(Aus dem physiologischen Institut der Universität Wien.)

Optische Täuschung und Metakontrast.

Von

cand. med. **Paul Blatt.**

(Mit 2 Textfiguren.)

Herr Professor Sigmund Exner hat mich aufgefordert, zu untersuchen, ob die an der Zöllner'schen Figur beobachtete optische Täuschung auch dann auftritt, wenn die beiden Komponenten derselben, die Bilder vertikaler und die der sie durchkreuzenden schrägen Stäbe, nicht gleichzeitig, sondern nacheinander in das Auge fallen, und zwar nicht bloss unmittelbar nacheinander, sondern mit Einschaltung einer variablen Pause.

Ich habe diese Aufgabe mit Hilfe der folgenden Versuchsanordnung zu lösen versucht:

Die beiden Komponenten der Zöllner'schen Figur, vertikale und schräge Linien, habe ich übereinander auf einen Karton aufgezeichnet (Fig. 1). Beide Bilder müssen nacheinander auf den gleichen Netzhautanteil eines Auges fallen. Die Variation der Expositionszeit beider Bilder und der Dunkelpause habe ich mit Hilfe einer bereits andernorts beschriebenen Versuchsanordnung¹⁾ bewerkstelligt, deren Hauptbestandteil ein Tachystoskop nach Helmholtz ist, dessen dem Objekte zugewendete Scheibe (Fig. 2, *b*) in zweckentsprechender Weise modifiziert worden ist, so dass von zwei konzentrischen Kreisringen der Scheibe der innere (Fig. 2, *n*) das Bild der einen, der äussere (Fig. 2, *m*) das Bild der anderen Komponente der Zöllner'schen Figur abdeckt. Mit der Grösse und Lage der Ausschnitte dieser beiden Kreisringe wird die Expositionszeit der beiden Bilder und die Zwischenpause variiert. Um das Auge (*Au*)

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

des Beobachters zu fixieren, stützt sich dieser mit dem Orbitalrand an einen durchlochten Holzrahmen (*St*), an welchem unter 45° ein Deckglas (*N*) angekittet ist, von dem aus das Bildchen einer seitlich angebrachten Fixationsmarke (*M*) in das Auge geworfen wird, so dass dieses auch während der Zwischenpausen die erwünschte

Fig. 1.

Blickrichtung einhält. Als Fixationsmarke diente ein Mignonglühlämpchen, das bis auf einen punktförmigen Ausschnitt allseits lichtdicht umhüllt ist; letzterer ist durch ein rotes Glimmerplättchen gefärbt; das Auge blickt durch das die Fixationsmarke widerspiegelnde Deckglas (*N*) geradeaus durch das Fernrohr und den Ausschnitt des inneren Kreisringes (*n*) auf die schiefen schwarzen

Stäbe der Zeichnung Fig 1 (Fig. 2, *Bu*). Das Bild der vertikalen Stäbe fällt durch den Ausschnitt des äusseren Kreisringes (*m*) auf das rechtwinklige Prisma (*p*), wird von hier auf ein unter 45° daran ange kittetes, als Spiegel dienendes Deckglas (*P*) und von diesem in das astronomische Fernrohr (*F*) geworfen. Daher sieht das Auge durch dieses Fernrohr ein Bild der vertikalen Linien, sobald ein Ausschnitt des äusseren Kreisringes die vertikalen Linien abdeckt, und ein Bild der schiefen Linien, sobald ein Ausschnitt des inneren

Fig. 2.

Kreisringes die letzteren abdeckt. Von dem Lichte, welches vom oberen Bild ausgeht, dringt derjenige Teil in das Fernrohr ein, welcher einerseits von der Hypotenusenfläche des Prismas *p* und andererseits von dem Deckglas *P* reflektiert wird, während ein grosser Teil dieses Lichtes durch das Deckglas *P* durchtritt und somit verloren geht. Von dem vom unteren Bild reflektierten Lichte geht nur der vom Deckglas *P* nach unten reflektierte Anteil verloren; infolgedessen erschien das untere Bild heller als das obere. Da aber wenigstens annähernde Helligkeitsgleichheit beider Komponenten der Zöllner'schen Figur bestehen soll, so habe ich das untere Bild, die schiefen schwarzen Stäbe, durch Rauchgläser (Fig. 2, *Gl*), welche ich geradezu vor das Bild gesetzt habe, so weit abgedunkelt, dass das obere (*Bo*) und das untere (*Bu*) Bild dem Auge des Be-

obachters gleich hell erscheinen. Die Bilder der Stäbe werden von einer seitlich aufgestellten, bis auf einen Schlitz allseits ungeschlossenen, elektrischen Glühlampe mit Licht von je nach der Schlitzgrösse variabler Stärke beleuchtet. Das Tachistoskop wird von einem telegraphischen Uhrwerk mit einer Umdrehungsdauer der hinteren Scheibe (*b*) von 2 Sek. getrieben; der Beobachter sieht die beiden Figuren alle 24 Sek. einmal aufleuchten. Mit einer Drehung um zwei Winkelgrade, was in unserem Falle einer Zeit von $\frac{1}{90}$ Sek. entspricht, deckt die Scheibe das ganze Bild zu. Der Experimentator gibt dem Beobachter einige Sekunden vor jedem Aufleuchten der Bilder ein Zeichen, auf dass er die Fixationsmarke in das Auge fasse.

Dieselbe Einstellung wird jedesmal von den beiden Beobachtern, Dr. R. Stigler und Autor, geprüft, natürlich ohne dass der erste Beobachter den gewonnenen Eindruck verrät, ehe der zweite sein Urteil abgegeben hat. Wir beobachteten meist viermal hintereinander mit Zwischenpausen von je 24 Sek. Das Ergebnis unserer Beobachtungen wurde in Tabellen verzeichnet, von denen ich in folgendem ein Beispiel bringe. Die Beobachtungsergebnisse beider Versuchspersonen stimmten fast genau überein, wenn nicht länger als ca. eine halbe Stunde beobachtet wurde, da nach einer solchen Zeit Autor störende Ermüdungserscheinungen aufwies. Es wurde bei drei verschiedenen Beleuchtungsstärken beobachtet, die in folgendem als „schwache, mittlere und starke Beleuchtung“ bezeichnet werden. Die Tabelle enthält, wie bereits erwähnt, nur Beispiele der Beobachtungen, da es mir überflüssig erscheint, alle einzelnen Einstellungen mitzuteilen. A. Mittlere Beleuchtung: Bei geringeren Pausen als 0,128 Sek. erschienen die später exponierten vertikalen Stäbe gegeneinander geneigt. Die Grenzpause, bei welcher die Täuschung eben noch auftritt, liegt also für mittlere Beleuchtung bei ca. 0,128 Sek. (Nr. 1—5 der Tabelle). Bei schwacher Beleuchtung (Nr. 6 der Tabelle) war die Wahrnehmung der Stäbe nicht deutlich genug, um über ihre Lagebeziehungen ein sicheres Urteil abgeben zu können. Die Formenwahrnehmung hängt ja, wie S. Exner¹⁾ dargetan hat, in anderer Weise als die Helligkeitsempfindung von der Lichtstärke und der Expositionszeit ab, und

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

zwar in dem Sinne, dass zur Formenwahrnehmung ein stärkerer Lichtreiz erforderlich ist. Für uns ergab sich, dass zum Zustandekommen der optischen Täuschung bei der Zöllner'schen Figur bei nacheinander erfolgender Exposition der beiden Komponenten eine bestimmte Beleuchtungsgrösse erforderlich ist. Bei starker Beleuchtung (Nr. 7—17 der Tabelle) ist die optische Täuschung erst dann sicher nicht mehr wahrnehmbar, wenn die Dunkelpause grösser als 0,166 Sek. ist; bei einer Dunkelpause von 0,15 Sek. zeigte sie sich meistens, während bei mittlerer Beleuchtung diese Dunkelpause schon zu lange war. Wie Nr. 8 der Tabelle zeigt, sieht man bei einer Expositionsdauer von 0,043 Sek. der vertikalen Stäbe diese bei entsprechender Aufmerksamkeit im ersten Moment gegeneinander geneigt, dann aber parallel, während bei einer Expositionsdauer von 0,027 Sek. die vertikalen Stäbe unter gleichen Umständen, d. h. bei einer sicher unter der Grenze liegenden Dunkelpause von 0,128 Sek., gegeneinander geneigt erschienen sind. Währte die Exposition der vertikalen Stäbe länger, so verschwindet eben

Tabelle.

Beobachter: Dr. R. Stigler und cand. med. Paul Blatt.

Nr.	Expositionsdauer in Sekunden der			Beobachtung
	schrägen Stäbe	Pause	vertikalen Stäbe	
A. Mittlere Beleuchtung.				
1.	0,072	0,15	0,043	parallel
2.	0,094	0,128	0,039	geneigt
3.	0,094	0,128	0,027	geneigt
4.	0,094	0,128	0,0135	unbestimmt
5.	0,094	0,128	0,025	geneigt
B. Schwache Beleuchtung.				
6.	0,094	0,128	0,025	nicht wahrnehmbar
C. Starke Beleuchtung.				
7.	0,094	0,128	0,025	deutlicher geneigt als bei Nr. 5
8.	0,094	0,128	0,043	{ im ersten Moment geneigt, dann parallel
9.	0,077	0,144	0,027	
10.	0,072	0,15	0,027	unbestimmt
11.	0,047	0,175	0,027	geneigt
12.	0,072	0,039	0,027	parallel?
13.	0,094	0,128	0,043	{ im ersten Moment geneigt, dann parallel
14.	0,077	0,144	0,027	
15.	0,072	0,15	0,027	unbestimmt
16.	0,047	0,175	0,027	geneigt
17.	0,072	0,039	0,027	parallel?
				geneigt

während derselben der Einfluss der vorher exponierten schrägen Stäbe, wodurch der oben erwähnte Wechsel in der Beurteilung der Lagebeziehung der vertikalen zustande kommt. Das gleiche ergibt sich aus Nr. 13 der Tabelle.

Aus zahlreichen, hier nicht veröffentlichten Einzelbeobachtungen ergibt sich ferner, dass die zuerst dargebotenen schrägen Stäbe länger exponiert werden müssen als die vertikalen Stäbe, wenn bei gleicher Beleuchtung beider Bilder die optische Täuschung zustande kommen soll. An Stelle der längeren Exposition der ersten Bildkomponente kann auch grössere Lichtstärke derselben treten, d. h. die optische Täuschung tritt auch bei gleicher Expositionsdauer beider Bilder auf, wenn die erste Bildkomponente stärker beleuchtet wird.

Meine Versuche scheinen mir die folgenden Schlüsse zu begründen:

Die Zöllner'sche Figur ergibt die bekannte optische Täuschung auch dann, wenn ihre beiden Komponenten nicht gleichzeitig, sondern, selbst mit Einschaltung einer nicht über ein bestimmtes Maass hinausgehenden Dunkelpause, nacheinander auf denselben Anteil der Netzhaut fallen. Die Grösse der zulässigen Grenzpause hängt von der Beleuchtungsstärke ab und liegt innerhalb Bruchteilen einer Sekunde. Daraus scheint mir zu folgen, dass die optische Täuschung beim Zöllner'schen Muster und wahrscheinlich auch bei den anderen bekannten geometrischen Figuren, nicht auf einem „psychischen“ Kontrast, d. h. nicht auf corticalen Vorgängen im Gebiete der Sehsphäre, beruhen, in dem Sinne etwa einer Abstumpfung unserer Auffassung gewisser Richtungen durch vorhergehende oder gleichzeitige Eindrücke anderer Richtungen. Gewiss spielen solche Kontrastvorgänge in unserem Leben eine grosse Rolle: wenn man lange Zeit in sehr heiterer Gesellschaft war, so erscheint einem eine Gruppe durchschnittlich gelaunter Menschen langweilig; oder: ein Mensch, der längere Zeit hindurch in einem Hause mit ausgesuchter Liebenswürdigkeit behandelt wurde, empfindet es als eine Kränkung, wenn an Stelle derselben einmal eine durchaus nicht beleidigende, aber gleichgültige Behandlung tritt. Um eine solche „Urteilstäuschung“ kann es sich im vorliegenden Falle darum nicht handeln, weil die Pause, welche zwischen den beiden Reizen eingeschaltet werden kann, nur innerhalb Bruchteilen einer Sekunde liegt, während sich die psychischen Vorgänge in Zeiten von anderer Grössenordnung abspielen. Daraus ist zu schliessen, dass die oben beschriebene Täuschung bei der Zöllner'schen Figur durch Vorgänge peripher

von der Hirnrinde zustande kommt. Bei nacheinander erfolgender Exposition der beiden Bildkomponenten handelt es sich also um eine Erscheinung analog jener des Metakontrastes, d. h. um die gegenseitige Beeinflussung nebeneinander gelegener Netzhautstellen durch nacheinander wirkende Reize. Der Bestand dieser Art des Kontrastes ist von R. Stigler¹⁾ für weisse und von Z. Baroncz²⁾ für farbige Lichtreize unter verschiedenen Bedingungen nachgewiesen worden. Im Prinzip stimmen die Beobachtungen der beiden genannten Autoren mit dem hier Veröffentlichten überein.

Ich danke Herrn Hofrat Sigmund Exner ergebenst für die Anregung und Anleitung zur obigen Untersuchung und ebenso Herrn Privatdozent Dr. Robert Stigler für die mir dabei zuteil gewordene Unterweisung und praktische Unterstützung.

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

2) Z. Baroncz, Versuche über den sogenannten Metakontrast. Pflüger's Arch. Bd. 140 S. 491. 1911.