (Katz). Man hat diese Erscheinung auch so ausgedrückt: das Papier hat die „Eigenfarbe“ Weiß, und dieses Weiß als Eigenfarbe bleibt phänomenal erhalten, auch wenn man das Papier durch Herabsetzung der Beleuchtungsstärke ebenso lichtschwach macht wie durch Ersatz des weißen Papieres durch ein dunkelgraues oder schwarzes in der ursprünglichen Beleuchtung. Wie in diesem Beispiel, so sehen wir auch sonst die „Eigenfarben“ der uns umgebenden Dinge relativ unabhängig von der mitwahrgenommenen Beleuchtung, in der sie stehen.

Nun hat Katz für die Grundphänomene der Farben„konstanz“ eine wesentlich andere Erklärung eingeführt als für die des Far-

ben„kontrastes“. Und lange Zeit herrschte die Auffassung, daß es sich da um zwei verschiedene Erscheinungsgruppen handle, die verschiedene Erklärungsprinzipien erfordern.

Zwischen dieser Auffassung und der vorhin erwähnten Auffassung von Kroh besteht eine Diskrepanz, die einer Klärung bedarf. Wer von beiden hat Recht?

Fassen wir zunächst bestimmte Versuche von Katz einerseits und von Kroh andererseits ins Auge, die die Autoren zu den verschiedenen Ansichten geführt haben.

Katz stellte für den Kontrast die Frage, ob für ihn nur die Stärke und Qualität der retinalen Erregung des Umfeldes in Betracht käme, oder ob auch die von dem Beleuchtungswechsel relativ unabhängig gesehene „Eigenfarbe“ des Umfeldes als solche eine kontraststiftende Rolle spiele.

Um diese Frage zu beantworten, stellte er einen Versuch an, dessen Anordnung Fig. 1 wiedergibt¹⁾.

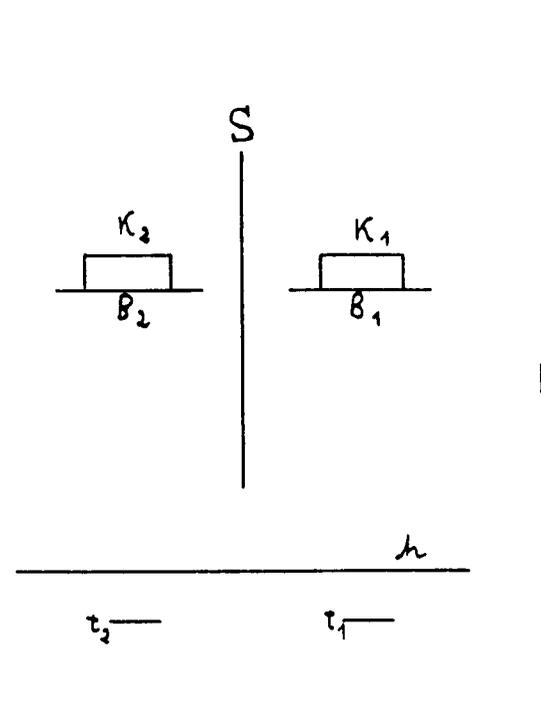


Fig. 1

1) Der Aufbau der Farbwelt, S. 595.

1) Zschr. f. Psychol. Ergbd. 7. Inzwischen, 1930, erschien eine umgearbeitete Auflage des Farbenwerkes von D. Katz, unter dem Titel: „Der Aufbau der Farbwelt“. In diesem Buche stimmt Katz in wesentlichen Punkten mit den Anschauungen überein, die A. Gelb, 1929, in „Die Farbenkonstanz der Sehdinge“ (Handb. d. norm. u. patholog. Physiologie, hrsg. von A. Bethe u. a., Bd. XII, 1. Hälfte, S. 594 ff.) vertreten hat.

K_1 und K_2 sind zwei Kreisel, auf denen je eine Scheibe, B_1 und B_2 , angebracht ist. B_1 ist eine schwarze Scheibe, die samt ihrer Umgebung durch das durchs Fenster F fallende Tageslicht beleuchtet wird. Die Scheibe B_2 ist weiß und wird samt ihrer Umgebung durch einen Schirm S unter herabgesetzte Beleuchtung gebracht. B_1 und B_2 sind auf physikalisch gleiche Lichtstärke gebracht; sie erscheinen aber, aus nicht zu großer Entfernung betrachtet, verschieden: B_1 erscheint „schwarz“ in gewöhnlicher Tagesbeleuchtung, B_2 dagegen sieht „weiß“ aus in einem Raum herabgesetzter Beleuchtung, wie in „Dunkelheit“ liegend. t_1 und t_2 sind zwei weiße oder graue Täfelchen, die vor dem gleichmäßig grauen und daher gleichen Kontrast induzierenden Hintergrund h gleich hell erscheinen. „Wird dieser Hintergrund h entfernt, so dienen B_1 und B_2 als Hintergründe und wirken auf die Täfelchen als kontrastinduzierende Felder. Es zeigte sich nun, daß die beiden Täfelchen auch bei dem Kontrast, den sie von den beiden Scheiben erleiden, gleich hell bleiben, während gleichzeitig die Scheibe B_2 heller (sc. „weißlicher“) erscheint als die Scheibe B_1 .“

Aus diesem Versuch schließt Katz, daß „die Kontrastwirkung bei gleichen figuralen Verhältnissen nur von der Stärke und Qualität der retinalen Erregung abhängig ist“¹⁾.

Die gleiche These vertreten Kravkov und Paulsen-Baschkakova²⁾, die die kontrasterregende Wirkung eines grün pigmentierten Hintergrundes (bei Beleuchtung mit einer Tageslichtlampe von 500 W) im Vergleich mit derjenigen eines retinal gleichwertigen weißen Hintergrundes in grüner Beleuchtung untersuchten. Der farbig beleuchtete Hintergrund lag, der beigegebenen Zeichnung nach zu schließen, viel weiter hinten als der grün pigmentierte. Die Infelder bestanden aus grauen Feldern, die ähnlich wie bei Katz (vergl. Fig. 1), weit vor dem Hintergründen — besonders dasjenige vor dem grün beleuchteten — in einer Ebene lagen. Kravkov und Paulsen-Baschkakova fanden nun, daß der weiße, grün beleuchtete Hintergrund in 95% aller Fälle in seiner „Eigenfarbe“ erkannt wurde; er erschien heller und ungesättigter im Vergleich zu dem grün pigmentierten Hintergründe in der Beleuchtung der Tageslichtlampe. Trotzdem zeigte sich, daß das Hellererscheinen des Hintergrundes keine kontrastive Wirkung auf das zugehörige Infeld ausübte. So schlossen

die Verfasser, daß die (relativ unabhängig von der Beleuchtung gesehenen) „Eigenfarben“ keinen Kontrast ausüben.

Kroh kam in seiner Arbeit „Ueber Farbenkonstanz und Farbenttransformation“ (a. a. O.) zu dem Ergebnis, daß „ein Infeld... durch eine farbige Beleuchtung immer stärker beeinflusst wird als durch ein farbiges Umfeld von gleicher retinaler Wirksamkeit“. Diese stärkere Beeinflussung durch eine farbige Beleuchtung wurde nach einer Methode untersucht, bei der der Wirkung eines künstlich beleuchteten Raumes ein Feld unterstellt wurde, welches selbst nur dem gewöhnlichen Tageslichte ausgesetzt war. Wir wollen dieses Verfahren, das bereits von Jaensch¹⁾ ausgearbeitet war, anhand von Fig. 2 schematisch wiedergeben.

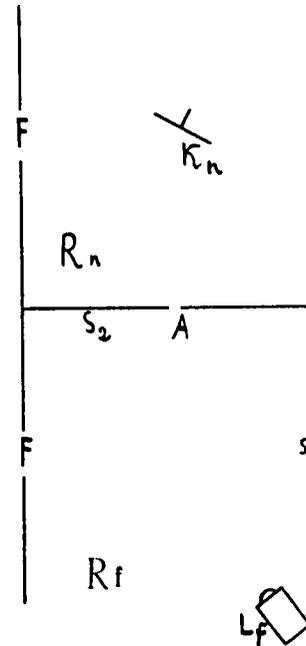


Fig. 2

Ein durch die farbige Lichtquelle L_f beleuchteter Raum R_f (farbig beleuchteter Raum) wird durch die weißen Papierschirme S_1 und S_2 gegen einen normal, d. h. nur von Tageslicht beleuchteten Raum R_n abgegrenzt. Ein Beobachter in R_f sieht im klei-

1) Katz, D., Der Aufbau der Farbwelt, S. 393.

2) Kravkov, S. W., und Paulsen-Baschkakova, W. A., Über die kontrasterregende Wirkung der transformierten Farben, Psycholog. Forsch. 12, 1929, S. 88 ff.

1) Zschr. f. Sinnesphysiologie 52, (1921) S. 165 ff.

nen Ausschnitte A ($1,5 \text{ cm}^2 - 2 \text{ cm}^2$) des Schirmes S_2 als Lochfarbe die Strahlung, die von der grauen, normal beleuchteten Kreisscheibe K_n ausgeht.

Was meint nun Kroh in Bezug auf die wiedergegebene Anordnung mit seiner Behauptung, daß ein Infeld durch eine farbige Beleuchtung in seiner Umgebung immer stärker beeinflusst wird als durch ein farbiges Umfeld von gleicher retinaler Wirksamkeit? Er will damit sagen, daß, wenn man den weißen, farbig beleuchteten Schirm S_2 (Fig. 2) entsprechend farbig pigmentiert wählen und nur dem Tageslicht aussetzen würde, und zwar so, daß er von gleicher retinaler Wirksamkeit wäre wie S_2 in der farbigen Beleuchtung, man jetzt eine geringere Verfärbung des Infeldes (der Lochfarbe in A) im Sinne der Gegenfarbe des Umfeldes vorfände.

Dieses Resultat muß zunächst, konfrontiert mit dem wiedergegebenen Resultat von Katz und von Kravkov und Paulsen-Baschmakova, überraschen. Fassen wir, um das ganz verständlich zu machen, die phänomenalen Verhältnisse bei der Versuchsanordnung von Kroh näher ins Auge. Der weiße Schirm S_2 (Fig. 2) wird, wenn der Beobachter sich im farbig beleuchteten Raume R_f befindet, mehr oder weniger deutlich in seiner „Eigenfarbe“, also „weiß“, gesehen. Daß dieses Weiß als Eigenfarbe von sich aus auch bei Kroh nicht kontraststiftend wirkt — sonst müßte ja Kroh bei seiner Beleuchtungsanordnung ein dunkleres Infeld finden als bei einem retinal gleichwertigen, entsprechend pigmentierten Umfeld in Tagesbeleuchtung — ist nicht weiter auffällig, denn das entspricht dem S. 4 wiedergegebenen Resultate von Katz. Aber Kroh behauptet ja noch etwas wesentlich anderes: das Infeld in A soll sich bei farbiger Beleuchtung des Umfeldes in der Richtung auf die Gegenfarbe dieser Beleuchtung stärker verfärben als in der Richtung auf die Gegenfarbe eines retinal gleichwertigen und entsprechend farbig pigmentierten Umfeldes in Tagesbeleuchtung. Der Eindruck der Beleuchtung als solcher soll also maßgebend sein. In der Tat, die farbige Beleuchtung wird bei der Versuchsanordnung von Kroh unmittelbar gesehen: der Raum R_f erscheint von farbigem Licht erfüllt, er sieht farbig erleuchtet aus. Wirkt nun diese anschaulich erfaßte farbige Umfeldbeleuchtung bzw. farbige Raumerleuchtung kontraststiftend, und zwar stärker als ein retinal gleichwertiges pigmentiertes Umfeld in Tagesbeleuchtung? Kroh meint das jedenfalls nicht, denn er ordnet das gefundene Resultat gar nicht dem Gebiete des Kontrastes zu, sondern dem der Farbenkonstanz.

Ausgehend von der bereits von Jaensch vertretenen Auffassung, daß die strenge Scheidung, die Katz zwischen Farbenkonstanz und Farbenkontrast vollzogen hatte, unzutreffend sei, daß vielmehr Farbenkonstanz und Farbenkontrast in einem inneren Wesenszusammenhange stünden und einer gemeinsamen Wurzel entspringen, glaubt Kroh, die Verfärbung der Lochfarbe in A sei wesentlich ein Phänomen der Farbenkonstanz: so wie der farbig beleuchtete Schirm S_2 nicht entsprechend der Netzhautbeleuchtung, sondern in seiner „Eigenfarbe“, also „transformiert“, verweißlicht gesehen würde, würde auch die Lochfarbe in A unter dem Einfluß der in ihrer Umgebung herrschenden farbigen Beleuchtung „mit transformiert“.

Diese Auffassung hat nicht zur Klärung der Tatsachen beigetragen und darum wenig Beifall gefunden. Wir verweisen auf die ausführliche Kritik von A. Gelb¹⁾, der gezeigt hat, daß Kroh und Jaensch ihre Versuche fälschlicherweise und völlig willkürlich für Versuche über Farbenkonstanz erklärten.

A. Gelb wies zunächst darauf hin, daß die äußeren Versuchsbedingungen, die bei den Untersuchungen von Kroh walten, im Prinzip denjenigen entsprechen, die bei Kontrastversuchen verwendet werden. Wie bei diesen, so würden auch bei den Versuchen von Kroh Umfeld und Infeld unabhängig voneinander verändert; dagegen würde bei allen Versuchen über Farbenkonstanz nicht nur die Umgebung einer Körperfarbe abweichend beleuchtet, sondern auch die Körperfarbe selbst der betreffenden Beleuchtung unterworfen. Schon diese radikale Verschiedenheit in den physikalischen Versuchsbedingungen macht es unmöglich, die Versuche von Kroh Versuchen über Farbenkonstanz einzureihen. Ferner wies Gelb darauf hin, daß man das Problem der Farbenkonstanz doch gerade in der Tatsache gesehen habe, daß die Farben der Sehdinge weitgehend unabhängig bleiben von einem quantitativen Wechsel der Beleuchtung, daß also die Sehdinge trotz eines Beleuchtungswechsels ihre sogen. Eigenfarben in weitgehendem Maße bewahren. Nun ist aber das farbige Feld im Ausschnitte A (Fig. 2) eine Lochfarbe, die jeglicher Beleuchtungsänderung (sowohl derjenigen der Scheibe K_n wie auch der des Schirmes S_2) willig folgt, man kann dementsprechend auch von einer Eigenfarbe dieses Feldes gar nicht sprechen; hat man doch seit jeher gerade Lochfarben verwendet, um sogen. Farbenkonstanz auszuschließen, weil gerade die Lochfarben den Gesetzmäßigkeiten der Farbenkonstanz nicht unterliegen. Im übrigen

1) a. a. O. S. 662 ff. Dasselbst findet man auch den Hinweis auf andere Opponenten. D. Katz (Der Aufbau der Farbwelt, S. 400 ff.) hat sich der Kritik von A. Gelb ganz angeschlossen.

hat Kroh selbst erklärt, daß seine Versuche nichts anderes seien als „Schattenversuche“ — er meint damit farbige Schatten — „mit meßbaren, der Variation zugänglichen Bedingungen“; aber Kroh ist überraschenderweise der Auffassung, daß die farbigen Schatten selbst unter der Mitwirkung jener Gesetzmäßigkeiten zustande kämen, die die Phänomene der Farbenkonstanz beherrschten. Er übersah auch hier wieder, wie Gelb (a. a. O. S. 666, Anm. 2) bemerkte, den radikalen Unterschied zwischen den äußeren Versuchsbedingungen, unter denen einerseits farbige Schatten, andererseits Erscheinungen der Farbenkonstanz auftreten.

In Wirklichkeit liegt also der Versuchsanordnung von Kroh (Fig. 2) eine Methode zugrunde, die zur Demonstration besonders lebhafter Kontrastercheinungen von Hering¹⁾ längst angegeben war. Ebenso wie im Hering'schen Versuch befindet sich auch der Beobachter bei den Versuchen von Kroh in einem farbige beleuchteten Raum, von dem aus eine Lochfarbe beobachtet wird, die einen Kontrast von der in ihrer Umgebung herrschenden farbigen Beleuchtung erleidet. Wenn nun Kroh gefunden hat, daß ein Infeld durch eine in seiner Umgebung herrschende farbige Beleuchtung stärker beeinflusst wird als durch ein farbiges Umfeld von gleicher retinaler Wirksamkeit, so spricht das, wie bereits A. Gelb (a. a. O. S. 667) erklärte, nicht dafür, daß Kroh es hier mit Phänomenen der Farbenkonstanz zu tun hatte, sondern vielmehr für die Notwendigkeit, innerhalb der Kontrastphänomene selbst noch zu differenzieren. Man habe, wie Gelb sagt, zu prüfen, ob man farbige Schatten und überhaupt solche Kontrastercheinungen, bei denen das kontrastinduzierende Umfeld einer gesondert sichtbaren farbigen (oder auch nur quantitativ abweichenden) Beleuchtung ausgesetzt wird, in eine Reihe mit solchen Kontrastversuchen stellen darf, bei denen als In- und Umfeld Pigmentfarben, also Oberflächenfarben, verwendet werden, die unter ein- und derselben Beleuchtung gesehen werden. Auch Katz (a. a. O., S. 595) hat darauf hingewiesen, daß Kontrastphänomene, „die sich unter einer buntfarbigen Beleuchtung einstellen, eine spezielle Beachtung verdienen. Beispielsweise könnte die Kontrastwirkung bei den Versuchen mit farbigen Schatten unter der Mitwirkung der Wahrnehmung der bunten Beleuchtung zustande kommen, indem diese den Kontrast in seiner Wirkung auf das Bewußtsein verstärke. Der weiße Grund, auf dem die farbigen Schatten lagern, erscheint zweifellos in buntfarbiger Beleuchtung“.

1) Hering, E., Pflügers Archiv 42 (1898)

II. Bocksch¹⁾ hat im Anschluß an die sogen. Luftlichthypothese von Bühler²⁾ die Auffassung vertreten, daß auch Lochfarben „nicht unabhängig von der Beleuchtung wären“. Er meint damit die längst vor ihm bekannt gewesene Tatsache, daß ein- und dieselbe Lochfarbe je nach der Beleuchtung des Lochschirmes außerordentlich verschieden aussieht (Hering). Doch auch Bocksch will diese Erscheinung nicht als Kontrast gelten lassen, weil sie durch die „Raumbeleuchtung“ bedingt sei, die vor dem Lochschirme herrsche, und damit muß er alle Kontrastversuche, bei denen das Umfeld unter irgend einer Beleuchtung stand, als nicht in das Kontrastgebiet gehörend betrachten. Auf eine Widerlegung der Bocksch'schen Ausführungen brauchen wir hier nicht einzugehen und verweisen auf die ausführliche Kritik von Katz³⁾.

Unveröffentlichte Versuche ließen Herrn Prof. A. Gelb erkennen, daß für den Kontrast nicht allein die Stärke und die Art der retinalen Erregung maßgebend sei. Wesentlich für die kontrastive Beeinflussung eines Feldes sei auch der Eindruck, daß das betreffende Feld in einem in dieser oder jener Weise — neutral, farbige — erleuchteten Raume stehe.

Herr Prof. Gelb stellte mir daher die Aufgabe, zu untersuchen, ob und in welchem Maße das Sichtbarsein einer bestimmten Raumbeleuchtung und ihrer Gliederung den Kontrast mitbestimmt. Um das zu entscheiden, mußte man Versuchsbedingungen treffen, unter denen Kontrastkonstellationen verglichen wurden, die in Hinsicht auf die Erregungsverhältnisse der Netzhaut stets gleich, in Bezug auf das Sichtbarsein der Raumbeleuchtung im Sehraume aber jeweils verschieden waren.

§ 1. Versuche über Helligkeitskontrast

Wir untersuchen im folgenden die Kontrastwirkung eines weißen, beschatteten Umfeldes im Vergleich zur Kontrastwirkung eines objektiv (retinal) gleich lichtstarken, unbeschatteten, schwarzen Umfeldes mit folgender Versuchsanordnung:

1) Bocksch, H., Duplizitätstheorie und Farbenkonstanz. Z. f. Psychol. 102 (1927) S. 385.

2) Bühler, K., Handb. d. Psychol. I, Heft 1. Die Erscheinungsweisen der Farben. Jena, 1922.

3) Psychol. Forschung 11 (1928) S. 147 ff.; ferner in „Der Aufbau der Farbwelt“, S. 437 ff., insbesondere S. 449 ff.

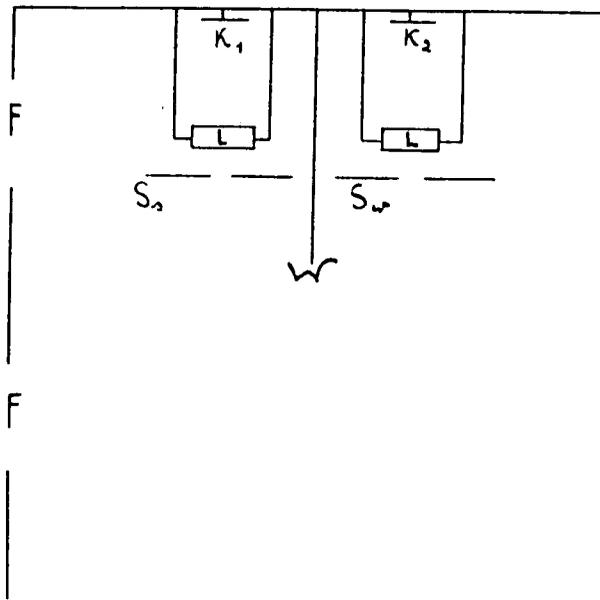


Fig. 3

K_1 und K_2 (Fig. 5) sind rotierende Kreiselscheiben aus schwarzen und weißen Sektoren. Jeder der beiden Kreisel befindet sich in einem schwarzen, allseitig geschlossenen Kasten (Tiefe = 25 cm), in dem eine Lichtquelle L, eine 100-kerzige Opallampe, K_1 bzw. K_2 gleichmäßig beleuchtet. An einer Längswand jedes Kastens befindet sich eine Tür, durch die hindurch man bequem das gewünschte Sektorenverhältnis einstellen kann. Durch eine Öffnung in der vorderen Kastenwand oberhalb der Lichtquelle L ist das auf K_1 und K_2 eingestellte Schwarz-weißgemisch sichtbar.

20 cm vor den Kästen (Fig. 5) ist links ein schwarzer, S_s , rechts ein weißer Lochschirm, S_w , angebracht; beide sind durch einen großen Schirm W getrennt, der S_w und seine Umgebung unter herabgesetzte Beleuchtung bringt; S_s dagegen und seine Umgebung werden von dem durch die Fenster F fallenden Tageslicht beleuchtet.

S_w und S_s sind objektiv gleich hell: bei Beobachtung mit einem reduzierenden Lochschirm erscheinen sie — als Lochfarben gesehen — völlig gleich. Bei freier Betrachtung aber erschei-

nen S_w und S_s , sofern man nicht aus allzu großer Entfernung beobachtet, sehr verschieden. S_w erscheint „weiß“, in einem Räume herabgesetzter Beleuchtung, in „Dunkelheit“ liegend, S_s dagegen sieht „schwarz“ aus in einem Räume stärkerer Beleuchtung. Diese Sichtbarkeit der Beleuchtungsunterschiede, und damit der anschauliche Unterschied in der Erscheinungsweise der beiden Schirme, ist umso deutlicher, je näher der Beobachter an die Anordnung herantritt, bis zu 1,5 m; bei noch kürzeren Abständen als 1,5 m leiden dann freilich die Ueberschaubarkeitsverhältnisse. Bei allmählichem Zurücktreten von der Anordnung nimmt die Deutlichkeit der Beleuchtungs- und Raumlagerung ab, um schließlich bei großen Entfernungen des Beobachters von der Anordnung (7–9 m) unsichtbar zu werden. Man ist dann nicht mehr imstande, „im Ganzen des Sehraumes Untergänge mit von einander sich abhebenden Sonderhelligkeiten“ (Gelb) wahrzunehmen, d. h. man hat nicht mehr den Eindruck, daß rechts von dem schattenwerfenden Schirm W eine andere Raumbelichtung herrscht als links. Bei einer Entfernung von 9 m erscheint die Beleuchtung einheitlich — alles, was links und rechts von der Wand W sichtbar ist, liegt in der subjektiv vereinheitlichten Zimmerhelligkeit, in der sich auch der Beobachter selbst befindet — und jetzt sehen die Schirme S_w und S_s auch bei freier Betrachtung gleich aus; S_w erscheint in gleicher „Eigenfarbe“, nämlich ebenso schwärzlich wie S_s 1).

Mit dieser Anordnung ist folgendes erreicht: stellt man auf K_1 und K_2 gleiche Schwarz-Weißgemische her, z. B. je $210^\circ W + 150^\circ S$, so erscheinen diese als Infelder der Schirme S_w und S_s . Diese letzteren sind zwar auf objektiv gleiche Lichtstärke eingestellt, sie erscheinen aber je nach der Entfernung, aus der man sie betrachtet, in der eben dargelegten Weise verschieden.

Unsere Frage lautet: wie verhalten sich die objektiv gleichen Infelder unter dem Einflusse der objektiv gleich lichtstarken Umfeldler S_w und S_s , wenn man die ganze Anordnung aus verschiedenen Entfernungen beobachtet? Würde der Kontrast, den die Infelder unter unseren Bedingungen erleiden, nur von den retinalen Erregungsverhältnissen abhängen, dann müßten die Infelder vergleichsweise immer den gleichen Kontrast erleiden und damit auch gleich erscheinen, unabhängig von der Entfernung, aus der man sie beobachtet. Das ist theoretisch die erste Möglichkeit.

1) Über die Rolle der Entfernung, aus der man beobachtet, vgl. D. Katz, a. a. O., S. 200/201 und A. Geib, a. a. O., S. 623 f.

Kommt hingegen für den Kontrast auch die Erscheinungsweise hinsichtlich der Beleuchtungsgliederung im Felde wesentlich in Betracht, dann muß der Kontrast bei Betrachtung unserer Anordnung aus verschiedenen Entfernungen verschieden wirken, da wir ja eben gesehen haben, daß die anschauliche Feldbeleuchtungsgliederung bei den verschieden großen Beobachtungsabständen sich ändert. Nun sind aber in Bezug auf die Richtung, in der die anschauliche Feldbeleuchtungsgliederung die Kontrastwirkung beeinflussen kann, zwei weitere Möglichkeiten zu unterscheiden.

Nehmen wir an, man beobachtet zuerst aus so großer Entfernung, daß Sw in Bezug auf die „Eigenfarbe“ ebenso schwärzlich aussieht wie Ss, daß also Sw und Ss in (subjektiv) einheitlicher Zimmerbeleuchtung liegen, und man nähert sich dann der Anordnung — welche phänomenale Veränderung geht hierbei mit Sw und seiner Umgebung vor sich? Bei Annäherung sieht man die Oberfläche von Sw immer deutlicher in seiner „Eigenfarbe“, also sich verweißlichen (sogen. „Transformation“), zugleich aber sieht man den Raum um Sw dunkler werden, und zwar nehmen mit der Annäherung sowohl Verweißlichung der Oberfläche wie Verdunkelung des Raumes zu. Eine mit dem Herankommen an die Anordnung eingehende Veränderung des Kontrastes könnte nun einmal von der zunehmenden Verweißlichung der Oberfläche Sw abhängen (Fragestellung von D. Katz, vergl. oben S. 5) — in diesem Falle müßte das Infeld in Sw beim Herankommen an die Anordnung immer dunkler werden; oder aber die Kontrastveränderung könnte von der Raumverdunkelung um Sw beeinflusst werden — in diesem Falle müßte das Infeld Sw beim Herankommen an die Anordnung sich immer weiter erhellern. Welche der unterschiedenen Möglichkeiten findet sich nun bei unserer Anordnung verwirklicht?

Um diese Frage zu beantworten, ließen wir aus vier verschiedenen Entfernungen beobachten: 9 m, 6 m, 3 m und 1,5 m. Um die Netzhautbilder der Um- und Infelder bei den verschiedenen Entfernungen konstant groß zu halten, wählten wir für die Entfernung von 9 m Sw und Ss in einer Größe von 50×65 cm, die Lochgröße für das Infeld 36 mm; bei den Entfernungen von 6 und 3 m betrug die Umfeldgröße (Schirmgröße) $53,4 \times 43,4$ cm, bzw. $16,7 \times 21,7$ cm; die Lochgrößen für die entsprechenden Infelder waren 24 mm bzw. 12 mm. Eine entsprechende Verkleinerung der Um- und Infelder für die Entfernung von 1,5 m konnte nicht vorgenommen werden, da sonst die Infelder zu klein geworden

wären; wir mußten deshalb hier dieselben Um- und Infelder benutzen wie bei 3 m Entfernung. Bei Betrachtung aus der kleinsten Entfernung (1,5 m) war also das Netzhautbild der Um- und Infelder größer als bei den vorhergehenden Versuchsschritten. Wir kommen bei der Diskussion der Resultate darauf zurück.

Bei jeder der vier Entfernungen wurden drei verschiedene Helligkeiten für das Infeld benutzt: die Größe des Weiß-sektors betrug auf K_1 210° , 150° und 50° ; der restliche Schwarzsektor bestand aus Tuschschwarz.

Das Infeld in Sw hatte zu Beginn jeder Beobachtung die objektiv gleiche Helligkeit wie das Infeld in Ss; der Weiß-sektor auf K_2 betrug also zu Beginn jeder Beobachtung ebenfalls 210° W, bzw. 150° W, bzw. 50° W. Der Beobachter hatte nun das Infeld in Sw mit dem konstant gehaltenen Infelde in Ss sukzessiv zu vergleichen. (Ein Simultanvergleich kam nicht in Frage, da der räumliche Abstand zwischen den Infeldern in Ss und Sw relativ so groß war, daß er, besonders bei den kleineren Entfernungen des Beobachters von der Anordnung, schwer simultan zu überschauen war.) Die Betrachtungszeit war nicht ausdrücklich vorgeschrieben. Die Beobachter wurden jedoch angehalten, nach einer Beobachtungsdauer von 2—5 Sek. ihr Urteil abzugeben: „rechts (= Infeld in Sw) heller“ bzw. „rechts dunkler“, „unbestimmt“, oder „gleich“. Beurteilt wurde also immer das Infeld in Sw. Nach abgegebenem Urteil wurde der Weißsektor auf K_2 so lange nach der Grenzmethode variiert, bis die Infelder rechts und links subjektiv gleich erschienen.

Die quantitativen Ergebnisse dieser Versuchsreihe enthält Tab. I. In der mit „Hauptwert für Infeld in Sw“ überschriebenen Kolonne sind die Weißsektoren in Graden angegeben, die man auf der Kreisscheibe K_2 — im Infelde in Sw — einstellen mußte, um eine subjektive Gleichheit mit dem konstanten Infelde in Ss zu erhalten. Die mitgeteilten Werte sind Mittelwerte aus 3—4 Einzeleinstellungen. Die Kolonne rechts daneben enthält die mittlere Variation; in der nächsten steht der Quotient, der aus der Division des gewonnenen Hauptwertes (Weißsektor) durch den Weißsektor im konstant gehaltenen linken Infelde, in Ss, gewonnen wurde.

Tabelle I.

Vp.	Entfernung	Infeld in Ss = 50° W.			Infeld in Ss = 130° W.			Infeld in Ss = 210° W.		
		Hauptw. f. Inf. in Sw	m. V.	Quot.	Hauptw. f. Inf. in Sw	m. V.	Quot.	Hauptw. f. Inf. in Sw	m. V.	Quot.
Sine-mus	9 m	50°	0°	1	130°	0°	1	190,3°	13,3°	0,9
	6 m	42,5°	1,5°	0,85	114,6°	12,5°	0,88	153,3°	10,3°	0,73
	3 m	31,6°	0,8°	0,63	98,7°	21,9°	0,75	135,6°	10,6°	0,64
	1,50m				71,3°	14,3°	0,54	108°	4,1°	0,51
Nahm	9 m	45°	0,6°	0,9	114,5°	8°	0,88	138,8°	29,5°	0,66
	6 m	35,3°	3,4°	0,7	76°	2,3°	0,58	123°	12,5°	0,58
	3 m	29,1°	3,2°	0,6	65,8°	4,8°	0,5	105°	3,6°	0,5
	1,50m							99°	12,6°	0,47
Win-gen-bach	9 m	50°	0°	1	130°	0°	1	210	0°	1
	6 m	50°	0°	1	121,6°	0,6°	0,93	163,6°	4°	0,77
	3 m	41,5°	3°	0,8	102,3°	0,7°	0,78	139,5°	9,1°	0,66
	1,50m	38,5°	2,5°	0,77	96,5°	1,1°	0,74	113,8°	2,5°	0,54
Kleint	9 m	43,1°	0,8°	0,86	130°	0°	1	191°	13°	0,9
	6 m	35,8°	2,1°	0,7	124,3°	4°	0,95	136,5°	3,1°	0,65
	3 m	28,3°	1,6°	0,56	85,1°	7,1°	0,65	109,1°	2,8°	0,51
	1,50m				66,8°	2,5°	0,51	79,3°	2,6°	0,37

Die gefundenen Quotienten zeigen das Anwachsen des Kontrastes am Infelde auf der beschatteten Seite, wenn der Beobachtungsabstand abnimmt. Die Quotienten bewegen sich zwischen dem Werte 1 bei 9 m Abstand und dem Werte 0,37 bei 1,5 m Abstand. Womöglich noch anschaulicher sind die Kurven,

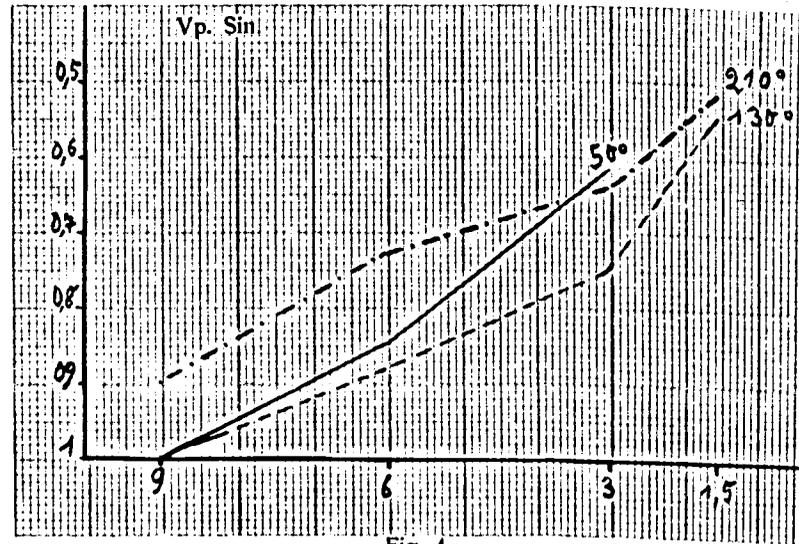


Fig. 4

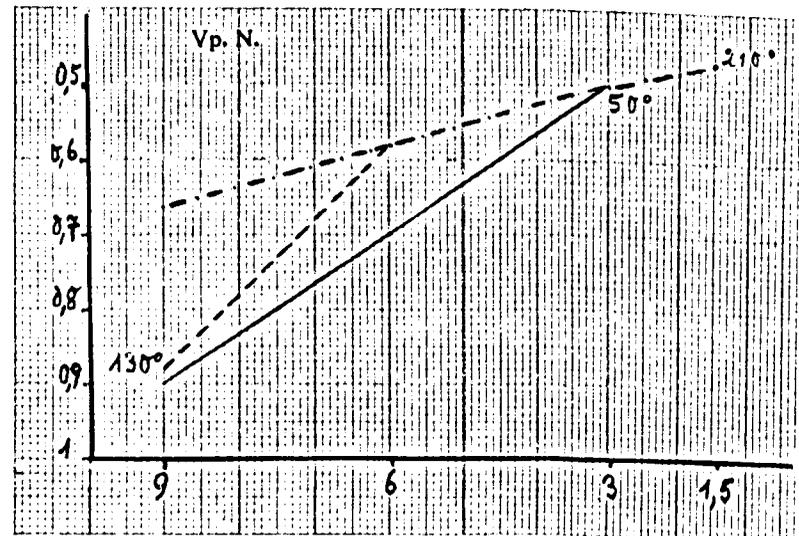


Fig. 5

Tabelle I läßt folgenden Sachverhalt erkennen: Der beschattete weiße Lochschirm Sw übt im Vergleich zu dem retinal gleich lichtstarken schwarzen Umfeld Ss in einer Reihe von Fällen die gleiche Kontrastwirkung aus wie dieses, in den meisten anderen Fällen dagegen eine andere, und zwar in dem Sinne, als ob Sw erheblich dunkler wäre als Ss.

Bei näherer Betrachtung der Tabelle I ergibt sich ein einfaches Gesetz: je kleiner die Entfernung des Beobachters wird, um so stärker wirkt das Umfeld Sw im Sinne einer Hellinduktion auf sein Infeld. Das erkennt man in der Tabelle daran, daß die Gleichheitsfälle der Kontrastwirkungen links und rechts von W bei den größten Entfernungen liegen, und daß die zur subjektiven Gleichheitseinstellung benötigten Weißsektoren auf der beschatteten Seite um so kleiner werden, je näher der Beobachter an die Anordnung herantritt. (Das Kleinerwerden der Weißsektoren deutet darauf hin, daß bei Annäherung an die Anordnung das Infeld in Sw zunehmend heller erscheint.)

die sich ergeben, wenn man auf der Abszisse die Entfernung des Beobachters von der Anordnung, auf der Ordinate die gewonnenen Quotienten einträgt. Das Ansteigen der Kurven (vergl. Fig. 4—7) zeigt das Anwachsen des Kontrastes an, den die verschieden hellen Infelder in Sw (50° W, 130° W, 210° W) bei Verkürzung des Beobachtungsabstandes erleiden.

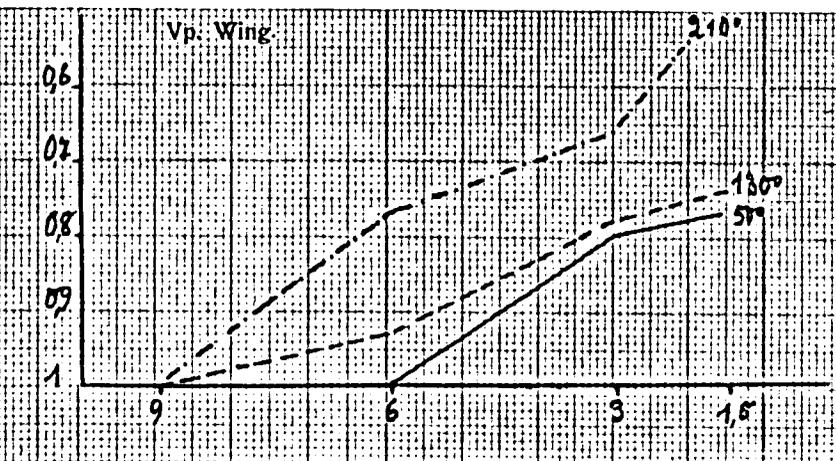


Fig. 6

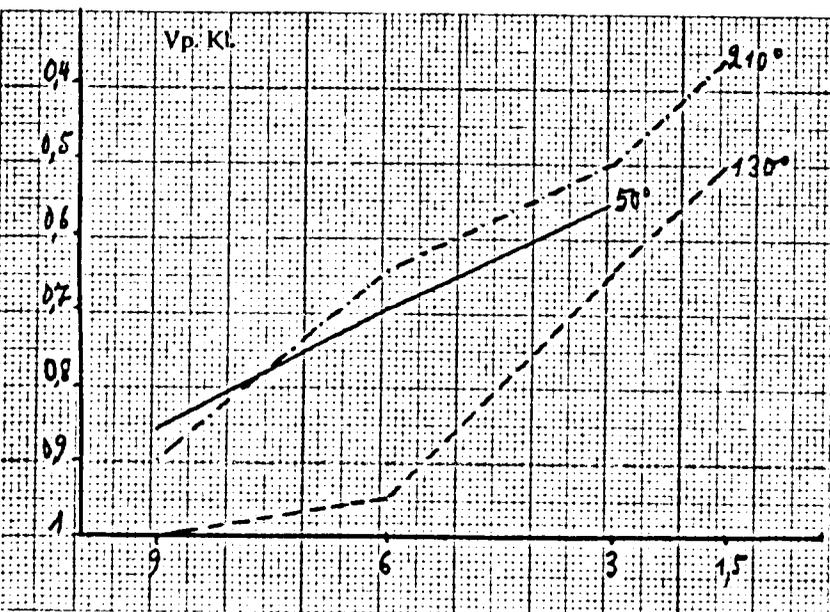


Fig. 7

Die gewonnenen numerischen Resultate lassen also erkennen, daß in unseren Versuchen für die Kontrastwirkung nicht allein die Stärke der retinalen Erregung maßgebend ist; eine wesentliche Rolle spielt auch die Raumbelichtung bzw. ihre Gliederung, die verschiedene Erscheinungsweisen hinsichtlich des Beleuchtungscharakters am Umfeld. Dabei übt die sogen. „Transformation“, bei uns die Verweißlichung des Umfeldes, keinen Einfluß auf den Kontrast aus. Würde eine solche Verweißlichung des Umfeldes kontrastiv wirken, so müßte das Infeld in Sw bei kleinen Beobachtungsabständen dunkler erscheinen als bei großen. Da nun in Wirklichkeit das entgegengesetzte Resultat vorliegt (ein Hellerwerden des Infeldes in Sw bei kleinen Abständen im Vergleich zu großen), so ist die zunehmende kontrastive Erhellung des Infeldes der zunehmenden Verdunkelung zuzuschreiben, die der Raum um das Umfeld beim Kleinerwerden des Beobachtungsabstandes erfährt. Das Hellerwerden des Infeldes in Sw rührt also in dem Sinn einer steigenden Kontrastwirkung von der phänomenal über dem Umfeld zunehmenden Dunkelheit, von dem Beleuchtungsfeld als solchem her. Deshalb sagten wir vorhin (S. 14), daß beim Herankommen an die Versuchsanordnung die Kontrastwirkung so liege, als ob Sw „dunkler“ wäre als Ss. Sw erscheint, als Oberflächenfarbe gesehen, bei kleinen Abständen „weißer“ als bei großen, aber man sieht es bei kleinen Beobachtungsabständen in einem „dunkleren Beleuchtungsfelde“ liegen, in einem Räume, der mit „Dunkelheit“ erfüllt ist, und von hier aus bestimmt sich die kontrastive Erhellung seines Infeldes. Da man bei der Fernbetrachtung alles in ein- und derselben Raumhelligkeit sieht, und Sw dabei den gleichen oder annähernd den gleichen Eindruck einer schwärzlichen Oberflächenfarbe macht wie Ss, darum findet man auch bei der Fernbetrachtung rechts und links den gleichen oder annähernd den gleichen Kontrast vor.

Unser Ergebnis wurde durch folgenden wirkungsvollen Versuch mehr qualitativer Art bestätigt: wenn man zunächst aus der größten Entfernung beobachtete und sich dann allmählich der Anordnung näherte, ohne die Um- und Infeldgröße zu ändern, so sah man überraschend deutlich, wie sich das Infeld in Sw zunehmend erhellte. Zugleich mit der Erhellung des Infeldes war auch die geschilderte Veränderung in der Erscheinungsweise hinsichtlich der Beleuchtungsgliederung im Sehraume deutlich unmittelbar wahrzunehmen. Diese Beobachtung konnte

beliebig oft wiederholt werden, und sie erfolgte unabhängig davon, ob man große oder kleine Um- und Infelder verwendete.

Gegen den Einwand, daß unser qualitativer Versuch mit den vorher beschriebenen quantitativen, bei denen Um- und Infeldgröße entsprechend dem Beobachtungsabstande verändert wurden, nicht direkt vergleichbar sei, weil ja jetzt das Netzhautbild beim Herankommen an die Anordnung sich vergrößere — gegen diesen Einwand ist zu sagen, daß der gewöhnliche Umgebungskontrast, etwa bei Versuchen am Farbenkreisel, bei Variation des Beobachtungsabstandes einen unseren Beobachtungen hier entgegengesetzten Effekt aufweist: die Kontrastwirkung nimmt beim Zurücktreten von der Kreiselscheibe sogar zu, bei der Annäherung ab¹⁾. Die Vergrößerung des Netzhautbildes, die bei unserem qualitativen Versuch stattfand, kann also an sich die veränderte Kontrastwirkung nicht verursacht haben. Aus diesem Grunde sind auch unsere quantitativen Ergebnisse, die wir bei Betrachtung aus 1,50 m erzielt haben, nicht zu beanstanden. Bei diesen Versuchen war zwar die retinale Größe des In- und Umfeldes doppelt so groß wie bei den Versuchen mit dem Beobachtungsabstand von 3 m (vergl. oben S. 12 f.), aber dieser Umstand vermag, wie wir sehen, die Kontrastveränderung beim Uebergang von 3 m zu 1,50 m nicht zu erklären.

§ 2. Versuche über Farbenkontrast

(neutrales Infeld, farbiges Umfeld).

Die im folgenden zu besprechenden Versuche wurden an der gleichen Anordnung durchgeführt (Fig. 5) wie die im vorstehenden Paragraphen geschilderten. Aber an Stelle des schwarzen, dem Tageslicht ausgesetzten Schirmes S₆ befand sich jetzt ein farbig pigmentierter — roter, grüner — Lochschirm, der als Umfeld diente. Auf der anderen Seite der Wand W wurde ein weißer Lochschirm als Umfeld angebracht, der entsprechend farbig — rot, grün — beleuchtet war (Glühbirne, farbige Gelatine). Beide Umfelder waren durch ihre Anordnung und durch Wahl der farbigen Beleuchtung so hergestellt, daß sie das gleiche Strahlungsgemisch dem Beobachter zureflektierten. (Kontrolle mit Hilfe des Reduktionsschirmes.)

1) Lehmann, A.: Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. Teil II. Leipzig 1899. ferner: Révész, O.: Über das kritische Grau. Zeitschr. f. Sinne-physiol. 43, S. 351, 1909. ferner: Katona, G.: Exper. Beiträge zur Lehre von den Beziehungen zwischen den achromatischen und chromatischen Sehprozessen. Z. Sinnesphysiol. 53, S. 173, 1923.

Die Beobachtungen fanden in der gleichen Weise statt wie bisher: es wurden die gleichen vier Entfernungen gewählt, jedoch wurden bei jeder Entfernung nur zwei objektiv neutrale Infelder benutzt statt wie bisher drei, und zwar mit den Infeldhelligkeiten von 50° und 210° Weiß. Die Größen der Um- und Infelder wurden, wie in der vorigen Versuchsreihe, so gehalten, daß das Netzhautbild bei den verschiedenen Beobachtungsabständen konstant blieb. Die Vpn. hatten wieder die Aufgabe, durch Sukzessivvergleich das Infeld rechts, also das Infeld im farbig beleuchteten weißen Umfelle, dem konstant gehaltenen Infelde links, also demjenigen im entsprechend farbig pigmentierten Umfelle, subjektiv gleich zu machen.

Solche subjektiven Gleichheitseinstellungen bereiteten manchen Vpn. nicht unerhebliche Schwierigkeiten, weil die Infelder phänomenal verschieden wirkten. Im farbig pigmentierten Umfelle (links) erschien das Infeld meistens als „aufgeklebte Scheibe“, dagegen sah das Infeld im farbig beleuchteten, weißen Umfelle (rechts), besonders bei mittleren Beobachtungsabständen mehr wie eine „in einem beleuchteten Raume aufgehängte Laterne“ aus. Schon dieser Umstand mag für die beträchtlichen individuellen Differenzen in den zahlenmäßigen Ergebnissen dieser Versuchsreihe verantwortlich zu machen sein. Im übrigen aber fielen die Versuchsergebnisse bei allen Vpn. eindeutig im gleichen Sinne aus.

Vergegenwärtigen wir uns, um die gewonnenen numerischen Werte (Tabellen II und III) bequemer verständlich zu machen, den phänomenalen Hergang beim Uebergang von der Fernbeobachtung (9 m) durch Zwischenstufen zur Nahbeobachtung (1,5 m). Wenn man links, in Tagesbeleuchtung, ein rot pigmentiertes und rechts ein retinal gleichwertiges weißes, rot beleuchtetes Umfeld verwendet, dann erscheinen beide Umfelder, aus der größten Entfernung betrachtet (9 m), ungefähr gleich; beide weisen eine ziemlich gleiche „Eigenfarbe“ auf, nämlich Rot, das wie in einheitlicher neutraler Zimmerbeleuchtung erscheint. Auch die Infelder sehen hierbei fast gleich aus, und zwar erscheinen bei einer Infeldhelligkeit von 210° Weiß beide Infelder hellgelblich-grün, bei einer Infeldhelligkeit von 50° Weiß beide Infelder als ein mit Grau verhülltes Dunkelgrün. Doch kam ein völliges Gleichaussehen einerseits der Um-, andererseits der Infelder bei unserer Anordnung nicht vor — man hätte dazu noch weiter (als 9 m) entfernt sein müssen, als unsere Versuchsverhältnisse es gestatteten — und so erschien manchen Vpn. das Infeld im rot beleuchteten weißen Umfelle bei dem größten Beobachtungsabstand immer noch etwas intensiver grün.

Wenn man links ein grün pigmentiertes, rechts ein retinal gleiches weißes, grün beleuchtetes Umfeld verwendete, dann sahen bei der größten Entfernung hier beide Umfelder völlig gleich aus, nämlich „grün in neutraler Beleuchtung“, und auch die Infelder von 210° Weiß und von 50° Weiß schienen völlig helligkeits- und farbgleich, nämlich beide hellgelblich-rot, bzw. gräugelblich-rot.

Geht man von der Fern- allmählich zur Nahbeobachtung über, dann mitverändert sich allmählich die anschauliche Beleuchtungsgliederung und damit auch die Erscheinungsweise des Umfeldes rechts. Man erkennt in steigendem Maße, daß der Raum rechts von der Wand W in farbiger (roter, grüner) Sonderbeleuchtung steht. Zugleich verweißlicht sich das rechte Umfeld; die weiße „Eigenfarbe“ dieses Umfeldes setzt sich immer mehr durch und wird zu einem „Oberflächenweiß roter, bzw. grüner Beleuchtung“. Würde nun der Kontrast, den das rechte Infeld erleidet, nur von den retinalen Belichtungsverhältnissen abhängen, dann müßte dieses Infeld beim Uebergang von der Fern- zur Nahbeobachtung sein Aussehen bewahren. In Wirklichkeit aber ändert sich dabei das Aussehen des rechten Infeldes sehr stark. Auf der rot (grün) beleuchteten Seite muß man dem Infelde, je mehr man sich der Anordnung nähert, umso mehr Rot (Grün) zumischen und Weiß entziehen, um dieses Infeld dem anderen (linken) subjektiv gleich zu bekommen.

In den Tabellen II a und II b, sowie in den Tabellen III a und III b nehmen daher die Werte des Weißsektors für das Infeld im farbig beleuchteten Umfelle durchgehend umso mehr ab, und die Werte des Rot-(bzw. Grün-)sektors durchgehend umso mehr zu¹⁾, je geringer die Entfernung wird, aus der die Beobachtung erfolgt. (Die Größe der mittleren Variation (m. V.) ist wohl auf die Schwankungen der Tagesbeleuchtung an den verschiedenen Versuchstagen zurückzuführen.)

Tabelle II a.

Infeld im rot pigmentierten, normal beleuchteten Umfelle (links) konstant = 50° Weiß. Für den Gleichheitseindruck erforderte das Infeld im rot beleuchteten, weißen Umfelle (rechts) folgende Werte für den Weiß- und Rotsektor¹⁾:

Vpn.	Entfernung	Weißsektor	m. V.	Rotsektor	m. V.
Nahm	9 m	54,6°	5,9°	8,1°	9,8°
	6 m	45,2°	7,8°	12,6°	6,8°
	3 m	37,1°	6°	22,7°	4,1°
	1,50m	35,6°	6,5°	19,3°	9,7°
Sinemus	9 m	45,8°	2,6°	14,7°	1,6°
	6 m	41,4°	3,5°	19,2°	3,1°
	3 m	35,2°	5,9°	28,6°	6,7°
	1,50m	29,8°	3°	38,6°	4,8°
Usener	9 m	43,7°	2,6°	12,8°	1,5°
	6 m	40,5°	2,2°	17,3°	1,1°
	3 m	28,8°	3,6°	22,8°	1,1°
	1,50m	29,5°	2,6°	32,4°	4,7°
Bodlée	9 m	60,6°	1,1°	21,1°	0,5°
	6 m	54°	1,3°	31,4°	1°
	3 m	38,4°	0,9°	36,3°	0,7°
	1,50m	28,7°	0,8°	40,8°	0,9°
Schwemmler	9 m	60,5°	8,3°	23,6°	0,8°
	6 m	48,1°	1,4°	30,9°	1,3°
	3 m	36,6°	2,1°	39,6°	1,2°
	1,50m	32,8°	0,9°	45,9°	0,9°

1) Die einzige Ausnahme in den Werten des Weißsektors bildet der Wert beim Uebergang von 3 m zu 1,50 m Beobachtungsabstand für die Vp. Usener (Tab. II), die einzige Ausnahme in den Werten des Rotsektors bildet der Wert beim gleichen Entfernungswechsel (3 m zu 1,50 m) für die Vp. Nahm (Tab. II a).

1) Der restliche Sektor war hier wie auch in den folgenden Tabellen II b, III a und III b tuchschwarz.

Tabelle IIb.

Infeld im rot pigmentierten, normal beleuchteten Umfelde (links) konstant = 210° Weiß. Für den Gleichheitseindruck erforderte das Infeld im rot beleuchteten, weißen Umfelde (rechts) folgende Werte für den Weiß- und Rotsektor:

Vpn.	Entfernung	Weiss-sektor	m. V.	Rot-sektor	m. V.
Nahm	9 m	214,1°	4,3°	0°	0°
	6 m	206,2°	5,2°	22,7°	7,7°
	3 m	166°	3°	38,2°	14,8°
	1,50m	131,9°	10,1°	78,2°	7,7°
Sinemus	9 m	194,2°	9,2°	31,6°	3,8°
	6 m	154,6°	9,6°	53,2°	10,8°
	3 m	137,1°	11,3°	74,3°	13,3°
	1,50m	116,6°	11,1°	103°	14,2°
Usener	9 m	190,8°	11,4°	17,3°	8,7°
	6 m	164,4°	11,4°	50,7°	5,5°
	3 m	136,3°	8,9°	80,6°	15,8°
	1,50m	111,7°	4°	97,2°	7,1°
Bodlée	9 m	183,7°	7°	16,5°	2,9°
	6 m	163,1°	16°	38,5°	13,8°
	3 m	138,9°	16,7°	67,8°	14,4°
	1,50m	122,1°	9,1°	87,8°	15,6°
Schwemmler	9 m	179°	11,5°	59,1°	7,8°
	6 m	147,7°	7,5°	75,2°	9,2°
	3 m	129,6°	11,1°	95,2°	7,9°
	1,50m	116,1°	13,9°	110,3°	10,1°

Tabelle IIIa.

Infeld im grün pigmentierten, normal beleuchteten Umfelde (links) konstant = 50° Weiß. Für den Gleichheitseindruck erforderte das Infeld im grün beleuchteten, weißen Umfelde (rechts) folgende Werte für den Weiß- und Grünsektor:

Vpn.	Entfernung	Weiss-sektor	m. V.	Grün-sektor	m. V.
Sinemus	9 m	50,8°	1,3°	0°	0°
	6 m	42°	1°	15,5°	1,3°
	3 m	34,3°	2,7°	25,8°	3,5°
	1,50m	30°	1°	35,8°	2,7°
Nahm	9 m	48,8°	0,9°	5,3°	1,8°
	6 m	39,6°	0,6°	15,8°	2°
	3 m	37,1°	0,2°	30,6°	2,2°
	1,50m	34,8°	1,9°	37°	1,6°
Schwemmler	9 m	54,3°	3,6°	11°	1,3°
	6 m	47,3°	2,6°	17,5°	1,8°
	3 m	39,5°	2°	23,8°	2,1°
	1,50m	34,8°	4,2°	27,3°	2,1°

Tabelle IIIb.

Infeld im grün pigmentierten, normal beleuchteten Umfelde (links) konstant = 210° Weiß. Für den Gleichheitseindruck erforderte das Infeld im grün beleuchteten, weißen Umfelde (rechts) folgende Werte für den Weiß- und Grünsektor:

Vpn.	Entfernung	Weiss-sektor	m. V.	Grün-sektor	m. V.
Sinemus	9 m	210°	0°	0°	0°
	6 m	194,1°	3,4°	16,5°	2,6°
	3 m	171°	4,3°	30,5°	5,3°
	1,50m	161,8°	3,1°	46,3°	7°
Nahm	9 m	216,1°	4,1°	5,5°	1,8°
	6 m	198,1°	1,8°	18,1°	1,8°
	3 m	186,3°	4,1°	28,3°	2,1°
	1,50m	182,5°	3,1°	34,8°	5,1°
Schwemmler	9 m	210°	0°	0°	0°
	6 m	188,6°	4,4°	24,1°	2,8°
	3 m	158,8°	3,5°	48,8°	4,8°
	1,50m	153,3°	3,7°	66,6°	10,8°

Das Infeld auf der farbig beleuchteten Seite ändert sich also entsprechend dem Herankommen des Beobachters an die Anordnung immer mehr in der Richtung auf die Gegenfarbe der Sonderbeleuchtung: das Infeld wird bei rot (bezw. grün) beleuchtetem Umfelle immer grüner (bezw. röter). Auch hier bestimmt sich also der Kontrast nicht allein von der Art der retinalen Belichtung; aber auch die Verweißlichung (das Deutlicherwerden der „Eigenfarbe“) des Umfeldes spielt keine Rolle — sonst müßte ja das Infeld immer dunkler und ungesättigter werden! —, sondern die anschauliche Verfärbung, die der Raum erfährt, in dem das rechte Umfeld steht. Wir haben also bei den Versuchen mit farbig pigmentiertem und entsprechend farbig beleuchtetem Umfelle genau das entsprechende Resultat, das wir vorhin (§ 1) bei unseren Versuchen mit einem schwarzen und einem beschatteten weißen Umfelle fanden.

Man könnte nun fragen, weshalb bei den Versuchen von Katz und bei denen von Kravkov und Paulsen-Baschmakova (vergl. oben S. 4f.), bei denen doch auch der Kontrast eines pigmentierten Umfeldes in Tagesbeleuchtung mit dem Kontrast eines retinal gleichwertigen weißen, entsprechend beleuchteten untersucht wurde, nicht analoge Ergebnisse erzielt wurden wie von uns, d. h. eine Beeinflussung des Infeldes in der Richtung auf die Gegenfarbe der gesehenen Sonderbeleuchtung. Das lag einfach daran, daß bei den Versuchen von Katz und denen von Kravkov und Paulsen-Baschmakova die Infelder nicht in der Ebene der Umfeldler lagen und damit auch nicht in dem sonderbeleuchteten Raume gesehen wurden; die Infelder lagen weit vor dem sonderbeleuchteten Raume, dem Beobachter beträchtlich näher (vergl. oben Fig. 1), sodaß Verhältnisse vorlagen, die ein Resultat in unserem Sinne unmöglich machten.

Fassen wir die Resultate von § 1 und § 2 zusammen: Der Kontrast, den ein beschattetes bzw. ein farbig beleuchtetes weißes Umfeld auf ein objektiv graues Infeld ausübt, kann phänomenal mitunter genau so wirken, wie derjenige, der ausgeht von einem retinal gleichen, pigmentierten (schwarz, bzw. entsprechend farbig pigmentierten) Umfelle in gewöhnlicher Tagesbeleuchtung. Dieser Gleichheitsfall in Bezug auf die Kontrastwirkung lag bei unseren Versuchen vor, wenn, wie bei der Fernbeobachtung, links und rechts von dem Schirme W nicht zwei Räume mit voneinander sich abhebenden Sonderbeleuchtungen gesehen wurden, wenn vielmehr alles in einheitlicher Zimmerbeleuchtung, in der sich

auch der Beobachter befand, erschien, und so auch die Umfeldler die gleiche Eigenfarbe zeigten. Wenn aber die Beobachtungsbedingungen so getroffen wurden, daß die Feldbeleuchtungsgliederung in wachsendem Maße anschaulich wurde — wir erreichten das durch zunehmende Verkürzung des Beobachtungsabstandes — dann übte ein beschattetes, bzw. ein farbig beleuchtetes weißes Umfeld einen zunehmend abweichenden Kontrast aus, als es ein retinal gleiches, pigmentiertes (schwarz bzw. entsprechend farbig pigmentiertes) Umfeld in gewöhnlicher Tagesbeleuchtung tut. Und zwar bestimmt sich der Kontrast in diesem Falle nicht von der sogen. „Transformation“ (in unserem Falle „Verweißlichung“) des Umfeldes, sondern von dem über dem Umfelle liegenden Raumbeleuchtungsfelde als solchem.

§ 3. Versuche am Nuancierungsapparat

(Helligkeitskontrast).

Zu Ergänzung der bisherigen Befunde soll folgender Versuch, der aus zwei Phasen besteht, dienen. In der ersten Phase werden zwei graue Infelder (Lochfarben), statt wie bisher sukzessiv, simultan miteinander verglichen und auf subjektive Gleichheit eingestellt. Dabei liegt das eine Infeld in einem weiß pigmentierten, das andere in einem unmittelbar benachbarten schwarz pigmentierten Umfelle, und beide Umfeldler befinden sich in unbunter, gleich starker Beleuchtung. Wir bezeichnen im folgenden diese Gleichheitseinstellung als A-Einstellung. In der zweiten Versuchsphase wird das schwarz pigmentierte Umfeld durch ein weiß pigmentiertes ersetzt, das dem Licht so weit abgekehrt wird, daß dabei seine retinale Wirksamkeit derjenigen des schwarz pigmentierten Umfeldes von vorhin gleichkommt. Die Beobachter haben nun wiederum eine subjektive Gleichheitseinstellung an den Umfeldlern vorzunehmen. Wir bezeichnen diese als B-Einstellung. A- und B-Einstellung erfolgen also unter retinal völlig gleichen Erregungsverhältnissen, aber die Erscheinungsweise der Umfeldler ist bei der B-Einstellung in noch näher zu schildernder Weise eine andere als bei der A-Einstellung. Es sollte nun untersucht werden, ob bzw. in welchem Sinne die B-Einstellung infolge der abweichenden Erscheinungsweise der Umfeldler andere Resultate liefert als die A-Einstellung.

Die A-Einstellung wurde mit folgender Anordnung durchgeführt: auf dem Boden eines Hering'schen Nuancierungsapparates¹⁾, dessen offene Seite dem Fenster zugekehrt ist, befinden sich zwei Kreiselscheiben, jede mit schwarzem und weißem Sektor (Baryt-weiß und Tuch-schwarz), 65 cm über den Kreiselscheiben, innerhalb des Kastens ist ein Papierschirm horizontal angebracht, der auf der Unterseite schwarz, auf der oberen Seite zur Hälfte mit tuchschwarzem, zur Hälfte mit barytweißem Papier überzogen ist. Zu beiden Seiten von der Trennungslinie ist, in nicht zu großem Abstand von einander, je ein rundes, scharf-randiges Loch von 12 mm Durchmesser ausgeschlagen, durch welche korrespondierende Stellen der Kreiselscheiben als Infelder sichtbar sind. Die obere Wand des Kastens ist durch einen offenen Rahmen ersetzt, und über diesem eine Kopfstütze angebracht, sodaß das Auge des Beobachters sich immer in derselben Entfernung (42 cm) vom Lochschirm befindet. Der Beobachter fixiert monokular die Grenzlinie zwischen den beiden Löchern, und hat anzugeben, ob das Infeld im schwarzen Umfelde demjenigen im weißen gleich, oder ob es heller, bzw. dunkler erscheint. Die einzelnen Beobachtungen dauern nur ca. 2 Sek. Während der eingeschalteten Pausen blickt der Beobachter auf einen grauen Schirm, und während dieser Zeit nimmt der Vp. die für die Gleichheitseinstellung notwendigen Veränderungen an den Scheibensektoren unter dem schwarzen Umfelde vor. Die Scheibe unter dem weißen Umfelde bleibt für je eine Versuchsreihe unverändert. Ihr Weißsektor beträgt in der ersten Versuchsreihe 210°, in der zweiten 130°, und in der dritten 50°.

Für die B-Einstellung wurde die Anordnung in folgender Weise abgeändert: statt des zur Hälfte schwarzen und zur Hälfte weißen Schirmes werden jetzt zwei halb so große weiße (auf der Unterseite schwarze) Schirme verwendet, von denen jeder für sich um eine horizontale Achse drehbar ist. In jedem Schirm ist an der entsprechenden Stelle wie vorhin bei der A-Einstellung ein Loch von 12 mm ausgestanzt. Der eine Schirm, und zwar auf derjenigen Seite, auf der sich bei der A-Einstellung die weiße Hälfte des Schirmes befand, liegt wieder horizontal; der andere aber, der an die Stelle des schwarzen Umfeldes getreten ist, wird so weit vom Fensterlicht abgeneigt, bis er so lichtschwach wird wie das schwarze Umfeld vorhin. (Diese Einstellung auf objektiv gleiche Lichtstärke erfolgte wieder mit Hilfe eines Reduktions-

schirmes.) Im übrigen wird die B-Einstellung in genau derselben Weise ausgeführt wie die A-Einstellung. Die für die Gleichheitseinstellung der Infelder erforderlichen Variationen der Scheibensektoren werden an dem unter dem dem Licht abgeneigten Schirme stehenden Kreisel vorgenommen.

In Tabelle IV sind in Graden die Weißsektoren angegeben, die die variable Kreiselscheibe unter dem horizontal liegenden, schwarz pigmentierten Umfelde (A-Einstellung) und diejenige unter dem retinal gleichen weißen, dem Licht abgekehrten Umfelde (B-Einstellung) enthalten mußte, um Gleichheitseindruck zwischen den beiden Infeldern zu ermöglichen.

Tabelle IV.

Vp.	Unter horizont. liegendem weissen Umfelde konstant 210° Weiss				Unter horizont. liegendem weissen Umfelde konstant 130° Weiss				Unter horizont. liegendem weissen Umfelde konstant 50° Weiss			
	A-Einstellung		B-Einstellung		A-Einstellung		B-Einstellung		A-Einstellung		B-Einstellung	
	Weißsektor	m. V.	Weißsektor	m. V.	Weißsektor	m. V.	Weißsektor	m. V.	Weißsektor	m. V.	Weißsektor	m. V.
Bodlée	75,3°	6,2°	64,7°	4,5°	39,1°	5,1°	38,1°	4,1°	10°	0,7°	11°	0,7°
Blug	77,7	9	58,8	7,7	41,8	6,4	32,6	4,2	12,8	3,3	10,5	1
Sinemus	91,8	8,6	74,7	8,6	50,5	4,1	34,1	2,3	17,6	2,6	10,2	1,1
Wingebach	80	9,5	70,5	8	38,5	3,5	29,7	3,7	12,7	1,2	9,7	0,7
Rosenbaum	51	5,6	23,8	2,8	24,5	3,8	15,5	2,6	4,5	3,6	3,6	0,6

Die Werte der Tabelle IV sind Mittelwerte aus fünf Einstellungen.

Tabelle IV läßt erkennen, daß für die B-Einstellung ein geringerer Weißsektor erforderlich war als für die A-Einstellung¹⁾; mit anderen Worten: ein dem Lichte abgeneigtes, weißes Umfeld von gleicher retinaler Wirksamkeit wie ein dem Lichte zugekehrtes,

1) Hering, E., Grundzüge zur Lehre vom Lichtsinn, S. 54 u. S. 121.

1) Eine gewisse Ausnahme bildet der Wert der Vp. Bodlée bei Infeldhelligkeit von 50° Weiß.

schwarz pigmentiertes Umfeld wirkt auf sein Infeld kontrastiv so, als ob es dunkler wäre als jenes schwarz pigmentierte.

Als Maß der Kontrastwirkung bei der A- und bei der B-Einstellung dienen die im folgenden angegebenen A- und B-Quotienten, die durch Division der erhaltenen Weißsektoren der variierten Kreisscheiben durch den Weißsektor des konstant gehaltenen Infeldes gewonnen wurden.

Tabelle V.

Vpn.	konstant gehaltenes Infeld = 210° Weiss		konstant gehaltenes Infeld = 130° Weiss		konstant gehaltenes Infeld = 50° Weiss	
	A Quot.	B Quot.	A Quot.	B Quot.	A Quot.	B Quot.
Bodlée	0,35	0,3	0,3	0,29	0,2	0,22
Blug	0,37	0,28	0,32	0,25	0,25	0,21
Sinemus	0,43	0,35	0,38	0,26	0,35	0,2
Wingenbach	0,38	0,33	0,28	0,22	0,25	0,19
Rosenbaum	0,24	0,11	0,18	0,11	0,09	0,07

Zur Phänomenologie.

Das dem Licht abgekehrte, weiße Umfeld bei der B-Einstellung erscheint zwar „weißer“ (im Sinne sogen. „Transformation“) als das retinal gleiche, schwarz pigmentierte Umfeld bei der A-Einstellung¹⁾. Wenn es trotzdem auf das Infeld einen Kontrast ausübt, als wenn es dunkler wäre als jenes schwarz pigmentierte, so beweist das — ganz entsprechend unserem Befunde in § 1 — erstens, daß die retinale Verhältnisse nicht allein maßgebend waren, zweitens, daß nicht das Weiß als „Eigenfarbe“ kontrastinduzierend mitwirkte — wir müßten sonst das entgegengesetzte Resultat gefunden haben —, sondern wiederum die „Dunkelheit“, die über dem dem Licht abgeneigten Umfelle herrschte.

1) Es handelt sich dabei um das Sehen der „Eigenfarbe“ von Körperfarben mit verschiedener Orientierung ihrer Oberflächen zur Lichtquelle. Vgl. dazu E. Hering, (Grundzüge d. Lehre vom Lichtsinn, S. 9), D. Katz, Der Aufbau der Farbwelt, S. 150 ff. und A. Gelb (a. a. O.) S. 617 ff.

Soweit zeigte sich eine Übereinstimmung mit unseren früheren Befunden. Im übrigen aber können unsere hier gewonnenen Resultate in Bezug auf ihre Deutlichkeit nicht ohne weiteres an die in § 1 erhaltenen angereicht werden. Die Unterschiede zwischen der Kontrastwirkung eines dem Licht abgekehrten weißen und eines retinal gleich beleuchteten schwarzen Schirmes sind zwar auch am Nuancierungsapparat deutlich, aber — trotz der geringeren Entfernung des Beobachters von der Anordnung — bei weitem nicht so stark wie die Verschiedenheit zwischen der von einem beschatteten weißen und einem retinal gleichen schwarzen Schirm ausgehenden Kontrastinduktion bei Beobachtung aus 1,50 m oder 5 m Entfernung im Versuch des § 1. Die Ursache der verschiedenen Resultate des § 1 und der Nuancierungsapparatversuche wird deutlich, wenn man die phänomenalen Verhältnisse des Versuches am Nuancierungsapparat näher prüft.

Die durch die Abkehrung vom Licht bewirkte Selbstbeschattung des weißen Schirmes wirkt im Nuancierungsapparat nicht so ausgesprochen als selbständiges, vor dem Schirm liegendes Dunkel wie die Beschattung des weißen Schirmes durch die Wand W im Versuch des § 1. Außerdem fällt die Grenze der Beschattung im Nuancierungsversuch vollkommen mit der Grenze des Schirmes zusammen, während bei Versuchen des § 1 die sichtbare Sonderbeleuchtung weit über die Grenzen der Lochschirme (Umfelder) hinausging. Es machte sich daher hier etwas Ähnliches geltend, wie in den Versuchen von W. Fuchs¹⁾, der feststellen konnte, daß zwei hinter einander liegende Farbflächen nur dann als zwei verschiedene Farben gesehen werden können, wenn ihre Grenzlinien sich nicht decken.

Ein zweiter Faktor, der die deutlichere Wahrnehmung der Beschattung bei dem uns hier beschäftigenden Versuch verhindert haben mag, ist die monoculare Beobachtung. Die binoculare Betrachtungsweise, mit welcher wir unsere Versuche in § 1 durchführten, und das Wandern mit dem Blick bei sukzessivem Vergleich begünstigen bekanntlich die Wahrnehmung von „Beleuchtung“²⁾, während monoculares Sehen mehr oder weniger „reduzierend“ wirkt³⁾.

1) Fuchs, W.: Experimentelle Untersuchungen über das simultane Hintereinandersehen auf derselben Schichtung. Z. Psych. S. 91, 1925.

2) Katz, D.: Der Aufbau der Farbwelt, S. 263 ff.

3) Im Zusammenhang mit diesen reduzierenden Faktoren stehen auch die großen individuellen Differenzen. Die stärkste reduzierende Wirkung sehen wir bei Vp. Bodlée, die geringste bei Vp. Sinemus.

§ 4. „Zwei-Kammer“-Versuche

a) Tonfreies Umfeld und Infeld.

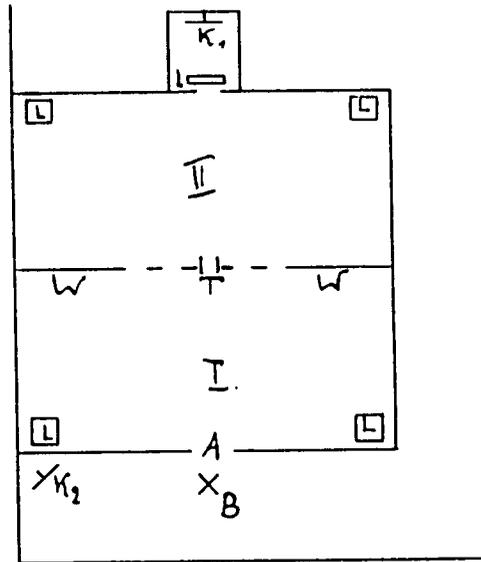


Fig. 8

Ein großer, hausartiger Kasten (Fig. 8) von 2,36 m Höhe, 2,56 m Länge und 1,54 m Breite ist durch eine Wand W in zwei Kammern geteilt. Durch einen Ausschnitt A in der Außenwand der Kammer I kann der Beobachter B von außen in die Kammer I hineinschauen. In der Zwischenwand befindet sich eine Tür T, in welcher ein Lochschirm aus halbtransparentem weißem Papier (50 × 50 cm) eingelassen ist. Das in der Mitte befindliche Loch dieses Schirmes wird, als Infeld, von der Strahlung ausgefüllt, die von einer homogen beleuchteten schwarzweißen Kreisscheibe K_1 ausgeht. Diese Scheibe ist auf einen Kreis montiert, der in einem allseitig geschlossenen schwarzen Kasten, wie er schon zu den Versuchen der §§ 1 und 2 verwendet wurde, angebracht und gesondert von einer Lichtquelle im Innern des Kastens beleuchtet ist. Dieser Kasten steht dicht hinter der ganzen Anordnung: ein Ausschnitt in der Hinterwand der Kammer II gibt ein Stück der Kreisscheibe frei. Der halbtransparente Lochschirm in T wird nun abwechselnd von

vorn durch die dem Beobachter immer unsichtbar bleibenden Lampen (L) der Kammer I und von hinten durch die Lampen der Kammer II beleuchtet. Die Lampen sind so aufgestellt, und ihre Lichtstärke ist so reguliert, daß der halbtransparente Schirm bei Beleuchtung von vorn und hinten objektiv die gleiche Lichtmenge ins Auge des Beobachters sendet. (Die objektive Gleichheitseinstellung erfolgt mit Hilfe eines vor den Ausschnitt A gesetzten grauen Reduktionsschirmes.)

Trotz dieser Gleichheit in Bezug auf die Netzhautbelichtung erhält man recht verschiedene Eindrücke, je nachdem ob der transparente Lochschirm von vorn oder von hinten beleuchtet wird. Von vorn erleuchtet erscheint die Schirmfläche wie eine Wand, die einen Raum abschließt, in dem „Helligkeit“ herrscht: die Wand selbst erscheint als körnige Oberfläche in diesem mit Helligkeit erfüllten Raum. Zugleich erscheint auch die Schirmfläche selbst „sehr hell“, wobei aber mit dieser Helligkeit nicht große Weißählichkeit gemeint ist, sondern der Eindruck, daß der Lochschirm hell „beleuchtet“ ist. Bei Beleuchtung von hinten ist das alles nicht so: die Schirmfläche selbst, die die Kammer I nach hinten abschließt, erscheint in einem dunkleren, wie mit Dämmerung erfüllten Raum (Kammer I) und ist, analog gewissen fluoreszierenden Feldern, von sich aus leuchtend, sie hat von sich aus und in sich Licht. Zugleich nimmt die Schirmfläche bei Beleuchtung von hinten mehr den Charakter einer Flächenfarbe an; die Körnung ihrer Oberfläche ist jetzt nicht mehr zu sehen. Obgleich die Schirmfläche bei Beleuchtung von hinten von sich aus Licht hat, wird sie von den Beobachtern für „dunkler“ erklärt als bei Beleuchtung von vorn, aber mit diesem Dunklersein ist nicht ein Schwärzlichersein gemeint, sondern nur die Erscheinung schlechterer „Beleuchtung“, eines Stehens in einem mit Dämmerung erfüllten Raum (Kammer I).

Die Vp. erhält die Instruktion, anzugeben, ob das Infeld in der Mitte des halbtransparenten Lochschirmes irgendwelche Veränderungen erfährt, wenn der Schirm abwechselnd von Kammer I und II aus beleuchtet wird. Die Vp. soll aber das Infeld nicht mit der Aufmerksamkeit „herausbohren“, sondern sich möglichst unbefangen dem Gesamteindruck hingeben, ohne festliegende Fixation, ohne Starren.

Es zeigte sich nun, daß das Infeld, trotz gleicher retinaler Erregungen, die das Umfeld in beiden Fällen erweckte, sein Aussehen änderte. Wird das Umfeld, die Schirmfläche, von vorn (von hinten) beleuchtet, so verdun-

kelt (erhell) sich das Infeld¹⁾). Dieses Dunkler- resp. Hellerwerden des Infeldes in der Schirmfläche muß sich also von der oben bereits näher beschriebenen verschiedenen Erscheinungsweise des Umfeldes und der phänomenal vor der Schirmfläche liegenden Raumhelligkeit bzw. Dunkelheit herleiten.

Das Dunklerwerden des Infeldes bei Beleuchtung des Umfeldes von vorn und sein Hellerwerden bei Beleuchtung der Schirmfläche von hinten ist bei Betrachtung mit exzentrischen Netzhautpartien noch deutlicher als bei direkter Betrachtung des Infeldes. Selbst wenn man mitunter bei fovealem Sehen keine Veränderung des Infeldes bemerkte, wurde bei exzentrischer Beobachtung das Heller- bzw. Dunklerwerden des Infeldes wieder deutlich. Dieser Befund steht in Uebereinstimmung mit der seit längerer Zeit bekannten Tatsache, daß die Kontrastwirkung im indirekten Sehen eine relativ stärkere ist als im direkten.

Unsere Versuche erstreckten sich auf sechs verschiedene, graue Infelder: der Weißsektor der Kreiselscheibe K_1 (vergl. Fig. 8) betrug jeweils 70°, 100°, 150°, 210° und 350°. Genaue quantitative Messungen konnten nicht vorgenommen werden, da man hierzu das Aussehen des Infeldes, sowohl bei Beleuchtung der Schirmfläche von vorn wie auch bei derjenigen von hinten, auf einer dem Tageslicht ausgesetzten Kreiselscheibe hätte herstellen müssen. Das gelang aber befriedigend nie. Wir mußten uns also bei unserem Versuch mit qualitativen Angaben begnügen, und möchten nur bemerken, daß wir bei naiver Verhaltensweise der Vpn. immer nur Urteile in der gleichen, bereits genannten Richtung erhielten. Kontrafälle kamen nicht vor, wohl aber war die Veränderung des Infeldes zuweilen sehr deutlich, zuweilen weniger deutlich zu sehen. Die stärkste Veränderung des Infeldes beim Beleuchtungswechsel lag vor, wenn man für die Infeldhelligkeit auf der Kreiselscheibe K_1 150°, 210° und 180° Weiß wählte. Jedoch kamen für einzelne Vpn. deutliche Infeldveränderungen auch bei einer Infeldhelligkeit von 70° und 350° Weiß vor, also bei einem fast schwarzen, bzw. fast weißen Infelde.

b) Farbiges Umfeld und neutrales Infeld.

An derselben Versuchsanordnung wurden Versuche mit farbiger Beleuchtung des Lochschirmes durchgeführt. Die Lampen waren mit roter Gelatine verkleidet und etwas näher zum transparenten Schirm hin aufgestellt, konnten aber auch jetzt vom

Beobachter nicht gesehen werden. Diese Lampen wurden so reguliert, daß die Schirmfläche bei beiden Beleuchtungsweisen (von vorn und hinten) physikalisch das gleiche Licht ausstrahlte. Als Infelder dienten diesmal nicht Kreiselscheiben, sondern drei verschieden graue Zimmermann'sche Papiere, die in Tagesbeleuchtung folgende Kreiselwerte hatten :

Grau 1 (Hell)	165°	weiss	+ 6°	blau	+40°	rot	} Rest =	
„ 2 (Mittel)	67°	weiss	+ 6½°	blau	+9°	rot		} Tuch-
„ 3 (Dunkel)	47°	weiss		+ 4½°	rot	} schwarz		

Es ist nicht ganz leicht, die phänomenalen Verhältnisse adäquat zu schildern, die vorlagen, wenn man die Schirmfläche abwechselnd von der Kammer I und von der Kammer II aus beleuchtete. Man sah die Schirmfläche, wenn sie von der Kammer I beleuchtet wurde, als rauhe körnige Oberfläche in einem Raume, der mit intensiv rotem Licht ausgefüllt war. Die Schirmoberfläche selbst erschien einigen Beobachtern als ein „Weiß“ anderen als ein „rötliches Weiß“ in roter „Be“-leuchtung. Von hinten beleuchtet, erschien die Schirmfläche mehr flächenfarbig ohne jede Körnung, gesättigt rot, „wie eine rote Glasscheibe“ oder „wie ein selbstleuchtendes Rot“. Vor der roten Flächenfarbe lag „Dunkelheit“, zum mindesten „tiefe Dämmerung“.

Der Versuch ging nun so vor sich, daß man mit Beleuchtung von vorn und von hinten wieder abwechselte; hierbei sollte festgestellt werden, ob das Infeld unverändert blieb oder nicht. Um wieder objektive Resultate zu erhalten, ließen wir die Beobachter auf der Kreiselscheibe K_2 , die außerhalb der Versuchsanordnung in Tagesbeleuchtung angebracht war (vergl. Fig. 8), das Aussehen des Infeldes bei beiden Beleuchtungsarten des Lochschirmes möglichst genau herstellen. Ganz befriedigend gelang dies nicht, aber Größe und Richtung der Infeldänderung ist an den erhaltenen Werten doch sehr deutlich zu ersehen. Aus einer größeren Zahl von Versuchsreihen führen wir folgende Werte als Beispiele an (Tabelle VI) :

1) Beeinflussungen durch Adaptationsschwankungen kamen bei dem schnellen Beleuchtungswechsel nicht in Frage.

Tabelle VI.

Schirm v. vorn beleuchtet				Schirm v. hinten beleuchtet			
1) Vp. Siemen:							
Grau 1	102° grün	68° weiß	61° gelb	83° grün	89° weiß	62° gelb	
" 2	49° "	38° "	15° "	43° "	54° "	14° "	
" 3	25° "	12° "	7° "	22° "	17° "	6° "	
2) Vp. Nahm:							
Grau 1	90° grün	62° weiß	55° gelb	64° grün	73° weiß	52° gelb	
" 2	44° "	32° "	21° "	40° "	45° "	21° "	
" 3	15° "	12° "	5° "	11° "	22° "	3° "	
3) Vp. Schwemmler:							
Grau 1	93° grün	64° weiß	53° gelb	76° grün	84° weiß	52° gelb	
" 2	74° "	24° "	21° "	56° "	38° "	19° "	
" 3	30° "	14° "	10° "	29° "	28° "	8° "	
4) Vp. Usener:							
Grau 1	134° grün	85° weiß	70° gelb	100° grün	101° weiß	90° gelb	
" 2	51° "	49° "	22° "	44° "	51° "	18° "	
" 3	18° "	8° "	2° "	10° "	18° "	2° "	

Die mitgeteilten Werte der Tabelle VI lassen erkennen: allen Beobachtern erscheint das Infeld grünlicher, wenn das Umfeld von vorne (rot) beleuchtet wird. Dieses Ergebnis gilt für alle drei verwendeten Infeldhelligkeiten.

Nach allem Vorangegangenen brauchen wir wohl eine ausführliche Deutung nicht mehr vorzunehmen. Das Infeld im Lochschirm erschien bei der Beleuchtung von der vorderen Kammer aus deshalb gesättigter grün als bei der retinal gleich wirksamen Beleuchtung des Lochschirmes von hinten, weil nur im ersten Falle das Ausgefülltsein der vorderen Kammer mit rotem Licht, in dem der Lochschirm mit seiner sichtbaren körnigen Oberfläche stand, lebhaft wahrgenommen wurde, und das gerade für die Kontraststeigerung entscheidend ist. Im zweiten Fall, bei Beleuchtung von hinten, war Kammer I anschaulich mit „Dunkelheit“ bzw. „Dämmerung“ erfüllt.

§ 5. Versuche mit farbigen Schatten

Bei Versuchen mit farbigen Schatten — wir verwendeten eine rote und eine farblose Lichtquelle, die auf eine Projektionswand je einen Schatten eines Stabes entwarfen — konnten wir folgende

qualitative Feststellung machen: der grüne Kontrast Schatten erschien bei Beobachtung aus der Ferne (5—6 m) schwächer, bei Beobachtung aus der Nähe (1 m) intensiver grün. Zugleich mit der Annäherung an die Projektionswand verstärkte sich der Eindruck, daß der weiße Grund, auf dem die Schatten lagen, in buntfarbiger Raumbelichtung steht. Wenn der Beobachter ganz nahe an die Projektionswand herantrat, auf ca. 50 cm, sah er sich in die rote Beleuchtung mit einbezogen, und der Schatten erschien dann am stärksten kontrastiv (grün) verfärbt¹⁾. Die Projektionswand erschien in Bezug auf ihre „Eigenfarbe“, aus der Nähe betrachtet, viel „weißer“ als bei Beobachtung aus der Ferne. Die Zunahme der kontrastiven Verfärbung erfolgte also wieder wesentlich unter der Mitwirkung der buntfarbigen (roten) Raumbelichtung, nicht aber unter der Mitwirkung der immer deutlicher werdenden (weißen) „Eigenfarbe“.

Wir stellten uns nun die Aufgabe, diesen qualitativen Befund durch messende Versuche zu stützen. Wir bestimmten quantitativ die Kontrastfarbe des Schattens für verschiedene Entfernungen des Beobachters von der Projektionswand. Zu diesem Zwecke suchten wir eine Kompensationsmethode auszuarbeiten, ähnlich wie sie bei der Kreiselmethode von Sachs und Pretori²⁾ benutzt wurde: dem Kontrast Schatten (dem Infelde) sollte so viel von der Umfeldfarbe zugemischt werden, bis die Kontrastfarbe verschwand. In unserem Falle kam es also darauf an, dem grünen Kontrast Schatten so viel Rot beizumischen, bis er farblos erschien. Nach vielen vergeblichen Bemühungen — die meisten qualitativ brauchbaren Methoden entzogen sich der quantitativen Auswertung — stellte sich folgendes Verfahren als relativ einwandfreie Maßmethode heraus:

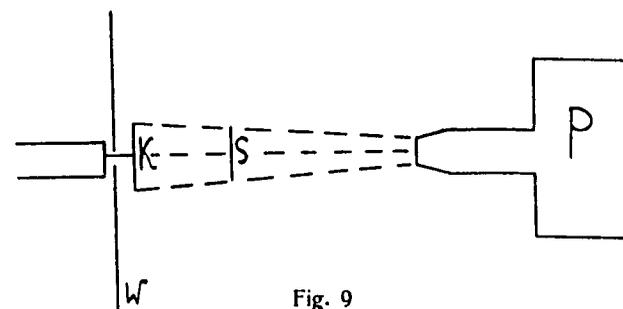


Fig. 9

- 1) Weniger als 50 cm soll der Beobachtungsabstand nicht betragen, da sonst die Unebenheiten der Wand so deutlich werden, daß sich der Kontrast wieder abschwächt.
- 2) Vgl. Sachs u. Pretori: Messende Untersuchungen des farbigen Simultankontrastes. Pflügers Archiv 60. (1895.)

Eine runde Pappscheibe S (Fig. 9) von 12 cm Durchmesser wurde an möglichst dünnen Fäden so aufgehängt, daß eine rote Lichtquelle (Projektionslampe P mit roter Gelatine vor dem Objektiv) und eine nicht weit davon entfernte, relativ farblose Lichtquelle (gewöhnliche Osramlampe, in der Fig. 9 nicht vermerkt) von ihr je einen Schatten auf einer weißen Wand W (75×100 cm) entwarfen. Den grünen Kontrastschatten der Scheibe S ließen wir sich nun mit der weißen Kreiselscheibe K vollständig decken, die, auf einen Musil'schen Farbvariator montiert, fast in der Ebene der Wand W lag. (Die Achse des Farbvariators ging durch ein Loch in der Wand W hindurch.) Indem man der Kreiselscheibe K, die zu Beginn jeder Beobachtung so weiß war wie die Wand, durch einen zweiten Sektor allmählich Rot zumischte, wurde zugleich auch der grünen Schattenfarbe Rot zugefügt bis zu ihrer vollständigen Neutralisierung. Die Größe des zur Kompensation der grünen Kontrastfarbe erforderlichen Rotsektors diente als Maß für die Größe der Kontrastwirkung.

Dieser Rotsektor ist kein hinreichend exaktes Maß, da durch die Rotzumischung sich auch die Helligkeit des Kontrastschattens ändert. Wir dürfen diese Helligkeitsänderung jedoch vernachlässigen, da sie nur in geringem Maße das Ausmaß, nicht aber die Richtung der Kontraständerung beeinflusst.

Die rote Umfeldbeleuchtung war nicht sehr intensiv, aber doch stark genug, um bei Betrachtung aus der Nähe deutlich sichtbar zu sein; der Kontrastschatten war deutlich grün gefärbt. Die Beobachtung erfolgte aus 5 m und 1 m Entfernung. Der Versuchsleiter mischte dem grünen Kontrastschatten auf der Kreiselscheibe Rot zu, und die Vp. sagte: „Halt“, wenn ihr der Schatten rein grau ohne farbige Beimischung erschien. Die Rotzumischung erfolgte jedoch nicht kontinuierlich, sondern in Etappen, da bei längerer Betrachtung Nachbilder entstanden. Die Vp. wurde angehalten, nur ganz kurze Zeit (2—3 Sek.) zu beobachten und das Urteil: „grün“, „immer noch grün“, „noch ganz wenig grün“, etc. abzugeben. In den Zwischenpausen wurde der Rotsektor vergrößert; die Vp. bekam also jeweils nur die veränderte Einstellung, nicht aber die Veränderung selbst zu sehen.

Tabelle VII.

Vp.	Beobachtungsabstand: 5 m		Beobachtungsabstand: 1 m	
	Rotsektor	m. V.	Rotsektor	m. V.
Cohen	177,6 ⁰	6 ⁰	216,4 ⁰	12 ⁰
Usener	170 ⁰	7,4 ⁰	218,4 ⁰	9,1 ⁰
Oppenheimer	122,9 ⁰	8,6 ⁰	170,2 ⁰	4,2 ⁰
Galli	154 ⁰	7,3 ⁰	171,3 ⁰	7,5 ⁰

Aus der Tabelle VII ist ersichtlich, daß beim Beobachtungsabstand von 1 m zur Kompensation der grünen Schattenfarbe bei allen Vpn. ein wesentlich größerer Rotsektor erforderlich war, als beim Beobachtungsabstand von 5 m. Bei Nahbeobachtung erschien also die Schattenfarbe gesättigter grün als bei Fernbeobachtung.

Unsere messenden Versuche bestätigen also deutlich den bereits zu Beginn dieses § dargelegten und gedeuteten qualitativen Befund.

§ 6. Versuche mit Florkontrast

Zur Demonstration lebhafter Farbenkontrasterscheinungen wird außer dem Schattenversuch (§ 5) häufig auch der sogen. Florversuch angeführt. Daß die Lebhaftigkeit der farbigen Schatten wesentlich unter der Mitwirkung der Wahrnehmung der bunten Beleuchtung zustande kommt, konnten wir im vorigen Paragraphen zeigen. Worauf beruht nun die auffällige Stärke des Florkontrastes?

Bei der herkömmlichen Erklärung beruft man sich vielfach darauf, daß beim Florkontrast Korn und sonstige Unebenheiten der Papiere unsichtbar werden. Indessen dürfte das nicht allein entscheidend sein, da man bei gewöhnlichen rotierenden Kreiselscheiben ebenfalls keine Unebenheiten wahrnimmt; trotzdem entsteht bei gewöhnlichen Kreiselsversuchen keine auch nur annähernd so starke Kontrastwirkung wie beim Florkontrast.

Helmholtz nahm an, daß bei geringerer Intensität der induzierenden Umfeldfarbe besonders intensive Kontrastfarben hervorgerufen werden. Als Beweis für diese Behauptung führt er gerade den Florkontrast und die farbigen Schatten an ¹⁾. Hering ²⁾ hat in einer Arbeit gegen Helmholtz bewiesen, daß das nicht zutrifft; die Intensität der Kontrastfarben wachse mit der Intensität der induzierenden Farben. Das Verblässen der Farben kann also nicht als die eigentliche Ursache der starken Kontrastwirkung beim Flor angesehen werden. Darum hat schon v. Kries ³⁾ gefordert, man müsse bei der Erklärung des Florkontrastes die Aufmerksamkeit den sogen. „Nebenumständen“ zuwenden. Wir stimmen v. Kries insoweit zu, daß man bei der Erklärung des Florkontrastes nicht auf solche Faktoren, wie physikalische Intensität der Umfeldfarbe, Unsichtbarwerden der Körnung des Papiers usw. allein zu achten habe; dagegen können wir ihm nicht zustimmen, wenn er unter „Nebenumständen“ Urteilsfaktoren meint, die bei ihm mit der von Helmholtz übernommenen dualistischen Trennung von „Empfindung“ und „Wahrnehmung“ (Urteil) zusammenhängen ⁴⁾.

Wir glauben durch unsere bisherigen Versuche auch für die Erklärung des Florkontrastes einen neuen Gesichtspunkt gefunden zu haben, den wir an Hand folgender vergleichender Kontrastversuche mit und ohne Flor herausstellen wollen.

Die Versuche wurden am Kreisel bei Tageslicht in zwei Phasen durchgeführt.

In der ersten wurde mit Hilfe eines Dreischiebensystems ein objektiv grauer Ring (90° Weiß) auf rotem Grund hergestellt, und die Vpn. sollten Kompensationseinstellungen, wie sie Sachs und Pretori (a. a. O.) vornahmen, am grauen Ring zur Beseitigung seiner grünen Kontrastfarbe vornehmen. Dem Ring sollte bis zum Verschwinden des Kontrastgrüns Rot zugefügt werden. Solche Kompensationseinstellungen erfolgten bei vier verschiedenen Beobachtungsabständen: 1 m, 2 m, 3 m, 4 m.

In der zweiten Phase wurde eine streng analoge Versuchsreihe durchgeführt, nur befand sich über der Dreischiebenkombination eine Scheibe aus weißem Seidenpapier (Flor), die die gesamte Kreiselscheibe überdeckte und mit ihr rotierte. (Eine ungeschlitzte Scheibe aus Seidenpapier von der gleichen Größe wie die größte Scheibe des Dreiersystems wurde auf der Achse des Kreisels befestigt.)

- 1) v. Helmholtz, H.: *Physiol. Optik* II S. 234. 1911. (Herausgeg. von Nagel)
- 2) Hering, E.: Eine Vorrichtung zur Farbenmischung zur Diagnose der Farbenblindheit und zur Untersuchung der Kontrasterscheinungen, *Pflügers Archiv* 42. 1888.
- 3) v. Kries, J.: *Allgemeine Sinnesphysiologie*. S. 276/77. Leipzig 1923.
- 4) vgl. dazu Gelb, A., (a. a. O.) S. 607 ff.

In der Tabelle VIII sind die Rotsektoren — Mittelwerte aus fünf Einstellungen — angegeben, die zur Kompensation der grünen Kontrastfarbe im Ring bei den Versuchen ohne Flor und mit Flor nötig waren. Daneben stehen die zugehörigen mittleren Variationen.

Tabelle VIII.

Vp.	Entfernung	ohne Flor		mit Flor	
		Rotsektor	m. V.	Rotsektor	m. V.
Siemens	1 m	28,3 ⁰	1,6 ⁰	195 ⁰	33,3 ⁰
	2 m	44,3	3,7	139,6	15,1
	3 m	59,6	3,1	152	21,3
	4 m	84	2	155,3	24,7
Usener	1 m	31,6	1,8	153,3	3,8
	2 m	45,6	2,8	133,5	3,8
	3 m	63,6	2,8	144,3	14,4
	4 m	76,3	2,9	158,6	2,4
Goldmeier	1 m	76,6	20,8	113,3	6,9
	2 m	106,6	9,5	138,6	47,1
	3 m	128,3	5,5	167,3	31,5
	4 m	144,6	2,8	189	47,3
Schwemmler	1 m	73,6	14,8	139	6,6
	2 m	99,3	12,4	134	2,6
	3 m	136,6	24,4	156	4
	4 m	170,6	28,8	187,3	23,2

Aus der Tabelle VIII ersieht man zunächst, daß der Florkontrast in erster Linie bei den kleinen Beobachtungsabständen wesentlich stärker ist. Zur Kompensation der grünen Kontrastfarbe benötigt man bei den Versuchen mit Flor bei den kleinen Beobachtungsabständen ganz bedeutend mehr Rot als bei den Versuchen ohne Flor. Sieht man nun näher zu, wie sich der Kontrast ohne Flor einerseits und derjenige mit Flor andererseits mit wachsendem Beobachtungsabstand verändert, dann findet man: bei Versuchen ohne Flor nimmt die kontrastive Verfärbung des Ringes mit wachsendem Beobachtungsabstand (also bei Verkleinerung des Gesichtswinkels) zu; man erkennt das daran, daß der zur Kompensation nötig gewesene Rotsektor bei allen Vpn. mit dem Beobachtungsabstand wächst ¹⁾. Bei Versuchen mit Flor ist eine so einfache Gesetzmäßigkeit nicht zu konstatieren; bei

1) Dieses Resultat entspricht Versuchsergebnissen, die bereits Révész (a. a. O.) gewonnen hatte. Katona (a. a. O.) S. 173 hatte analoge messende Versuche unternommen und das analoge Ergebnis erzielt.

den Vpn. Siemsen, Usener und Schwemmler nimmt der Florkontrast mit wachsendem Beobachtungsabstand beim Uebergang von 1 auf 2 m zunächst ab — besonders bei Siemsen und Usener — und dann wieder zu. Bei der Vp. Goldmeier nimmt der Florkontrast mit wachsendem Beobachtungsabstande sogar dauernd zu, er verhält sich also ähnlich wie der Kontrast ohne Flor. Besonders deutlich erkennt man dieses verschiedene Verhalten des Kontrastes mit und ohne Flor bei den verschiedenen Beobachtungsabständen aus den Kurven, wenn man auf der Abszisse die Beobachtungsabstände in Metern und auf der Ordinate die Gradzahlen des Rotsektors aufträgt, die zur Kompensations-einstellung nötig waren. (vergl. Fig. 10—13)

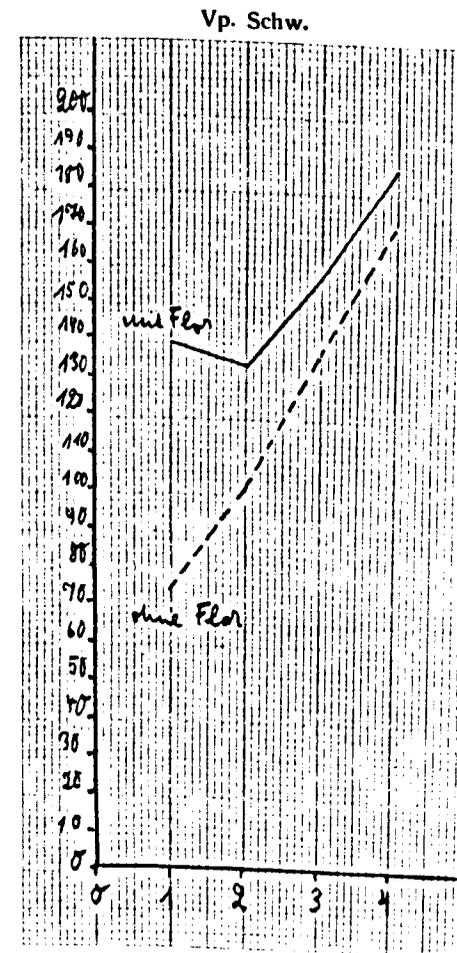
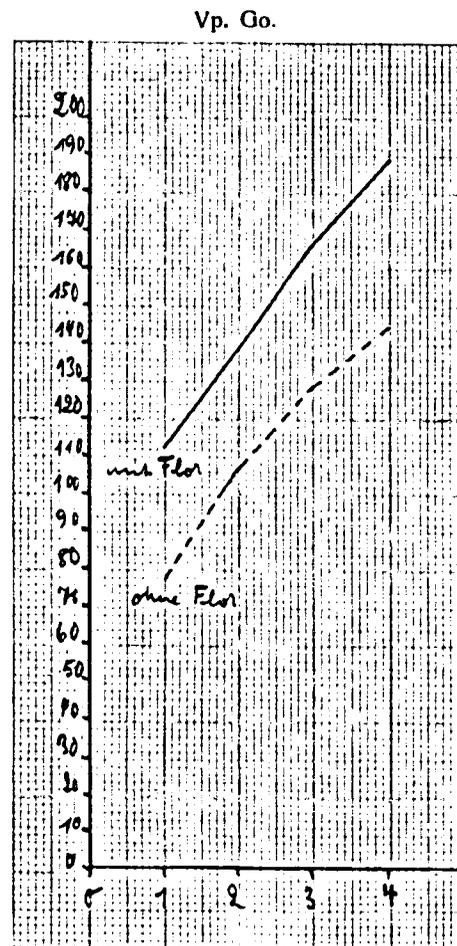
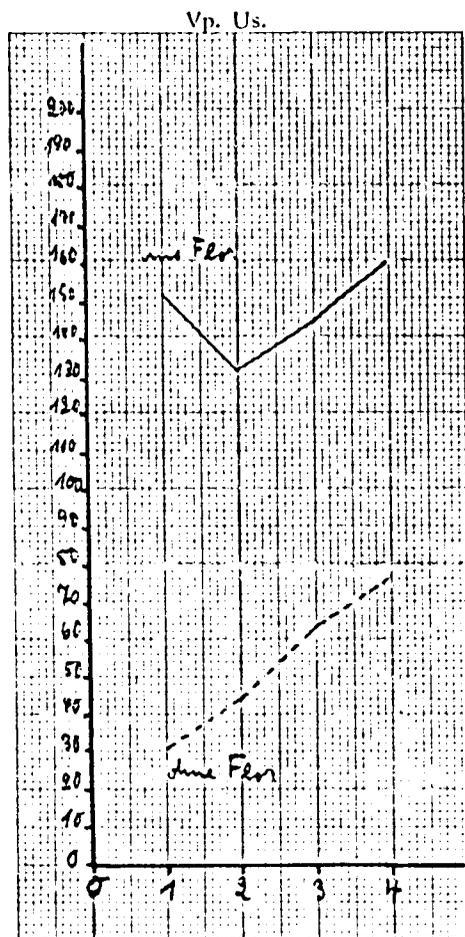
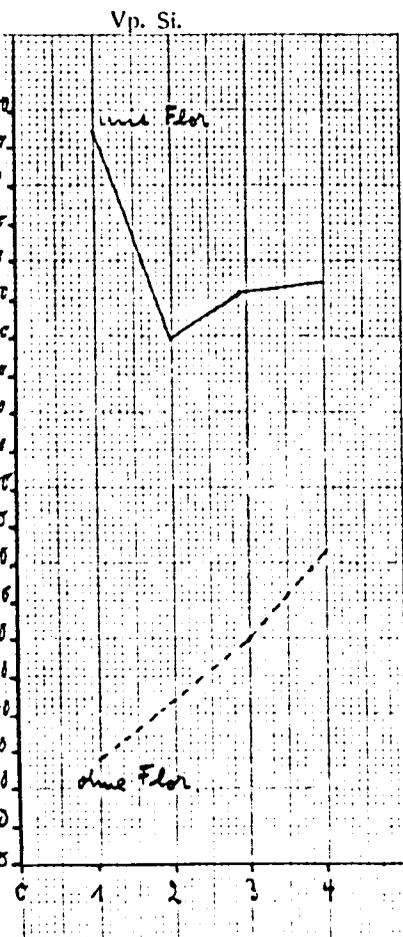


Fig. 12

Fig. 13

Dieses zunächst sehr merkwürdige Verhalten des Florkontrastes wird nur verständlich, wenn man die phänomenalen Verhältnisse bei den verschiedenen Beobachtungsabständen näher berücksichtigt. Die Erscheinungsweise der Kreisscheibe mit Flor wurde von den Vpn. folgendermaßen beschrieben: aus der kürzesten Entfernung (1 m) gewinnt man den Eindruck, daß ein heller „Schleier“ oder „Nebel“ deutlich vor der Scheibe und von ihr getrennt erscheint. Diese Erscheinung, wie schon Helmholtz erklärte, weist eine gewisse Analogie auf zu dem Eindruck

einer rötlichen „Sonderbeleuchtung“ der Scheibe; hierbei ist in Analogie zu unseren früheren Versuchen der Florkontrast sehr stark. Bei vergrößertem Beobachtungsabstande (ca. 1½ bis 2 m) werden Scheibe und Flor nicht mehr so getrennt wahrgenommen; der Eindruck einer Quasi-Sonderbeleuchtung ist zwar noch vorhanden, aber nicht mehr so zwingend; dementsprechend geht der Kontrast in den meisten Fällen, außer bei Vp. Goldmeier, zurück; bei noch größerem Beobachtungsabstande (3—4 m) erscheinen Flor und Scheibe überhaupt nicht mehr getrennt, man hat vielmehr den Eindruck einer Pigmentfarbe „in Zimmerbeleuchtung“, wie man sie auch sonst bei rotierenden Kreisel-scheiben erhält. Man sollte nun erwarten, daß mit diesem völligen Verschwinden der Trennung von Scheibe und Flor, also mit dem völligen Verschwinden des Eindruckes einer Quasi-Sonderbeleuchtung, der Florkontrast noch weiter zurückgeht. Nun ist aber das Gegenteil der Fall, es macht sich also jetzt die andere Gesetzmäßigkeit geltend, nach der der Simultankontrast mit wachsendem Beobachtungsabstande zunimmt (vergl. die Versuchsreihe ohne Flor). Diese Gesetzmäßigkeit durchkreuzt und überkompensiert also die andere von uns festgestellte, wonach der Kontrast um so geringer wird, je weniger eine Sonderbeleuchtung wahrgenommen wird. Bei der Versuchsreihe mit Flor durchkreuzen sich also abhaltend diese beiden Gesetzmäßigkeiten: allein bei der Vp. Goldmeier überwiegt dauernd diejenige, wonach der Kontrast mit wachsendem Beobachtungsabstand wächst.

Wie das Anwachsen des Kontrastes mit wachsendem Beobachtungsabstande (Versuchsreihe ohne Flor) näher zu deuten ist, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben. Wir vermuten, daß hier als wesentlich in Frage kommt, daß die Kreisel-scheiben, aus größerer Entfernung betrachtet, einen weniger kompakt-dinghaften Charakter aufweisen, daß sie eine weichere Struktur zeigen, was gerade den Kontrast begünstigt.

Im Zusammenhang mit dem Florversuch verweisen wir auf eine Arbeit von Theodora Haack¹⁾. Haack beschreibt (S. 124 ff.) Kontrastversuche bei verschiedener Beleuchtungsstärke. Die Variation der Beleuchtungsstärke geschah durch einen vor das Auge gesetzten Episkotister. Das Ergebnis dieser Versuche und seine Erklärung ist (a. a. O., S. 128/29) folgendermaßen formuliert: „Zur Erklärung der Tatsache, daß der Farbenkontrast bei Betrachtung durch den Episkotister deutlicher ist als ohne den Episkotister, daß die Deutlichkeit bei Verkleinerung der

1) Haack, Th.: Kontrast und Transformation. Z. f. Psychol. 112, 1929.

Öffnung noch zunimmt und dann wieder abnimmt, kann wohl angeführt werden, daß der Episkotister eine ähnliche Wirkung ausübt, wie Florpapier, bei dem ja auch der Kontrast bei einer gewissen Dichte am deutlichsten ist.“

Hier wird der Episkotisterkontrast in eine sehr berechtigte Parallele zum Florkontrast gesetzt. Die Beobachtungen von Haack am Episkotister bestätigen und stützen unsere Auffassung, daß beim Florkontrast der deutliche Eindruck einer sehr abweichenden Beleuchtung kontrastverstärkend wirkt.

Eine weitere Stütze erhält unsere Erklärung des Florkontrastes durch einen Versuch von Fuchs¹⁾. Fuchs benutzte eine Anordnung, „bei der durch einen Projektionsapparat ein rotes Rechteck auf den Schirm geworfen wurde, auf das selbst wieder weißes Licht fiel, das vom Projektionsapparat seitlich durchgelassen und durch einen Spiegel auf das rote Rechteck gelenkt wurde; das weiße Licht wurde in der Regel als „Schleier“ aufgefaßt“. Vp. W. machte nun dabei folgende Beobachtung: „Selbst wenn ich den ganzen weißen Schleier ununterbrochen habe und außerdem das rosa Ding, dann ist bezüglich der Zweifelt der Farben in dem gemeinsamen Bereich zu bemerken, daß es doch eigentlich keine Zweifelt ist. Es ist nämlich klarerweise (in dem gemeinsamen Feld) zwar ein weißer Schleier da, durch den man aber (gleichzeitig) ein Ding sieht, das Schleierfärbung angenommen hat. Umgekehrt zeigt der Schleier an dieser Stelle die Farben des hindurchscheinenden Dinges. Der Schleier erhält an dieser Stelle eine Spur von dem Durchschimmernden, und vom Durchschimmernden sehe ich nicht seine eigentliche, sondern die durch den Schleier veränderte Farbe. Es scheint dies ein sehr merkwürdiger Grenzfall zu sein zwischen „zwei Farben sehen“ und bloß „eine Farbe sehen“.

Dementsprechend bildet die Wahrnehmung der unter Florwirkung stehenden Farbe einen Grenzfall zwischen dem Sehen einer einzigen, aus den Farben der bunten Papierscheibe und der Florscheibe gemischten Farbe in ein- und derselben Beleuchtung und dem Sehen zweier Komponenten: einerseits der durch die Florwirkung farblich veränderten (aufgehellten, entsättigten) bunten Papierscheibe, andererseits des aufliegenden Florpapiers, wobei der Florschleier wie eine weiße Sonderbeleuchtung der farbigen Scheibe wirkt.

Der Florkontrast nimmt also in phänomenaler Hinsicht eine Art Zwischenstellung ein zwischen dem „Pigmentkontrast“ und dem „Beleuchtungskontrast“.

1) Fuchs, W.: Experimentelle Untersuchungen über das simultane Hintereinanderssehen auf derselben Sehrichtung. Z. f. Psychol. 91, S. 218 (1923).

Zusammenfassung

Wir verglichen den Kontrast, den ein Infeld unter dem Einflusse eines tonfreien oder farbigen Umfeldes in Tagesbeleuchtung erleidet, mit dem Kontrast, den ein gleiches Infeld unter dem Einflusse eines in Bezug auf die Erregungsverhältnisse der Netzhaut gleichwertigen weissen, entsprechend tonfrei oder farbig beleuchteten Umfeldes erfährt. Wir bezeichnen die erste als Pigment-, die zweite als Beleuchtungskonstellation. Wir fanden nun in einer Reihe von Fällen, daß der Kontrast in den beiden Konstellationen gleich ausfällt. Das geschah dann, wenn die Versuchsbedingungen so getroffen waren, daß Pigment- und Beleuchtungskonstellation phänomenal den gleichen Eindruck erweckten, d. h. wenn die Erscheinungsweise der Umfeldersamt der Beleuchtung im Sehraume in beiden Fällen die gleiche war.

Wurden nun die Versuchsumstände so abgeändert, daß der Sehraum als in deutlich von einander sich abhebende Bezirke mit Sonderbeleuchtung gegliedert erschien, dann fiel der Kontrast in den beiden zu vergleichenden Konstellationen trotz gleicher retinaler Belichtungsverhältnisse verschieden aus. Die Tatsache spricht dafür, daß Stärke und Art der retinalen Erregung nicht allein kontrastbedingend ist.

Unsere Versuche ergaben im speziellen, daß, wenn Verschiedenheit des Kontrastes in den beiden verglichenen Konstellationen da war, diese Verschiedenheit nicht von der sogen. „Transformation“, d. h. nicht davon herrührte, daß in der Beleuchtungskonstellation die sogen. „Eigenfarbe“ des Infeldes gesehen wurde. Das abweichende Verhalten des Kontrastes in der Beleuchtungskonstellation kam vielmehr wesentlich unter der Mitwirkung der Wahrnehmung der Raum- und Feldbeleuchtung als solcher zustande: das Infeld veränderte sich in der Richtung auf die Gegenfarbe der (sichtbaren) Raumbeleuchtung stärker als in der retinal gleichwertigen Pigmentkonstellation in der Richtung auf die Gegenfarbe des Umfeldpigmentes.

Von unseren Befunden aus gewannen wir ferner neue Gesichtspunkte für die Erklärung der farbigen Schatten, die zweifellos deshalb so lebhaft und eindringliche Kontrastphänomene darstellen, weil sie wesentlich unter der Mitwirkung der farbigen Beleuchtung des Grundes, auf dem die Schatten liegen, zustande kommen. Auch für die Erklärung des Florkontrastes, dem wir in phänomenaler Hinsicht eine Art Zwischenstellung zwischen dem Pigment- und Beleuchtungskontrast zuschrieben, konnten wir neue Gesichtspunkte herausarbeiten.

Lebenslauf

Am 15. August 1905 bin ich als Tochter des Fabrikanten Rudolf Posner in Pforzheim (Baden) geboren. Durch meine Heirat mit dem Nervenarzt Dr. med. Friedrich Perls in Berlin bin ich Preussische Staatsangehörige.

Ich besuchte das Reuchlin-Gymnasium zu Pforzheim und legte dort im März 1923 die Reifeprüfung ab.

Vom Wintersemester 1923/24 bis zum Sommersemester 1925 studierte ich an der Universität Frankfurt a. Main, im Wintersemester 1925/26 an der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin Rechtswissenschaft, seit dem Sommersemester 1926 an der Universität Frankfurt a. M. Psychologie und Philosophie.

Herrn Prof. Gelb bin ich für die Leitung meiner Arbeit zu großem Danke verpflichtet.

Lora Perls, geb. Posner.