

11326

Prof. Dr. K. Twardowski

physiologischen Institute der Universität Wien.)

51
Wielmożnemu Panu Profesorowi
Dr. K. Twardowskiemu
w dowód wysokiego poważania
ofiaruję były uczeń
Z. Baronecz

Versuche

über den

11326

sogenannten Metakontrast.

Von

Z. Baronecz (Lemberg).

(Mit 10 Textfiguren.)

Bonn, 1911.

Separat-Abdruck aus dem Archiv für die ges. Physiologie Bd. 140.

Verlag von Martin Hager.



(Aus dem physiologischen Institute der Universität Wien.)

Versuche über den sogenannten Metakontrast.

Von

Z. Baronec (Lemberg).

11326

(Mit 10 Textfiguren.)

Im Wiener physiologischen Institute wurde vor kurzem die Beobachtung gemacht, dass simultaner Helligkeitskontrast auch dann auftreten kann, wenn das kontrastleidende Feld nicht gleichzeitig mit dem kontrasterregenden, sondern erst nach dem Verschwinden des letzteren exponiert wird, dass es also einen „Simultankontrast“ bei Ungleichzeitigkeit der beiden beteiligten Lichtreize gibt. Diese Art des Umgebungskontrastes bezeichnete R. Stigler¹⁾ als Metakontrast. Herr Hofrat S. Exner stellte mir die Aufgabe, zu untersuchen, ob die bekannte Kontrastercheinung der farbigen Schatten und der grauen Felder auf farbigem Grunde im Florversuche ebenfalls zu beobachten wären, wenn die beiden an jedem dieser Versuche beteiligten Reizfaktoren, statt gleichzeitig, nacheinander erscheinen, und wie sie sich eventuell verhalten würden, wenn ihr Auftreten durch eine variable zeitliche Pause getrennt wäre.

I. Untersuchung der „farbigen Schatten“.

1. Versuchsanordnung.

Bekanntlich werden von einem Stabe, der gleichzeitig von zwei Lichtquellen, deren eine weisses, deren andere rotes Licht entsendet, beleuchtet ist, auf einem weissen Schirm zwei Schatten entworfen, von denen der eine rot, der andere grün erscheint. Die gestellte Frage lautet: Erscheint die Kontrastfarbe des Schattens auch dann,

1) R. Stigler, Chronophotische Studien über den Umgebungskontrast. Pflüger's Arch. Bd. 134 S. 365. 1910.

wenn, statt gleichzeitig, nacheinander das weisse und das rote Licht zur Beleuchtung des Grundes und zur Schattenerzeugung verwendet wird? Selbstverständlich mussten alle Bedingungen für „sukzessiven Kontrast“ ausgeschlossen werden.

Meine Versuchsanordnung ist die folgende: Das Licht einer Bogenlampe wird durch zwei parallele Spalten des Tubusdeckels der Lampe auf einen weissen Schirm geworfen. Die Höhe jeder Spalte beträgt 10 mm, die Breite 2,5 mm, die Entfernung der beiden Spalten voneinander 5 mm. Wenn sich zwischen dem Schirme und diesen als Lichtquellen dienenden Spalten zwei Stäbe (in unserem Falle zwei Stricknadeln) befinden, dann entstehen — falls die Entfernung der Stäbe voneinander einerseits und dem Schirme ander-

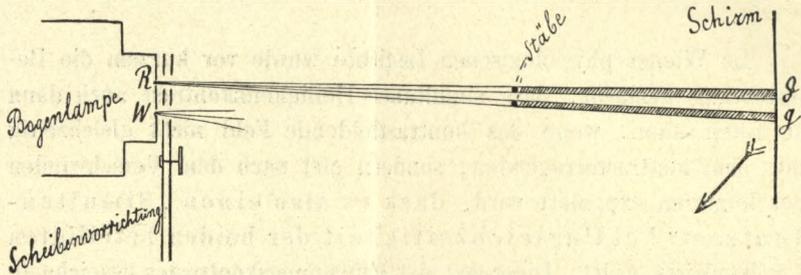


Fig. 1. Grundriss der Versuchsanordnung von oben gesehen; der Pfeil bedeutet die Richtung, in welcher sich das Auge des Beobachters befindet (etwa $\frac{1}{2}$ m vom Schirm entfernt); R = rotes Licht, W = weisses Licht, gg = Stellen der grünen Schatten.

seits richtig getroffen worden ist — auf dem Schirme vier Schatten. Indem wir aber eine Spalte durch ein rotes Glas bedecken, tritt die Erscheinung der farbigen Schatten auf rötlichem Grunde deutlich hervor; jeder Stab entwirft jetzt zwei farbige Schatten, und zwar einen rot und einen grün erscheinenden. In den folgenden Versuchen beträgt der Durchmesser jedes drehrunden Stabes näherungsweise 0,2 cm,

die Entfernung der Stäbe voneinander	0,9 cm,
„ „ „ „ von den lichtausstrahlenden	
Spalten	18,0 „
„ „ „ „ von dem Schirme	13,0 „

Dass zwei Stäbe verwendet wurden, bezweckte, die Kontrasterscheinung intensiver zu machen. Es entstanden so vier in gleichen Abständen befindliche und abwechselnd grün und rot erscheinende Schatten (Fig. 1).

Zunächst überzeugte ich mich davon, dass der simultane Kontrast auch dann auftritt, wenn die Zeit der Lichteinwirkung eine sehr kurze ist.

Es handelt sich nun um die Frage, ob der Kontrast auch zu sehen ist, wenn die beiden Lichter (das rote und weisse) nicht gleichzeitig, sondern unmittelbar oder mittelbar nacheinander den Grund beleuchten. Um der letzten Bedingung genug zu tun, bediente ich mich einer bereits andernorts beschriebenen¹⁾ Scheibenkombination, welche aus einem vorderen, der Bogenlampe zugekehrten Scheibensystem und einer hinteren Scheibe besteht. Das vordere Scheibensystem rotiert möglichst nahe am Spaltdeckel der Bogenlampe; es besteht aus drei Scheiben, deren vorderste mit einem Winkelmaassstabe versehen und am Rande auf nachstehende Weise ausgeschnitten ist (Fig. 2).

Die drei Scheiben sind um eine gemeinsame Achse drehbar, so dass man sie gegeneinander um beliebige Winkelmaasse verschieben kann; dadurch kann man sich zwei beliebig grosse und in ihrer Stellung voneinander unabhängige Ausschnitte zweier benachbarter konzentrischer Kreisringe der ganzen Scheibenkombination herstellen. Diese drei Scheiben kann man mittelst einer Schraube so fest aneinanderdrücken, dass sie sich während der Rotation nicht verschieben. Eine Umdrehung des Scheibensystems dauerte bei meinen Versuchen 0,87 Sek., demnach entsprach $1^\circ = \frac{0,87}{360^\circ} = 0,0024$ Sek.

Bei so schneller Rotation dieses Systems würden die einzelnen Lichterscheinungen zu rasch nacheinander auftreten. Um dem abzuweichen, ist in einer kleinen Entfernung (ungefähr 6 mm) hinter dem vorderen Scheibensystem noch eine Scheibe angesetzt (Fig. 3). Sie dreht sich an einer anderen Achse (die als hohler Zylinder die erste Achse umgibt) 25 mal langsamer als das vordere System, mit dem sie durch Zahnradübersetzung (1:25) verbunden ist. Diese letzterwähnte hintere Scheibe trägt am Rande fünf gleich breite und gleichweit voneinander entfernte Ausschnitte. Bei gleichzeitiger Rotierung des vorderen Systems und der hinteren Scheibe kann das Licht der Bogenlampe nur dann austreten, wenn sich die Lücken

1) R. Stigler, Über die Unterschiedsschwelle im aufsteigenden Teile einer Lichtempfindung. Pflüger's Arch. Bd. 123 S. 196. 1908.

des vorderen Systems mit den Ausschnitten der hinteren Scheibe decken, was also alle $5 \times 0,87 = 4,35$ Sek. der Fall ist.

Der Scheibenapparat wird mit Hilfe geeigneter Vorgelege von einem Wechselstrommotor mit sehr grosser Umdrehungszahl betrieben; die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe ist dadurch näherungsweise konstant.

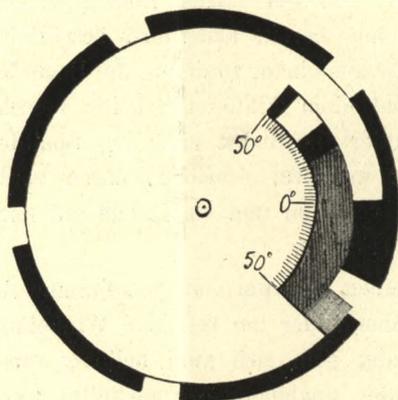


Fig. 2. Die Scheibenvorrichtung von der Seite der Bogenlampe.

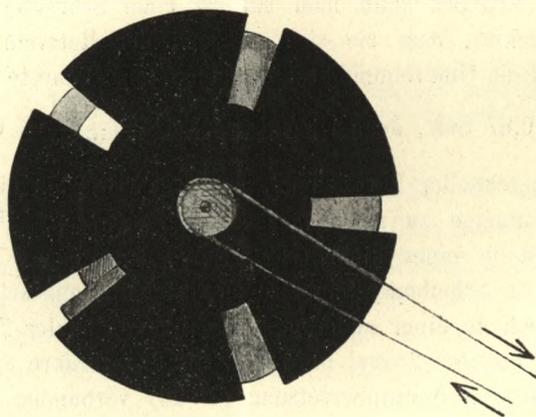


Fig. 3. Die Scheibenvorrichtung von der entgegengesetzten Seite.

Als Fixationspunkt dient ein Loch in der lichtdichten Umhüllung eines elektrischen Lämpchens, das an dem oberen Rande des Projektionschirmes, aber noch im Bereiche der farbigen Schatten, befestigt ist. Diesen Punkt fixiert man mit beiden Augen, und gleichzeitig beobachtet man im indirekten Sehen das Erscheinen der farbigen Schatten.

2. Beschreibung der Versuche.

Davon, dass der farbige Simultankontrast auch dann entsteht, wenn seine beiden Faktoren nicht gleichzeitig, sondern nacheinander aufs Auge wirken, kann man sich leicht durch folgenden Versuch überzeugen. Es wird mittelst der geschilderten Vorrichtung z. B. zuerst weisses Licht durch 0,024 Sek., später rotes Licht ebenso lange auf Stäbe und Schirm geworfen, und dazwischen wird eine Pause von 0,03 Sek. eingeschaltet. Unter diesen Umständen sieht man sehr deutlich zwei rote und zwei grüne Schatten auf rosarotem Grunde, und es ist unmöglich zu beurteilen, ob die roten oder die grünen Schatten früher erscheinen. Es gelingen auch andere ähnliche Versuche, in denen die Grösse der Pause variiert, die Beleuchtungsdauer aber dieselbe bleibt.

Der zweite Teil der Aufgabe besteht darin, die Grösse der Dunkelpause (zwischen dem Verschwinden des einen und dem Aufleuchten des anderen Lichtes), bei welcher der Simultankontrast eben noch nicht gänzlich verschwindet, möglichst genau festzustellen (Grenzpause).

Zu diesem Zwecke wird die Pause allmählich grösser gemacht, während die beiden Expositionen dieselbe Dauer behalten. Folgendes Beispiel erläutert den Versuch am besten: eine jede Exposition dauert 0,0072 Sek., die Dauer der Pause variiert in den Grenzen von 0,024—0,12 Sek. Nimmt die Pause folgende Grössen an: 0,024, 0,048, 0,072, 0,096 Sek., dann erscheint der Kontrast noch immer, aber zunehmend schwächer und undeutlicher. Wird die Pause grösser als 0,084 Sek., dann erkennt man die farbige Kontrasterscheinung nur mehr unsicher und sieht endlich nur schwarze Schatten auf rötlichem Grunde.

Es sind bei diesen Versuchen zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder wird zuerst weisses und dann rotes oder umgekehrt zuerst rotes und nach der Dunkelpause weisses Licht exponiert. Daher haben wir immer mit zwei Gruppen von korrespondierenden Versuchen zu tun, die sich nur durch den letzterwähnten Umstand unterscheiden. Ein genauerer Einblick in die einzelnen Beobachtungen bei der oben beschriebenen Reihe von Versuchen lässt sich aus folgenden zwei Tabellen gewinnen, in welchen die beiden letzterwähnten Gruppen berücksichtigt sind. (Vgl. schematische Zeich-

nungen 4 und 5; Fig. 4 bezieht sich auf die erste, Fig. 5 auf die zweite Gruppe von Versuchen; *a* und *a'* bedeuten erste Beleuchtung [= Exposition], *b* und *b'* Dunkelpause, *c* und *c'* zweite Beleuchtung, *d* und *d'* Kontrasterscheinung; die schraffierten Teile entsprechen der roten, die punktierten der grünen Farbe.)

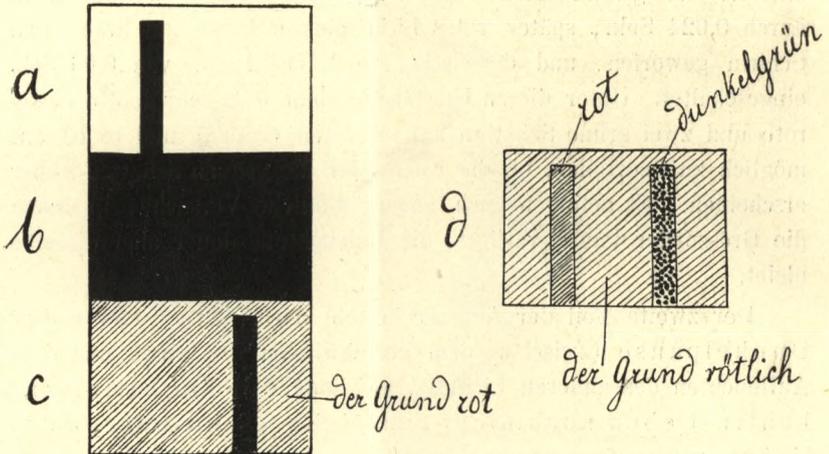


Fig. 4.

Tabelle I.

I. Exposition weisses Licht Sek.	Pause Sek.	II. Exposition rotes Licht Sek.	Beobachtungen
0,0072	0,024	0,0072	Kontrast deutlich, der rote Schatten viel heller als der grüne. (Vgl. Fig. 4d.)
0,0072	0,048	0,0072	Dasselbe. (Vgl. Fig. 4d.)
0,0072	0,072	0,0072	Kontrast sehr schwach; der rote Schatten sehr hell, der grüne sehr dunkel.
0,0072	0,084	0,0072	Kontrast äusserst schwach; der rote Schatten von der rosaroten Umgebung kaum zu unterscheiden, der grüne fast schwarz.
0,0072	0,096	0,0072	Schwärzliche Schatten auf rötlichem Grunde.
0,0072	0,12	0,0072	Dasselbe.

Resultat: Grenzpause = 0,084 Sek.

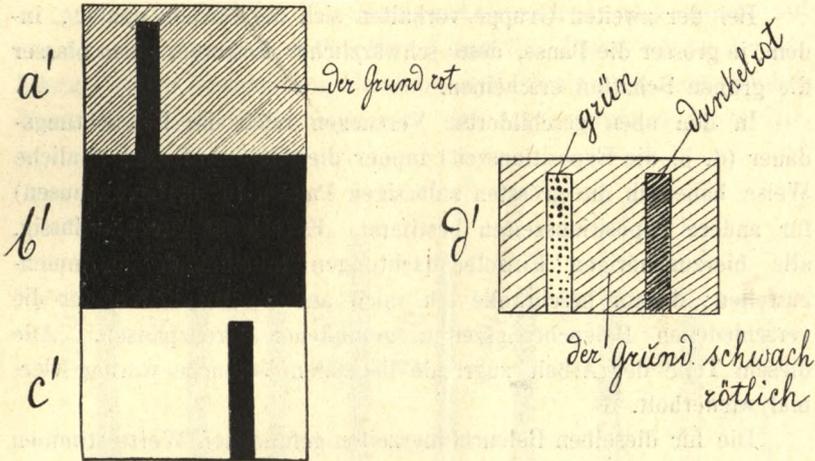


Fig. 5.

Tabelle II.

I. Ex- position rotes Licht Sek.	Pause Sek.	II. Ex- position weisses Licht Sek.	Beobachtungen
0,0072	0,024	0,0072	Kontrast deutlich, der rote Schatten viel dunkler als der grüne. (Vergl. 5 d').
0,0072	0,048	0,0072	Dasselbe. (Vgl. Fig. 5 d')
0,0072	0,072	0,0072	Kontrast sehr schwach; der rote Schatten sehr dunkel, der grüne sehr hell.
0,0072	0,084	0,0072	Kontrast äusserst schwach; der rote Schatten fast schwarz, der grüne äusserst hell.
0,0072	0,096	0,0072	Schwärzliche Schatten auf rötlichem Grunde.
0,0072	0,12	0,0072	Dasselbe.

Resultat: Grenzpause = 0,084 Sek.

Ob man zuerst weisses oder rotes Licht auftreten lässt, hat anscheinend auf das Endresultat des Versuches, d. h. auf die Dauer der zulässigen Pause, keinen merklichen Einfluss, wohl aber auf die verschiedenartige Sättigung und den Ton der Farben. Je grösser die Pause, desto blasser ist die rote und desto schwärzlicher die grüne Farbe bei der ersten Gruppe von Versuchen.

Bei der zweiten Gruppe verhalten sich die Farben analog, indem, je grösser die Pause, desto schwärzlicher die roten, desto blasser die grünen Schatten erscheinen.

In den oben geschilderten Versuchen blieb die Beleuchtungsdauer (d. h. die Expositionszeit) immer dieselbe. Auf ganz ähnliche Weise habe ich die grössten zulässigen Pausen (d. h. Grenzpausen) für andere Expositionszeiten bestimmt. Es scheint mir überflüssig, alle hierzugehörigen Einzelbeobachtungen tabellarisch zusammenzustellen; darum beschränke ich mich auf die Angabe der für die verschiedenen Beleuchtungszeiten gefundenen Grenzpausen. Alle diesem Teile der Arbeit zugrunde liegenden Versuche wurden viermal wiederholt.

Die für dieselben Beleuchtungszeiten gefundenen Werte stimmen ziemlich gut überein; doch betrachte ich die bei der letzten, d. h. vierten Versuchsreihe gewonnenen Werte als die besten, und darum habe ich auf den Figuren 6 und 7 nur die letzterwähnten Resultate zusammengestellt. In denselben bedeutet die Gesamtlänge eines jeden Streifens die Dauer je eines, auf die Grenzpause sich beziehenden Versuches, wobei die Länge eines jeden Millimeters einem Bogengrad der rotierenden Scheibe, also 0,0024 Sek., entspricht. Die weissen und schraffierten Teile bedeuten die Dauer der Weiss- und Rotbeleuchtung, die schwarzen Zwischenstücke entsprechen der Dauer der Dunkelpause. Die Zahlen links von den Streifen bedeuten die Beleuchtungsdauer (gleich für beide Lichter), die Zahlen oberhalb des Streifens bedeuten die Dauer der Grenzpause, in Sekunden ausgedrückt.

Dass die Lichtstärke einen Einfluss auf das Ergebnis der Versuche ausübt, ist zweifellos. In dieser Beziehung aber habe ich keine speziellen Versuche gemacht, und ich kann darüber nichts Genaueres angeben. Endlich wurden, um den gegenseitigen Einfluss der Dauer der ersten und der zweiten Beleuchtung auf den Verlauf der Kontrasterscheinung festzustellen, auch solche Versuche gemacht, bei denen die Expositionszeiten beider Lichter (weiss und rot) ungleich gross waren. Jedoch sind in dieser Hinsicht meine Versuche zu wenig zahlreich, als dass ich daraus bestimmte Schlüsse ziehen könnte.

3. Schlussbemerkungen.

Es ergibt sich aus den obigen Versuchen, dass, je grösser die Beleuchtungsdauer ist, um so kürzer die Pause

sein muss, damit die Kontrastercheinung noch zustande kommen könne (Fig. 6 und 7). Bevor ich zu der Erklärung dieser Beobachtung übergehe, will ich die oben beschriebenen Versuche eingehender analysieren. Ich werde mich in dieser Hin-

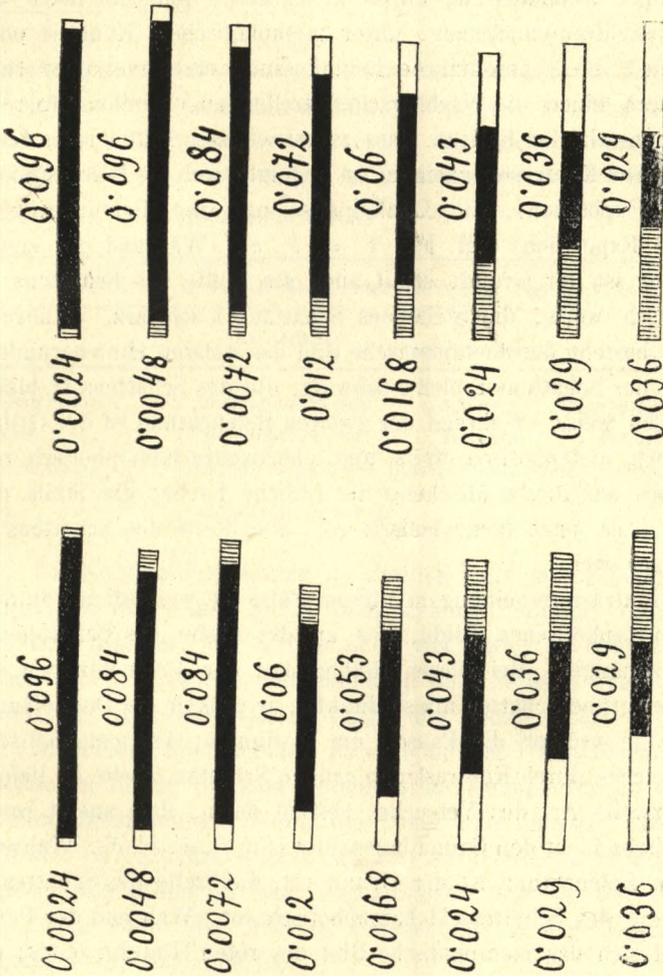


Fig. 6. Dauer der Weissbeleuchtung: weiss; Dauer der Grenzpause: schwarz; Dauer der Rotbeleuchtung: schraffiert.

Fig. 7.

sicht auf die theoretischen Erwägungen von R. Stigler¹⁾ stützen. Dieser nennt jenen Teil der Primärempfindung, der gleichzeitig mit dem objektiven Reize besteht, homophotisches Bild, denjenigen

1) R. Stigler, Chronophotische Studien über den Umgebungskontrast, Pflüger's Arch. Bd. 134 S. 365. 1910.

Teil desselben, welcher den objektiven Reiz überdauert, metaphotisches Bild. Dementsprechend unterscheidet er homophotischen und metaphotischen Kontrast. „Unter homophotischem Kontrast oder Simultankontrast im engeren Sinne verstehe ich die gegensätzliche Beeinflussung durch gleichzeitige optische Reize erzeugter Gesichtsempfindungen, unter metaphotischem Kontrast oder Metakontrast die gegensätzliche Beeinflussung eines metaphotischen Bildes durch einen die Nachbarschaft treffenden optischen Reiz¹⁾.“

Nehmen wir den Fall an, dass zuerst weisses, später rotes Licht erscheint! Die Kontrasterscheinung ist bedingt durch die Beleuchtung I (= erste Exposition), die Dunkelpause und die Beleuchtung II (= zweite Exposition) (vgl. Fig. 4, *a*, *b*, *c*). Während der ersten Beleuchtung ist der Grund, somit auch die Stelle des Schattens II, homophotisch weiss, die Stelle des Schattens I schwarz. Während der Pause besteht das metaphotische Bild des weissen Hintergrundes; die Stelle des Schattens I bleibt schwarz, die des Schattens II bleibt metaphotisch weiss. Während der zweiten Beleuchtung ist der Grund immer noch metaphotisch weiss und gleichzeitig homophotisch rot, es resultiert aus dieser Mischung die rötliche Farbe; die Stelle des Schattens I ist jetzt homophotisch rot, die Stelle des Schattens II metaphotisch weiss.

Die Kontrasterscheinung in diesem Falle ist wesentlich von dem weissen metaphotischen Bilde, das an der Stelle des Schattens II auftritt, abhängig. Bei dieser Reihenfolge der Beleuchtungen erscheint der grüne Schatten um so dunkler, je grösser die Dunkelpause ist; denn je grösser die Pause, um so dunkler das metaphotische Weiss, welches durch Kontrast den grünen Schatten (Stelle II) liefert.

Die zweite Art des Versuches besteht darin, dass zuerst rotes, später weisses Licht den Grund beleuchtet (Fig. 5, *a'*, *b'*, *c'*). Während der ersten Beleuchtung ist der Grund rot, die Stelle des Schattens I schwarz, die des Schattens II homophotisch rot. Während der Pause entwickelt sich das metaphotische Bild des roten Hintergrundes; die Stelle des Schattens I bleibt schwarz, die Stelle des Schattens II ist metaphotisch rot. Während der zweiten Beleuchtung ist der Grund immer noch metaphotisch rot und gleichzeitig homophotisch weiss; daraus resultiert, so wie früher, eine rötliche Farbe. Die

1) R. Stigler, Chromophotische Studien über den Umgebungskontrast. Pflüger's Arch. Bd. 134 S. 386. 1910.

Stelle des Schattens I ist jetzt homophotisch weiss, die Stelle des Schattens II metaphotisch rot. Die folgende Tabelle dient zur besseren Orientierung über diese Verhältnisse:

Fall I: zuerst erscheint weisses Licht (vgl. Fig. 4, a, b, c)			
	der Grund	Stelle des Schattens I	Stelle des Schattens II
Beleuchtung I . .	homophotisch weiss	schwarz	homophotisch weiss
Pause	metaphotisch weiss	schwarz	metaphotisch weiss
Beleuchtung II . .	homophotisch rot + metaphotisch weiss	homophotisch rot	metaphotisch weiss

Fall II: zuerst erscheint rotes Licht (vgl. Fig. 5, a', b', c')			
	der Grund	Stelle des Schattens I	Stelle des Schattens II
Beleuchtung I . .	homophotisch rot	schwarz	homophotisch rot
Pause	metaphotisch rot	schwarz	metaphotisch rot
Beleuchtung II . .	homophotisch weiss + metaphotisch rot	homophotisch weiss	metaphotisch rot

Die Kontrasterscheinung im zweiten Falle unterscheidet sich von derjenigen des ersten Falles hauptsächlich dadurch, dass der rote Schatten dunkler, der grüne aber viel heller ist (Fig. 5 d'). Das rührt daher, dass das metaphotische Rot, welches den Schatten II liefert, um so dunkler ist, je länger die Pause dauert.

In beiden Fällen handelt es sich um das Überdauern der metaphotischen Bilder bis zum Auftreten der homophotischen Bilder der zweiten Beleuchtung. Wenn die Pause eine gewisse Grenze überschreitet (Grenzpause), dann ist das metaphotische Bild der ersten Beleuchtung schon so weit abgeklungen, dass es mit dem homophotischen Bilde der zweiten Beleuchtung keinen Kontrast mehr hervorzurufen imstande ist.

Jetzt kommen wir auf die erste Frage zurück: warum die Grenzpause um so kleiner wird, je grösser die Beleuchtungsdauer gewählt ist? Es erklärt sich dieses aus der von S. Exner¹⁾ für hinlänglich kurz währende Lichtreize be-

1) S. Exner, Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit. Wiener Sitzungsber. Abt. 2 Bd. 58 S. 601. 1868.

tonten Tatsache, dass bei länger dauerndem Lichtreiz das metaphotische Bild rascher abklingt als bei kurzdauerndem. Wenn also die erste Beleuchtung sehr kurz ist, dann kann man eine grosse Dunkelpause zwischen den beiden Expositionen einschalten, ohne dadurch den Kontrast zu vernichten. Je länger die erste Beleuchtung dauert, desto kürzer muss die Pause ausfallen, damit die Kontrasterscheinung noch zustande kommt.

II. Untersuchung des Helligkeitskontrastes.

1. Versuchsanordnung.

Wenn man zwei gleich helle und gleich grosse Papierschnitzel, das eine auf weissem, das andere auf schwarzem Hintergrunde in entsprechender Weise beobachtet, dann erscheint das auf dem weissen Grunde liegende Papierschnitzel infolge des Simultankontrastes dunkler als das andere. Man kann diesen Versuch in der Weise modifizieren, dass man die „Kontrast erregenden,“ d. h. umschliessenden Felder einerseits, die „Kontrast leidenden,“ d. h. umschlossenen, andererseits, in zeitlicher Folge erscheinen lässt, so dass z. B. zuerst die beiden umschliessenden und nach einem Bruchteil einer Sekunde die beiden umschlossenen Felder aus der Dunkelheit auftauchen. Zwischen die beiden Expositionen kann auch eine Dunkelpause eingeschoben werden.

Dieses zu erreichen diente mir folgende Versuchsanordnung (Fig. 8): Der Deckel des Tubus der Bogenlampe ist von zwei horizontalen, nebeneinander liegenden Spalten durchbrochen. Die aus denselben dringenden Strahlenbündel sind durch eine vertikale Scheidewand (Fig. 8, *W*) voneinander getrennt. Das linksseitige beleuchtet die schräg gestellte graue Pappendeckelscheibe *B*, das rechtsseitige den dazu parallel stehenden Karton *A*, dessen linke Hälfte schwarz und dessen rechte Hälfte weiss ist. Die linke schwarze Hälfte ist überdies durch einen kleinen Schirm (*S*) beschattet. Der Karton *A* ist im schwarzen und im weissen Felde durch je eine quadratische Öffnung durchbrochen, durch welche das Auge des Beobachters zwei quadratische Anteile des grauen Kartons *B* sieht, deren linker in schwarzem, deren rechter in weissem Felde liegt. Auf dem Karton *A* beträgt der Flächeninhalt eines jeden umschlossenen Feldes (= quadratische Öffnung) ca. 1 qcm², eines jeden umschliessenden Feldes ca. 28 qcm². Zwischen der Scheide-

wand (*W*) und der Bogenlampe befindet sich die rotierende Scheibenvorrichtung, welche schon früher beschrieben wurde. Als Fixationsmarke dient ein kleines Glühlämpchen, das an dem Karton *A* und zwar an der Grenze zwischen der weissen und der schwarzen Hälfte befestigt ist. Es wird binokular und im indirekten Sehen aus einer Entfernung von ca. 1,4 m beobachtet.

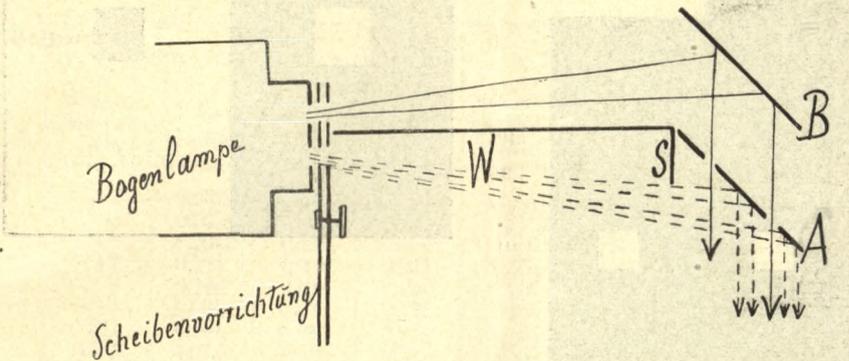


Fig. 8. Grundriss der Versuchsanordnung von oben gesehen; die Pfeile bedeuten den Gang der Lichtstrahlen und auch die Richtung, in welcher sich das Auge des Beobachters befindet (etwa 1,4 m vom Karton *A* entfernt).

2. Beschreibung der Versuche.

Meine Kontrastversuche sind objektiv aus drei Gliedern zusammengesetzt: aus der ersten Beleuchtung, aus der Dunkelpause und aus der zweiten Beleuchtung. Es können entweder das rechte umschliessende oder die beiden umschlossenen Felder zuerst beleuchtet werden; das linke umschliessende Feld bleibt immer dunkel.

Es sind also zwei Gruppen von Versuchen zu unterscheiden: 1. das umschliessende rechte Feld wird zuerst beleuchtet, nach dessen Verschwinden folgen nach einer variablen Dunkelpause die umschlossenen Felder; 2. umgekehrt: zuerst werden die umschlossenen Felder und nach deren Verschwinden das rechte umschliessende Feld beleuchtet. Auf den Figuren 9 und 10 sind die objektiven Komponenten und die aus ihnen resultierenden Kontrasterscheinungen dargestellt; Fig. 9 bezieht sich auf die erste, Fig. 10 auf die zweite Gruppe von Versuchen; die objektiven Komponenten sind im zweimal verkleinerten Maassstabe, die Kontrasterscheinungen in $\frac{3}{4}$ der natürlichen Grösse dargestellt.

 soll sein

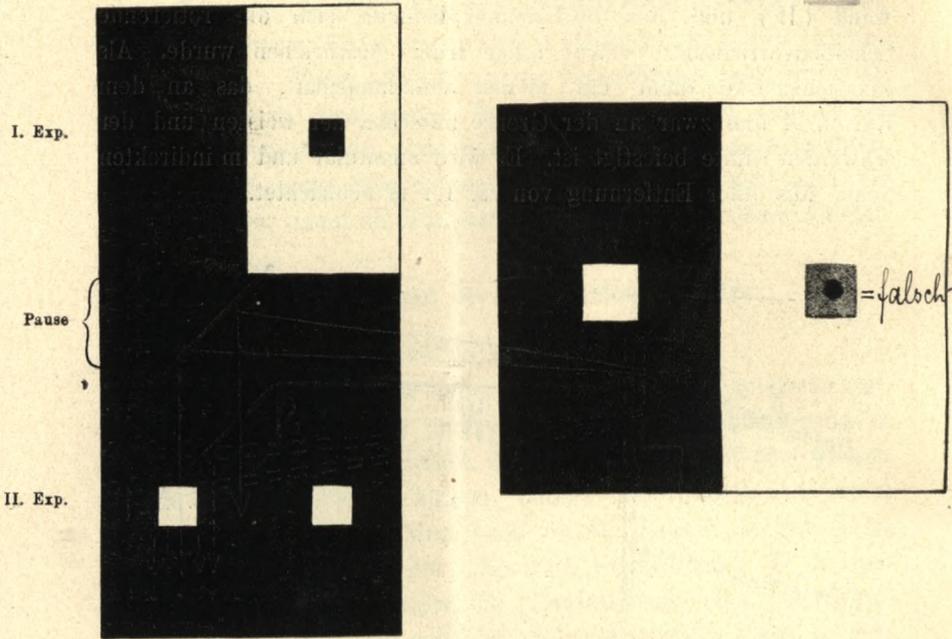


Fig. 9. (Der schwarze Fleck im Zentrum des rechtsseitigen umschlossenen Feldes entspricht nur einer bestimmten momentanen Phase des Kontrastbildes.)

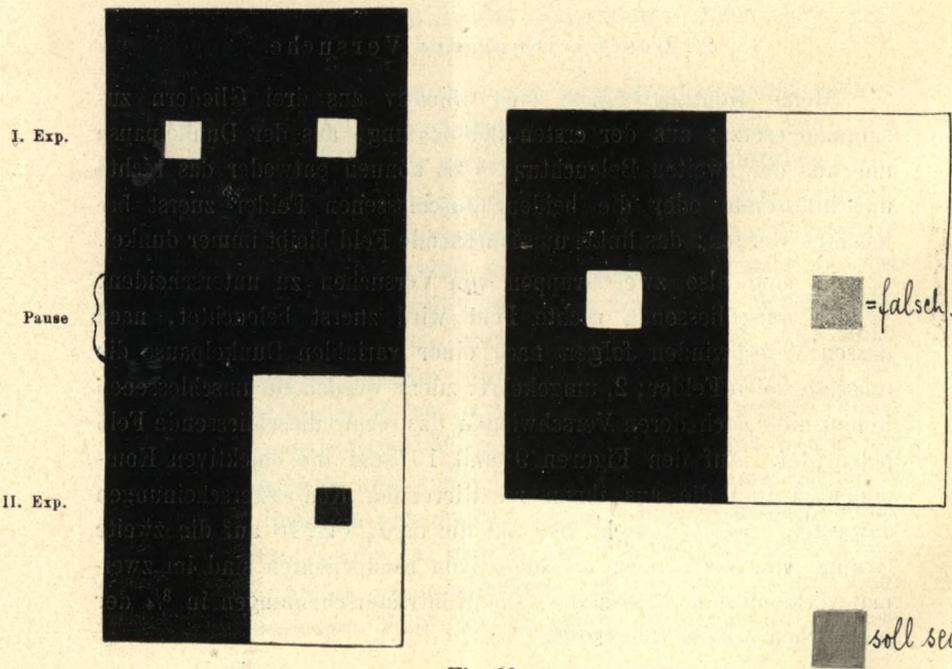


Fig. 10.

Bei den Versuchen der ersten Gruppe ist die Kontrasterscheinung viel schwächer als bei jenen der zweiten Gruppe. Das rechte, vorher vom hellen Grunde umschlossene Feld erscheint ziemlich hell (zuweilen fast so hell wie das linke), aber nicht homogen, sondern es scheint, als ob blitzartig dunkle Wellen über das ganze Feld abliefen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Zeitverhältnisse bei dieser Gruppe meiner Versuche, wobei die Zeit in Sekunden ausgedrückt ist.

a) Expositionen gleich gross				b) Expositionen ungleich gross			
Nummer des Versuches	I. Exposition	Dunkelpause	II. Exposition	Nummer des Versuches	I. Exposition	Dunkelpause	II. Exposition
I	0,0072	0,024	0,0072	XV	0,012	0,024	0,072
II	0,0072	0,096	0,0072	XVI	0,012	0,120	0,072
III	0,0072	0,192	0,0072	XVII	0,024	0,024	0,048
IV	0,024	0,024	0,024	XVIII	0,024	0,072	0,048
V	0,024	0,048	0,024	XIX	0,024	0,024	0,072
VI	0,024	0,072	0,024	XX	0,024	0,048	0,072
VII	0,024	0,096	0,024	XXI	0,024	0,072	0,072
VIII	0,024	0,156	0,024	XXII	0,048	0,024	0,024
IX	0,048	0,024	0,048	XXIII	0,048	0,072	0,024
X	0,048	0,048	0,048	XXIV	0,072	0,024	0,012
XI	0,048	0,072	0,048	XXV	0,072	0,120	0,012
XII	0,072	0,024	0,072	XXVI	0,072	0,024	0,024
XIII	0,072	0,096	0,072	XXVII	0,072	0,048	0,024
XIV	0,072	0,192	0,072	XXVIII	0,072	0,072	0,024
				XXIX	0,072	0,096	0,024

In jedem dieser Versuche trat die Kontrasterscheinung zutage. Ich habe die Expositionszeit sowohl des rechten umschliessenden, wie auch die der umschlossenen Felder zwischen 0,0072 und 0,072 Sek., die Pausen der Beleuchtung beider Feldarten zwischen 0,024 und 0,192 Sek. abgestuft, die beiden Feldarten bald gleich, bald verschieden lange Zeit beleuchtet: immer trat die Kontrasterscheinung zutage. Hätte ich die Dunkelpause noch bedeutend länger gewählt (es war dies bei der geschilderten Versuchsanordnung nicht möglich), so wäre natürlich die Kontrasterscheinung weggefallen. Diejenige Dauer der Pause, bei der die Kontrasterscheinung eben nicht mehr auftritt, lässt sich genau nicht bestimmen, da der Übergang ein allmählicher ist. Kehre ich die Reihenfolge der Expositionen um und beleuchte zuerst die umschlossenen, dann das umschliessende Feld, so tritt die Kontrasterscheinung viel deutlicher auf (Fig. 10). Das rechte umschlossene Feld erscheint jetzt dunkler als früher und

homogen, ohne jede Spur von der Erscheinung des Wogens. Je länger innerhalb gewisser Grenzen die Beleuchtung der umschliessenden Felder und je länger bis zu einem gewissen Grade die Pause dauert, desto deutlicher ist die Kontrasterscheinung. Eine Grenzpause lässt sich hier auch nicht mit Genauigkeit bestimmen. Sie ist, wie mir scheint, in der ersten Gruppe kürzer als in der zweiten. Die beiden Gruppen von Versuchen wurden mehrmals mit demselben Resultate wiederholt.

Ich möchte noch erwähnen, dass auch folgender Versuch gemacht wurde. Anstatt des Kartons *A* (Fig. 8) wird ein anderer ganz weisser Karton *C* mit nur einer quadratischen Öffnung in der Mitte eingesetzt. Bei gleichzeitiger Beleuchtung der beiden Kartons (*B* und *C*) kann man die von Karton *B* reflektierte Lichtmenge durch Neigung jenes so modifizieren, dass *B* und *C*, gleichzeitig gesehen, gleich hell erscheinen. Wenn jetzt die Scheibenvorrichtung in dem Sinne in Rotation versetzt wird, dass zuerst das umschliessende und erst nach der Pause das umschlossene Feld beleuchtet wird, dann erscheint das umschlossene Feld viel heller als das umschliessende. Die Versuche in umgekehrter Reihenfolge (zuerst umschlossenes, dann umschliessendes Feld) führen zu entgegengesetzten Resultaten, insofern jetzt das umschlossene Feld viel dunkler als der Hintergrund erscheint.

3. Schlussbemerkungen.

Es bleibt noch die Frage zu beantworten, auf welche Weise sind die oben beschriebenen Beobachtungen zu erklären? Dass wir es hier mit positiven Nachbildern (nach S. Exner) einerseits und den Erscheinungen des Helligkeitsumgebungskontrastes andererseits zu tun haben, unterliegt keinem Zweifel.

Fassen wir zuerst die erste Gruppe der zweiten Versuchsreihe ins Auge, z. B. Nr. IV. In diesem Versuche erscheint zuerst das rechte umschliessende Feld während 0,024 Sek., dann folgt eine ebenso grosse Dunkelpause und endlich eine ebenso lange Beleuchtung der umschlossenen Felder (Fig. 9). Das rechte umschlossene Feld erscheint aber dunkler als das linke. Als Ursache davon müssen wir die Herabsetzung der Erregbarkeit der von dem Bilde des rechten umschlossenen Feldes getroffenen Netzhautstelle betrachten. Letztere ist wiederum bedingt durch die vorhergehende Beleuchtung der benachbarten Netzhaut, auf welche das Bild des umschliessenden Feldes

gefallen war. Eine solche, den objektiven Reiz überdauernde Herabsetzung der Erregbarkeit der Nachbarschaft einer vorher belichteten Netzhautstelle hat auch R. Stigler beobachtet. Das metaphotische Bild wirkt also hemmend auf die Umgebung. „Die von einer erregten Netzhautstelle ausgehende Hemmung äussert sich dadurch, dass ein Lichtreiz, welcher die Nachbarschaft einer durch vorhergehende Belichtung erregten Netzhautstelle trifft, eine Empfindung von geringerer Intensität auslöst, als wenn er für sich allein auf die gleiche Stelle während einer gleichen Zeit einwirkt¹⁾.“

Warum bei den Versuchen der zweiten Gruppe die Kontrasterscheinungen um so vieles deutlicher sind, das erklärt sich folgendermaassen. Nehmen wir als Beispiel wiederum Nr. IV (aber in umgekehrter Reihenfolge der Expositionen) an (Fig. 10). Zuerst erscheinen die beiden umschlossenen Felder während 0,024 Sek. Sie hinterlassen zwei vollständig gleiche metaphotische Bilder. Bald nach dem Verschwinden der umschlossenen Felder wird das rechtsseitige umschliessende Feld beleuchtet und dadurch das metaphotische Bild des rechten umschlossenen Feldes von einem hellen Grunde umgeben, während das der linken Seite auf dunklem Grunde verbleibt. Durch das Aufleuchten des rechten umschliessenden Feldes wird das metaphotische Bild des rechten umschlossenen Feldes geschwächt, während jenes des linken ungehindert fortbesteht. Indem aber, wie S. Exner²⁾ ermittelt hat, die Wahrnehmung unter den obwaltenden Umständen hauptsächlich durch das positive Nachbild (= metaphotisches Bild) zustande kommt, erscheint das rechte umschlossene Feld, dessen metaphotisches Bild durch Kontrast gehemmt wurde, dunkler als das linke, dessen metaphotisches Bild ungestört seinen Ablauf nehmen konnte.

Mit der oben beschriebenen einfachen Versuchsanordnung ist es also leicht, die Existenz eines Metakontrastes, d. h. Simultankontrastes, bei ungleichzeitiger Erscheinung des kontrastleidenden und kontrasterregenden Feldes sowohl für farblose, als auch für farbige Lichtreize darzutun.

1) R. Stigler, Chronophotische Studien über den Umgebungscontrast. Pflüger's Arch. Bd. 134 S. 387. 1910.

2) S. Exner, Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit. Wiener Sitzungsber. Abt. 2 Bd. 58 S. 601. 1868.

Herrn Hofrat Professor S. Exner danke ich ergebenst für die Anregung und Anleitung zu obigen Untersuchungen. Ebenso fühle ich mich verpflichtet, dem Herrn Assistenten Dr. R. Stigler für die vielfache praktische Unterstützung, sowie auch für die mir im Verlaufe der Arbeit zuteil gewordenen Belehrungen meinen besten Dank auszusprechen.

Prof. Dr. K. Twardowski



PAN 11326

