Zur Lehre vom binocularen Sehen.

III. Aufsatz.

Von

Dr. Schoen.

Es ist meine Absicht, durch in grösserer Zahl und in vervollkommneter Weise angestellte Versuche diejenigen Stellen der ersten Aufsätze zu ergänzen, welche wegen der Zahl verschiedenartiger Fragen anfangs nicht so ausführlich behandelt werden konnten, wie es wünschenswerth erscheinen mochte.

Das Wettstreitsmerkmal.

Wir wenden uns zuerst wieder der Untersuchung über die Wirksamkeit der Wettstreitsmerkmale zu, welche auf Seite 82 meines zweiten Aufsatzes besprochen worden ist. Bei in der Mittellinie liegenden Funken beruhte die Unterscheidung, ob ein solcher vor oder hinter dem fixirten Punkte liege, allein auf den Wettstreitsmerkmalen. Wird Fig. 1 der Punkt F fixirt, so erzeugt ein Funke bei M die Doppelbilder Y und Z, ebenso ein Funke bei N. Das Erregbarkeitsmerkmal vermag hier Nichts zur Unterscheidung beizutragen, weil beide Doppelbilder das eine Mal auf der temporalen, das andere

Fig. 1,

Mal auf der nasalen Retina liegen; wir sind allein auf das Wettstreitsmerkmal angewiesen. Eine einfachere Form erhielt die Frage dadurch, dass wir uns darauf beschränkten, zu ermitteln, ob wir zu unterscheiden vermögen, von welchem Auge ein einzelnes Halbbild gesehen wird. Mit Rücksicht auf die Figur 1 wäre die Fragestellung die: Können wir entscheiden, ob wir ein Halbbild Z mit dem linken Auge in der Richtung L Z A oder mit dem rechten Auge in der Richtung R Z C sehen. Wir wollen diesen Versuch des kürzeren Citirens halber den „Einbildversuch“ nennen. Wie schon im II. Aufsatze S. 83 bemerkt, bin ich dazu im Stande, wenn A und C objectiv gleich hell sind und die Intensität beider nicht variirt wird; ich beziehe dann den subjectiv intensiveren Eindruck auf das rechte Auge. Die Erinnerung an den vorausgegangenen Funken ist eine genügend lebhaft, um diese Vergleichung möglich zu machen. Der Erfolg des Versuchs wurde ein anderer, wenn der entgegengesetzte Eindruck intensiver gemacht oder auch überhaupt bald mit helleren, bald mit dunkleren Lichtpunkten experimentirt wurde. Es ergab sich dann merkwürdiger Weise eine erhebliche individuelle Verschiedenheit. Die Mehrzahl der Versuchspersonen, (unter welchen ich selbst), können nicht mehr zwischen den Augen unterscheiden, während Andere dies auch dann noch auszuführen vermögen.

Derartige Versuche habe ich mit einem verbesserten Apparate wiederholt. Derselbe machte es möglich, solche auch bei ungeübten Personen auszuführen, weil man sich leicht überzeugen konnte, ob die Einstellung des Apparates für das betreffende Individuum passte oder nicht. Die Figur stellt den Apparat in Viertelsgrösse dar. In dem Kasten befinden sich vier Linsen, zwei von 10“, zwei von 9“ Brennweite, welche in der aus der Figur ersichtlichen Weise bei Y und Z Bilder von den

Löchern A, B, C und D entwerfen und das Licht dann entweder in das rechte oder linke Auge gelangen lassen. Y und Z sind von F je 2 Cm. entfernt. Der Schirm S S enthält ebenfalls vier Löcher, entsprechend A, B, C und D, jedes derselben lässt sich durch eine Klappe verschliessen, F ist der Fixationspunkt, als Object dient ein Stückchen Phosphor.

W W ist ein weisses Kartonblatt, welches von unten erleuchtet wird. Sind alle vier Löcher geöffnet, so sieht man zwei Lichtpunkte bei Y und Z, man kann jedoch zwei der Halbbilder durch Verminderung der Convergenz in M vereinigen, — die beiden anderen erscheinen dann bei m m, oder auch durch stärkeres Convergiren in N mit den übrigen Halbbildern bei n n.

War nur B C auf, so erschien der Leuchtpunkt regelmässig in M, umgekehrt, wenn A D sich offen befand, bei N, wie dies aus den folgenden Versuchsreihen zu ersehen ist. Dies ist ein Beweis, wie hier vorläufig bemerkt wird, dass die Verschiedenheit der Zerstreuungskreise vor oder hinter der Kreuzung nicht von alleinig entscheidender Bedeutung ist für die in Rede stehende Frage. (Vergl. S. 39. 1, II. Aufsatz.)

Wie S. 110 des zweiten Aufsatzes ausgeführt, konnte ich feststellen, dass wenn disparate Halbbilder auch nicht mehr wirklich verschmelzen, doch dieselben noch stereoskopisch richtig verwerthet werden, und dass der Uebergang zwischen Verschmelzen und Beziehen auf einen Punkt ein ganz allmäliger ist. Deshalb machte ich keine der Versuchspersonen auf die Möglichkeit, dass sie vielleicht statt eines Funkens zwei Doppelbilder sehen werde, aufmerksam, sondern fragte einfach, ob der momentan auftauchende Funke vor oder hinter dem Fixirpunkte liege. Eine der Versuchspersonen sah Doppelbilder, zwei andere antworteten mehr oder weniger

falsch, die Angaben der Uebrigen bewiesen, dass in der That die erwähnte Ansicht für die Mehrzahl vollständig zutrifft. Ohne Zögern und Zweifel wurden die Halbbilder je nachdem auf einen vorderen oder hinteren Leuchtpunkt bezogen oder zu einem solchen verschmolzen, trotzdem die Convergenz der Strahlen nach Horopterstellen erfolgte.

Ich theile zunächst die Versuche mit. Von den 14 Versuchspersonen hatte eine Nr. 11 schon zu den im II. Aufsatz (S. 45, Fig. 4. ff.) mitgetheilten Versuchen gedient, die übrigen sind neu. Sie hatten bis auf Nr. 14 (Strabism. diverg. periodic.) gute binoculare Fixation.

A D bedeutet: diese Löcher sind offen; die zu erwartende richtige Antwort ist: Vorn.

B C ebenso; Antwort: Hinten.

A allein offen. Richtige Antwort wäre: Linkes Auge.

C ebenso; Antwort: Rechtes Auge, und so fort.

O (Null) bedeutet: der Experimentirende kann keine Unterscheidung treffen,

b glaubt den Leuchtpunkt mit beiden Augen zu sehen.

Es steht: u. s. w., wenn der Ausfall des Versuchs so zweifellos war, dass eine Fortsetzung nicht nothwendig erschien. Die Summirung hat dann nur relative Bedeutung.

Der Schirm wurde stets mit gleicher Geschwindigkeit vorgezogen. Die kleinen lateinischen Buchstaben geben die Reihenfolge an, in welcher die Versuche angestellt wurden.

Nr. 1. M.

Nr. 1 erklärte meistens, er sähe Doppelbilder, namentlich wurden A C niemals zu einem vorderen Punkte verschmolzen resp. auf einen solchen bezogen.

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
a.	B C Hinten +	b.	d.
A D Hinten —	A D Hinten —	A L ? +	C O —
B C Hinten +	c.	B L ? +	A R —
A D Vorn +	A D Vorn +	C R ? +	B O —
B C in d. Linie —	B C Hinten +	C O —	D R +
A D Hinten —	B C Hinten +	C R +	B O —
A D in d. Linie —	A D Hinten —	A R —	A O —

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
c.	c.	b.	d.
A D in d. Linie —	B C Hinten +	D O —	C O —
B C in d. Linie —		C O —	u. s. w.
A D Hinten —		A L +	[— 13 + (?) 6]
B C in d. Linie —		C L —	
A D in d. Linie —		D O —	
A D Vorn +		B O —	

Nr. 2. F.

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
a.	c.	b. mit Appa- rat Fig. 1.	d. mit Appa- rat Fig. 2.
Es wird stets Hinten gesehen.	B C Hinten A D Vorn	D b —	D R +
A D macht nie- mals den Eindruck eines vornliegen- den Punktes (22 Einzelversuche.)	B C Hinten A D Vorn A D Vorn A D Vorn B C Hinten A D Vorn	C b — A b — u. s. w. glaubt immer mit beid. Augen zu sehen.	A R — B R — C R + A R — D R + C b — u. s. w.
		[— 4]	[— 5 + 3]

Nr. 3. H.

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
a.	f.	b.	d.
A D Vorn +	B C Hinten +	A R —	C R +
A D Hinten —	A D Hinten —	C R +	B R —
B C Hinten +	A D Hinten —	D L —	D L —
B C Hinten +	B C Hinten +	B L +	A R —
A D Vorn +	A D Vorn +	A R —	C R +
A D Hinten —	A D Vorn +	C R +	B L +
A D Vorn +	B C Hinten +	D L —	D L —
B C Hinten +	A D Hinten —	A R —	A R —
A D Vorn +	A D Vorn +	D L —	D L —
A D Vorn +	A D Hinten —	B L +	B L +
c.	A D Vorn +	A R —	C R +
B C Hinten +	A D Vorn +	C R +	A R —

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
c.	b.	b.	d.
B C Hinten +	A D Linie —	D L —	C L —
A D Vorn +	B C Hinten +		D L —
A D Hinten —	A D Vorn +		B L +
A D Vorn +			[— 17 + 11]
B C Hinten +			
A D Vorn +			
A D Hinten —			
A D Vorn +			

Nr. 4. W.

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
a.		b.	
A D Vorn +		A R —	
B C Hinten +		C R +	
A D Vorn +		D L —	
B C Hinten +		B L +	
A D Vorn +		D L —	
u. s. w.		C R +	
stets richtig.		A R —	
		B L +	
		D L —	
		C R +	
		D L —	
		A R —	
		C R +	
		B L +	
		A R —	
		B L +	
		[— 8 + 8]	

Nr. 5. C.

Central-stereoscopischer Versuch.		Einbildversuch.	
a.	c.	b.	d.
A D Hinten ? —	B C Hinten +	C O	D b
B C Hinten +	A D Hinten —	D b	B b
A D Hinten —	B C Hinten +	B b	A b
A D Vorn +	A D Hinten —	D O	C b
A D Vorn +	B C Hinten +	B b	B b

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
B C Hinten +	A D Vorn +
B C Hinten +	A D Vorn +
A D Vorn +	B C Hinten +
A D Vorn +	A D Vorn +
B C Hinten +	A D Vorn +
u. s. w. richtig.	A D Vorn +
	B C Hinten +
	B C Hinten +
	u. s. w. richtig.

Einbildversuch.

b.	d.
A b	D b
u. s. w.	u. s. w.
	[— 12]

Nr. 6. S.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
A D Hinten —	B C Hinten +
B C Hinten +	A D Vorn +
A D Vorn +	A D Vorn +
B C Hinten +	B C Hinten +
A D Vorn +	A D Vorn +
B C Hinten +	A D Vorn +
A D Vorn +	B C Hinten +
B C in d. Linie —	B C Hinten +
A D Vorn +	
B C Hinten +	
A D Vorn +	

Einbildversuch.

b.	d.
D L —	B L +
B R —	D L —
A R —	A R —
C L —	C O —
D L —	C O —
B R —	D L —
A R —	B R —
	C R +
	A R —
	[— 14 + 2]

Nr. 7. R.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
A D Vorn	B C Hinten
B C Hinten	A D Vorn
A D Vorn	B C Hinten
A D Vorn	A D Vorn
B C Hinten	A D Vorn
A D Vorn	A D Vorn
B C Hinten	A D Vorn
B C Hinten	B C Hinten
stets richtig.	A D Vorn
	B C Hinten
	A D Vorn

Einbildversuch.

D R? +
B O —
A R? —
C O —
D R? +
B O —
A R? —

u. s. w.

[— 5 + 2?]

Antwortet: ich weiss
nicht, oder rath.

Nr. 8. S.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
A D Vorn	B C Hinten
B C Hinten	B C Hinten
B C Hinten	A D Hinten —
A D Vorn	A D Vorn
B C Hinten	A D Vorn
B C Hinten	A D Vorn
A D Vorn	A D Vorn
	A D Vorn
	A D Vorn
	B C Hinten

Einbildversuch.

b.
D L —
B L +
A R —
C R +
D L —
B L +
A L +
C R +
D L —
B L +
D L —
A R —
C R +
B R —
[— 7 + 7]

Nr. 9. F.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
A D Vorn +	A D Vorn
B C Hinten +	B C Hinten.
B C Hinten +	A D Vorn
A D O —	A D Vorn
A D Vorn +	B C Hinten
B C Hinten +	A D Vorn
A D Hinten —	u. s. w. richtig.
B C Hinten +	
A D Vorn +	
B C Hinten +	
A D Vorn +	
B C Hinten +	
B C Hinten +	
A D Vorn +	

Einbildversuch.

b.
A R —
C R +
D R +
B R —
A R —
C R +
B L +
D R +
C R +
B L +
A L +
C L —
B L +
D L —
A R —
C R +
D R +
B L +
C R +
D R +

Einbildversuch.

b.

A R —

B L +

C R +

D R +

B R —

A R —

[— 9 + 16]

Nr. 10. K.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.

A D Vorn

B C Hinten

A D Vorn

A D Vorn

B C Hinten

B C Hinten

B C Hinten

A D Vorn

stets richtig.

c.

B C Hinten

A D Vorn

B C Hinten

A D Vorn

f.

mit Apparat Fig. 2.

A D Vorn

B C Hinten

B C Hinten

B C Hinten

A D Vorn

Einbildversuch.

vom Strich an mit wechselnder Helligkeit.

b.

A R —

C R +

D L —

B L +

D R +

B L +

A R —

C R +

D L —

B L +

A L +

B L +

D L —

B L +

A L +

d.

A C bleibt

stets offen.

D L —

B L +

B L +

D L —

D L —

B R —

D L —

B L +

B R —

[— 6 + 3]

g.

mit Apparat

Fig. 2.

B L +

C R +

D L —

B L +

A L +

C R +

D L —

B L +

C L —

A R —

C R +

A R —

C L —

D L —

B L +

A R —

C R +

B L +

A L +

D L —

B L +

C R +

Einbildversuch.	
b.	g.
D L —	mit Apparat
B L +	Fig. 2.
[— 10 + 18]	D L —
	C R +
	B L +
[— 6 + 8]	

Nr. 11. S.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.
 B C Hinten
 A D Vorn
 A D Vorn
 A D Vorn
 B C Hinten
 A D Vorn
 B C Hinten
 A D Vorn
 u. s. w.
 stets richtig.

Einbildversuch.

b.	c. mit wech- selnder Hel- ligkeit.
D R +	D R +
B L +	Cd R +
D R +	A L +
B L +	Cd R +
D R +	Bd L +
C R +	A L +
A L +	D R +
C R +	Bd L +
A L +	Cd R +
u. s. w.	A L +
[+ 9]	Cd R +
	u. s. w.
	[+ 11]
	(d = dunkel.)

d.
 B D stets offen:

C (2*) R +
 A (3*) L +
 C (3*) B +
 A L +
 A ? L +
 C R +
 [+ 6]

* Der Funke musste
 mehrere Male auf-
 tauchen, ehe eine
 Antwort gegeben wer-
 den konnte.

Nr. 12. Gl.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.	c.
A D Vorn	A D Linie —
B C Hinten	A D Vorn
A D Hinten —	A D Vorn
A D Vorn	B C Hinten
B C Hinten	B C Hinten
A D Vorn	u. s. w.
B C Hinten	richtig.
A D Hinten —	
A D Vorn	
A D Vorn	
B C Hinten	
A D Vorn	

Einbildversuch,
vom Strich an mit wech-
selnder Helligkeit.

b.

C R +
 A R —
 B L (?) +
 D L —
 B R —
 C R +
 A L +
 B L +
 D L —
 D R +
 C R +
 B L +
 D R +
 B L +
 C O —
 A L +
 D R +
 C R +
 D R +
 B L +
 A L +
 C R +
 C R +
 D R +
 B R +
 A L +
 C R +
 B R —
 D R +
 C R +
 B R —
 D L —
 C R +
 D R +
 D R +

Nr. 13. S.

Central-stereoscopischer Versuch.

a.

A D Vorn
 B C Hinten
 B C Hinten
 A D Vorn
 A D Vorn
 B C Hinten
 u. s. w. stets richtig.

C R +
 B L +
 A R —
 B R —
 C R +
 D R +
 B R —
 B L +
 B L +
 B L +
 [— 12 + 33]

Einbildversuch.

b.

A R —
 C R +
 D R +
 B L +
 A R —
 D R +
 B L +
 A R +
 D R +
 B L +
 A L +
 D R +
 B R —
 C R +
 A R —
 B L +
 C R +
 D R +
 A R —
 D R +
 A L +
 B L +
 A L +
 D R +
 B L +
 C R +
 [— 4 + 21]

Nr. 14.

Central-stereoscopischer Versuch.
 Kein binocularer Sehsact.
 Es wird stets hinten gesehen.

Einbildversuch.

D L —
 B R —
 A R —
 C R +
 D R +
 C R +
 B L +
 A R —
 C R +
 D L —
 C R +
 B L +
 A R —
 C R +
 A R —
 B L +
 D R +
 C R +
 B R —
 A R —
 [— 9 + 11]

Von den 13 (Nr. 14 schielte) Versuchspersonen sah bei der Versuchsreihe, wo jedem Auge ein Halbbild sichtbar war, dem central-stereoscopischen Versuch, nur Nr. 1 fast regelmässig Doppelbilder. Er vermochte die Halbbilder nicht zu verschmelzen, A D zu einem näher gelegenen Punkte gar nicht, B C zu einem ferner gelegenen besser, jedoch auch bei Weitem nicht immer. Dieses Individuum verwerthete auch die getrennt gebliebenen Halbbilder nicht stereoscopisch. Die Halbbilder erschienen ihm meistens in einer Linie neben dem Fixirpunkt und ist mir zweifelhaft, ob derselbe beim central-stereoscopischen Versuch mit Apparat I. (Fig. I.), auch wenn die Antworten anders lauteten, wirklich etwas anderes gesehen hat. Den übrigen Versuchspersonen

kamen nur ganz ausnahmsweise einmal Doppelbilder zum Bewusstsein. Weiter war Nr. 1 durchaus nicht im Stande zu unterscheiden, mit welchem Auge er eins der nur einem Auge sichtbar gemachten Halbbilder Y oder Z gesehen hatte.

Der Einbildversuch.

Wenn wir zunächst in Bezug auf diesen letzteren Punkt, den Einbildversuch, die übrigen Reihen durchgehen, so finden wir, dass 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 eben so wenig wie 1 angeben können, ob sie mit dem rechten oder linken Auge gesehen haben. Nr. 1 sagt meistens: Ich weiss nicht, mit welchem Auge (0). — Nr. 2 und 5 meinen gewöhnlich mit beiden Augen gesehen zu haben (b). — Nr. 6 glaubt in der Regel, mit dem rechten zu sehen. — Die übrigen 3, 4, 7, 8 rathen und mindestens zur Hälfte falsch. Nr. 9 und 10 unterscheiden in der Mehrzahl richtig und bilden den Uebergang zu Nr. 11, 12 und 13, von denen Nr. 11 ohne Irrthum (es wurden wiederholte längere Versuchsreihen angestellt) und mit vollständiger Leichtigkeit unterscheidet, in welches Auge das Licht gelangte. Nr. 12 und 13 sind ebenfalls bis auf wenige Irrthümer sicher. Nr. 14 hatte keinen binocularen Sehakt (Amblyopia oc. dextr.) und bezog das helle Bild auf das linke Auge, wie er selbst ungefragt angab. Trotzdem war die Hälfte der Angaben falsch, da mit wechselnder Helligkeit experimentirt wurde. Leider habe ich keine Parallelreihe mit gleichbleibender Helligkeit von dieser Person.

Die Versuchsbedingungen waren bei allen Personen genau dieselben. Bis auf Nr. 14 hatten alle beiderseits gute Sehschärfe.

Es bestätigen diese Versuche das S. 84 des zweiten Aufsatzes auf Grund meiner ersten Untersuchungen ausgesprochene vollständig: Die Mehrzahl, zu welcher ich

gehöre, können mit Sicherheit unter den erwähnten Bedingungen das verlangte Urtheil nicht abgeben. Andere vermögen dies mit der grössten Leichtigkeit.

Bei den vorstehenden Versuchsreihen blieb die objective Helligkeit der Löcher dieselbe, wenn nichts anderes bemerkt ist. Wie oben und S. 83 zweiter Aufsatz gesagt, vermag ich selbst unter dieser Voraussetzung zwischen den Augen zu unterscheiden, gestützt auf die in der Erinnerung bleibende subjective Helligkeitsdifferenz, indem ich das subjectiv intensivere Bild auf das gleichseitige Auge beziehe. (Es erfordert dies grosse Aufmerksamkeit, würde aber durch Uebung wahrscheinlich von mehreren unter den 8 ersten Versuchspersonen und auch von Nr. 14 erlernt werden können.) Diese Thatsache ist für die ganze Frage von nicht geringer Wichtigkeit. Die 8 Versuchspersonen wurden aber auch durch die günstigeren Bedingungen nicht in den Stand gesetzt, die Forderung zu erfüllen, so dass es überflüssig war, Versuche mit objectiv verminderter Helligkeit für das Bild des gleichseitigen Auges oder überhaupt mit wechselnder Helligkeit anzustellen. Solche Versuche waren jedoch bei den übrigen Nr. 9, 10, 11, 12, 13 nothwendig.

Es wurden also bei einer anderen Reihe die auf die nasalen Hälften fallenden Bilder erheblich verdunkelt; die Unterscheidung blieb eine unverändert sichere bei 11 und 12, bei 10 annähernd sicher. (Bei 9 und 13 wurden solche Versuche nicht gemacht). Ich selbst vermag jetzt nicht mehr sicher anzugeben, mit welchem Auge ich gesehen habe.

Ich schritt nun dazu, mir über die S. 85 zweiter Aufsatz ausgesprochene Vermuthung Klarheit zu verschaffen, ob vielleicht zum Theil die Entscheidung, in welchem Auge der Eindruck sich befindet, bei solchen, welche dazu überhaupt fähig sind, ermöglicht werde,

durch eine allgemeine Empfindung, welches Auge das erleuchtete ist. Ich verfuhr in folgender Weise: öffnete B D, machte die Versuchsperson auf Y aufmerksam und sagte, dass ausser Y noch bei Z ein Leuchtpunkt auftreten werde (oder umgekehrt), es handle sich darum, von welchem Auge dieser gesehen werde.

Es wurden also beide Augen momentan bestrahlt.

Jetzt machte sich allerdings eine Verschiedenheit geltend. Während früher bei Nr. 11 die Antworten sofort auf einmaliges Vorbeiziehen des Schirmes erfolgten, musste dies jetzt zweimal, auch dreimal geschehen, doch blieben die Antworten richtig. Bei Nr. 10 wurden die Antworten entschieden unsicher. Bei Nr. 12 kamen diese Versuche nicht zur Ausführung. Die Unsicherheit kann aber auch von der Theilung der Aufmerksamkeit herühren. Ich sehe die Frage nicht als ganz entschieden an und werde dieselbe noch in der Weise zu verfolgen suchen, dass beide Augen nur einfach bestrahlt werden, nicht wie hier das eine doppelt. Dazu ist eine Aenderung des Apparats nöthig, weil bei der jetzigen Anordnung die Halbbilder, wenn deren nur zwei vorhanden sind, bei M oder N zur Vereinigung durch Verschmelzen oder Beziehen kommen würden, wie dies bei den meisten Personen mit fast absoluter Sicherheit zu erwarten ist. Ob nun solche Abänderung überhaupt möglich ist, lässt sich noch nicht sagen.

Leider konnte ich bei mir selbst nicht beobachten, wie das eigene Gefühl bei Ausübung der in Rede stehenden Unterscheidung beschaffen ist. Ich habe diejenigen, welche zu der Unterscheidung befähigt waren, befragt, worauf sie sich dabei stützten, und mir das Gefühl beschreiben lassen, welches sie dabei hatten. Die Antwort lautete jedesmal: dass sie aus der Lage des Punktes nichts hätten entnehmen können, da derselbe bald dem einen bald dem anderen Auge an derselben Stelle er-

schiene sei, sie hätten dagegen ein Gefühl im betreffenden Auge, dass dieses stärker beleuchtet werde als das andere. Eine genauere Charakterisirung dieses Gefühls konnte ich bisher nicht erlangen.

Wir sind berechtigt aus diesen Ergebnissen folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Eine Kenntniss der Richtungslinie ist nicht von vornherein gegeben, da wir nicht sicher wissen, ob wir ein Bild vom linken oder rechten Auge aus sehen.
2. Die Richtungslinien können daher nicht als Ausgangspunkt für eine Theorie des Sehens benutzt werden.
3. Ein fixes nicht zu verkennendes Lokalzeichen, ähnlich dem, wodurch zwei auf derselben Netzhaut neben einander gelegene Eindrücke sich unterscheiden, unterscheidet die Eindrücke identischer Stellen nicht von einander.

Auch wenn wir Lokalzeichen annehmen, welche die räumliche Empfindung der differenten Netzhautpunkte vermitteln und im Nebeneinander sondern, so sind es keinesfalls diese selben Lokalzeichen, welche die Unterscheidung zwischen identischen Eindrücken, so weit sie überhaupt möglich, bewirken, denn im ersten Falle haben wir eine absolut sichere, jede Täuschung ausschliessende Wirksamkeit vor uns, im anderen eine unsichere und schwankende.

Der Passus 3 richtet sich eben so wie gegen die Lokalzeichen auch gegen die „Tiefengefühle.“ Dieser Punkt wird später ausführlicher berücksichtigt werden.

Der central-stereoscopische Versuch.

Wir gehen nun zur Betrachtung der Reihen über, bei welchen jedes Auge ein Halbbild bekommt und zu entscheiden ist, ob die beiden Halbbilder einen Leucht-

punkt M oder N bedeuten. Wir nannten diesen Versuch den central-stereoscopischen.

Auch hier bestätigen sich die Angaben in meinem zweiten Aufsatz. Nr. 4, 7, 8, 10, 11, 12 und 13 irren sich niemals, Nr. 5 im Anfange einige Male, ebenso Nr. 6, der auch einmal später Doppelbilder sieht, Nr. 9 ist einmal unentschieden. Also machen Nr. 1, 2 und 3 eine Ausnahme, wenn wir vorläufig nur die mit Apparat I. angestellten Versuche ins Auge fassen. Wir werden jedoch später sehen, dass auch diese Personen unter etwas veränderten Bedingungen guten binocularen Sehakt haben.

Als Schlussfolgerung hieraus kann ich vorläufig nur das S. 84 zweiten Aufsatz Gesagte wiederholen:

Das Wettstreitsmerkmal setzt die meisten Personen in den Stand, aus zwei Halbbildern richtig die Lage eines in der Mittellinie befindlichen Objectes — vor oder hinter einem Fixirpunkt zu erkennen, während es bei denselben Personen in der Regel nicht genügt, um die Entscheidung über die Zugehörigkeit eines einzelnen Halbbildes möglich zu machen. Die Merkmale müssen daher nicht sehr prononcirt, sondern derartig sein, dass eine irrige Auslegung derselben möglich ist.

Erhält nur ein Auge einen Eindruck, so genügt das Kennzeichen meistens nicht, dagegen ist dies der Fall, wenn beide Augen Bilder erhalten und die Merkmale sich summiren.

Nur Nr. 1 und 2 vermochten auch aus den summirten Wettstreitsmerkmalen keine Aufschlüsse über die Lage des Leuchtpunktes zu entnehmen. Dasselbe gilt öfter für Nr. 3. Auch diese Person kann in einer Anzahl von Fällen aus den summirten Wettstreitsmerkmalen nicht die richtigen Schlüsse ziehen.

Wir haben hier eine ähnliche individuelle Verschiedenheit vor uns wie bei dem Einbildversuche. Ehe wir auf

eine nähere Würdigung derselben eingehen, wollen wir einer möglichen Einwendung vorbeugen. Die Versuchspersonen befanden sich immer in der Stellung, dass ihre Augen das Licht von allen vier Löchern sehen konnten; dies ging aus den zwischen durch vorgenommenen Einbildversuchen hervor.

Die Augen der drei Individuen zeigten keine Anomalie, keine einseitige Amblyopie, keine Insuffizienz und keine Unregelmässigkeit bei Fixationsversuchen, so dass es unmöglich schien, einen gänzlichen Mangel des binocularen Sehakts anzunehmen, nur eine relativ geringe Ausbildung desselben konnte für wahrscheinlich gelten.

Beim Apparate I. findet die Convergenz der Strahlen im Horopter statt, nicht bei M und N; von diesen letzteren Punkten aus würden die Strahlen divergiren, wenn die Versuche mit elektrischen oder überhaupt mit wirklichen Funken angestellt worden wären.

Ist nun bei der Mehrzahl der Personen, wie oben schon vorausgeschickt wurde, diese Verschiedenheit der Convergenz und der Zerstreuungskreise einflusslos, so könnte dieselbe doch in unseren drei Fällen von Einfluss sein.

Ich construirte darum den Apparat II., dessen Einrichtung aus Fig. 2 ersichtlich ist. Er unterschied sich dadurch von Apparat I., dass die Strahlen bei M und N convergirten, nicht bei Y und Z. Die Verhältnisse waren mithin ganz dieselben, als wenn elektrische Funken bei M oder N überschlugen. Doch lassen sich verschiedene Modifikationen in der Helligkeit u. s. w. einführen, die nicht möglich sind, wenn man elektrische Funken benutzt.

Der Apparat II. ist derselbe, wie der in Fig. 4 S. 45 zweiter Aufsatz dargestellte, nur wurden noch die beiden Oeffnungen A und D hinzugefügt, so dass es möglich war, ohne Wechsel der Fixation bald vorne, bald hinten einen Leuchtpunkt auftauchen zu lassen.

Fig. 2

Ich liess die Person Nr. 1 mehrere Versuchsreihen noch an dem eben erwähnten älteren Apparat Fig. 4 S. 45 zweiter Aufsatz anstellen. Dieselben befinden sich unten S. 80. Von den mit Hell! und Dunkel! bezeichneten Einzelversuchen ist vorläufig abzusehen. Es ergab sich, dass Nr. 1 bei diesem Apparat, wo die Convergenz der Strahlen an den Orten des Schnittpunktes der Richtungslinien in M und N stattfindet, die Einrichtung also den Verhältnissen bei wirklichen Funken genau entspricht, stets richtig zwischen vorn und hinten auftauchenden Funken unterschied.

Die Person Nr. 2 machte dieselbe Versuchsreihe bei Apparat II. Fig. 2 durch. Das Resultat war dasselbe wie bei Nr. 1. Die Reihe selbst ist oben S. 52 Nr. 2 c schon mitgetheilt. Die Antworten sind stets richtig. Bei Nr. 3 wurden keine Versuche mit Apparat II. angestellt. Da Nr. 3 bei Apparat I. schon in einer grösseren Anzahl von Einzelversuchen richtig unterschied, so ist unzweifelhaft, derselbe würde bei Apparat II. keine einzige falsche Antwort gegeben haben.

Nr. 1, 2 und 3 haben sicheren binocularen Sehakt nur dann, wenn die Strahlen nach dem Orte des Leuchtpunktes, dem Schnittpunkte der Richtungslinien, convergiren und von demselben divergiren, wenn also die Verhältnisse der Wirklichkeit entsprechen.

Ausserdem kommt hier noch ein Moment in Frage, welches wir gleich näher kennen lernen werden.

Ist dies nicht der Fall, convergiren die Strahlen nach im Horopter liegenden Punkten, so findet eine richtige stereoscopische Verwerthung der Halbbilder nicht mehr statt, Nr. 1 sieht Doppelbilder, Nr. 2 und 3 beziehen die Halbbilder stets auf einen ferner liegenden Punkt. Es ist bemerkenswerth, dass niemals irrthüm-

lich die einen fernerer Punkt bedeutenden Halbbilder auf einen näheren bezogen werden, sondern immer nur die einem näheren angehörigen auf einen fernerer. Auch Nr. 5, 6, 9, welche sich einige Male irren, thun das immer im selben Sinne. Nr. 14, welcher keinen eigentlichen binocularen Sehakt besass, bezog die Bilder stets auf einen fernerer Punkt.

Wir wollen hier nur vorläufig die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt lenken, eine ausführliche Beleuchtung desselben aber erst später versuchen, da wir noch verschiedenes darauf bezügliche kennen lernen werden.

Die individuelle Verschiedenheit — der Kenntniss von der Zugehörigkeit der Halbbilder — und des Entwicklungsgrades des binocularen Sehens — lässt also eine Reihe von Stufen unterscheiden.

Der Einbildversuch ist die Grundlage unserer Untersuchung. Die damit gewonnenen Resultate beweisen unzweifelhaft, dass eine primäre Kenntniss der Richtungslinien nicht existirt, diese vielmehr erst sekundär gewonnen wird. Primär gegeben sind Bilder, welche im Horopter liegen, indem diejenigen identischer Stellen sich decken. Ueber deren Zugehörigkeit wird mit Hülfe mehr weniger sicherer Merkmale, die sich aus der verschiedenen Erregbarkeit der nasalen und temporalen Netzhaut herleiten, entschieden und daraus ergeben sich wiederum die verschiedenen (unbewusst gewordenen) Schlüsse des stereoscopischen Sehens. Die Bilder im Horopter sind der Grenzpunkt, bis zu welchem wir mit dem Experiment den Aufbau des binocularen Sehens verfolgen können, darüber hinaus scheint die Frage in das Gebiet der Speculation zu treten.

Auch insofern ist der Einbildversuch die Grundlage unserer Untersuchung, dass, indem er die Kenntniss von der Zugehörigkeit der Halbbilder als durchaus unsicher nachweist, — er zuerst eine Täuschung über diese

Zugehörigkeit als überhaupt denkbar und möglich erscheinen lässt.

Für die Thatsache, dass über die Zugehörigkeit eines einzelnen Halbbildes irrig geurtheilt, trotzdem aber zwei Halbbilder richtig auf einen bestimmten Punkt gedeutet werden, wüsste ich keine andere Erklärung, als die obige (S. 65).

Ich sehe somit als bewiesen an, dass die Merkmale, welche die Eindrücke identischer Stellen von einander kenntlich machen, sehr wenig ausgesprochen sind und in Folge dieser Beschaffenheit übertönt werden können. Dies spricht sich auch darin aus, dass der centralstereoskopische Versuch zwar bei den Meisten sicher gelingt, wenn auch einzelne Irrthümer vorkommen, dass andere Individuen aber, mit gleichen Augen und binocularem Sehaect, versagen und richtige Antworten nicht geben können, sobald, wie in dem Apparat Fig. 1, die Halbbilder wirklich gleich gross und alle Belehrungen aus Nebenumständen z. B. der Convergenz der Strahlen ausgeschlossen sind. (Letzteres ist bei Anwendung electrischer Funken nicht der Fall.) Die nun allein übrig bleibenden Wettstreitsmerkmale liefern bei Nr. 1 und 2 keinen, bei Nr. 3 nur unsichere Mittel für die verlangte Unterscheidung. Und auch bei denen, welche im Ganzen sicher unterscheiden, kommen, wie gesagt, einzelne Irrthümer vor, ein Beweis mehr, dass die Kennzeichen keine absolut sicheren sein können.

Das Blendungsmerkmal.

Ein Umstand war mir bisher entgangen, weil ich von daher überhaupt kein Einwirken von Bedeutung erwartet hatte.

Stellt man den seitlich-stereoscopischen Versuch mit electrischen Funken an, so dass (Fig. 2) V fixirt wird, und die Funken bald bei M, bald bei N überschlagen,

so sendet der nähere Funke N viel mehr Licht in die Augen hinein, als der bei M. Ausserdem erscheint der fernere Punkt unter bedeutend kleinerem Gesichtswinkel als der nähere, in Folge dessen sind auch die Halbbilder im Horopter in entsprechender Weise verschieden gross. Wenn nun, wie dies bei Anwendung electrischer Funken geschieht, z. B. auch bei dem Donders'schen Apparate, mit stets wenigstens annähernd gleich starken Funken experimentirt wird, so genügen nach einigen wenigen Versuchen, diese beiden Momente, nämlich die verschiedene Grösse und Helligkeit, allein zu einer richtigen Beurtheilung der Lage des Funkens. Der Act bleibt unbewusst. Hierauf wurde ich aufmerksam bei dem ersten Versuch mit dem etwas veränderten Apparat II. Aus Versehen, weil mir die alte Handhabung noch geläufig war, machte ich einige eigentlich nicht gewollte Einstellungen, die ich dann später der Resultate wegen absichtlich wiederholte. Das Schwierige bei dem Apparat II. ist, die vier Halbbilder bei Y und Z gleich hell und gleich gross zu machen. Es geschieht dies durch Diaphragmen vor den Linsen, durch Vergrösserung oder Verkleinerung der Oeffnungen A B C D oder Vermehrung beziehentlich Verminderung der Papierlagen vor denselben. Das war bei dem neuen Apparat noch nicht erreicht, vielmehr die von A und D herrührenden Halbbilder erheblich heller. Wenn A B C D sämmtlich objectiv gleich hell sind, so erscheint natürlich N viel heller als M. Die Versuchsperson war Nr. 10 oben. Anfänglich war nur der Einbildversuch beabsichtigt, mit seitlicher Lage der Halbbilder. Es wurde V fixirt (Figur 2). Dann ergab der seitlich - stereoscopische Versuch:

A D Vorn
 B C Hinten
 B C Hinten
 B C Hinten

A D Vorn
 A D Vorn
 B C Hinten
 B C Hinten
 A D Vorn.

Nun wurde bald A D (beide Oeffnungen!) stark verdunkelt, bald B C stark erhellt.

A D dunkel! Hinten
 A D hell Vorn
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 A D hell Vorn
 B C hell! Vorn
 B C dunkel Hinten
 B C dunkel Hinten
 B C hell! Vorn
 A D hell Vorn
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 A D dunkel! Hinten
 B C hell! Vorn
 B C hell! Vorn
 B C dunkel Hinten
 B C dunkel Hinten
 B C hell! Vorn
 A D hell Vorn
 A D hell Vorn
 A D hell Vorn
 A D dunkel! Hinten
 A D hell Vorn
 A D dunkel! Hinten
 B C dunkel Hinten
 B C hell! Vorn.

Die vorstehende Versuchsreihe, welche ganz genau aufgezeichnet ist, war für mich sehr überraschend. Sie bewies, dass auch viel einfachere Momente, als ich glaubte erwarten zu müssen, die ich längst als aus-

geschlossen betrachtete, von Einfluss sind. Bei den Experimenten mit electrischen Funken waren dieselben übersehen worden, weil die Funken im Wesentlichen stets gleich stark bleiben. Geringe Unterschiede können wegen der grossen absoluten Helligkeit der electrischen Funken nicht bemerkt werden. Die vorstehende Versuchsreihe ist in ihren Angaben so übereinstimmend, ohne eine einzige Abweichung, dass kein Zweifel übrig bleibt. Bei Nr. 13 wurde eine gleiche Versuchsreihe mit demselben Erfolg angestellt. (Siehe unten S. 74.)

Es trat wieder die Aufforderung zu einer neuen Abschweifung heran, um dieses Ergebniss zu sichern. Namentlich war dasselbe auch bezüglich des centralstereoscopischen Versuchs zu erproben. Ohne Erfolg wurde dies versucht bei Nr. 2, 6 und 8, mit Erfolg bei Nr. 7, 10 und 13, endlich allerdings nur zwei Mal mit Erfolg bei Nr. 11.*)

Nr. 7. Central.		A D dunkel Vorn?	
B C	Hinten	3 Mal	
A D dunkel	Hinten!	B C	Hinten
B C	Hinten	B C	Hinten
A D hell	Vorn	B C hell	Vorn!
A D hell	Vorn		
A D dunkel	Hinten!	Nr. 10. Central.	
A D hell	Vorn	(Fig. 2).	
A D dunkel	Hinten!	B C dunkel	Hinten
A D hell	Vorn	B C hell	Vorn!
A D hell	Vorn	B C dunkel	Hinten
A D dunkel	Hinten!	B C hell	Vorn!
Nr. 11. Central.		B C dunkel	Hinten
B C	Hinten	B C hell	Vorn!
A D	Vorn	A D	Vorn
A D dunkel	Vorn ×	A D	Hinten—
B C hell	Vorn!	B C	Hinten
A D dunkel	Vorn ×	B C	Hinten
A D	Vorn	B C hell	Hinten ×

*) Gelungene Täuschungen sind durch ein !, nicht gelungene durch ein × markirt.

A D		Vorn	A D	dunkel	Hinten!
A D		Vorn	A D		Vorn
A D	dunkel	Hinten!	Central		
B C		Hinten	A D		Vorn
B C	hell	Vorn!	A D	dunkel	Hinten!
A D		Vorn	A D		Vorn
B C		Hinten	A D		Vorn
B C	hell	Hinten ×	A D		Vorn
B C		Hinten	A D	dunkel	Hinten!
B C	hell	Hinten ×	A D		Vorn
Nr. 13.			B C		Hinten
Seitlich			B C	hell	Hinten ×
A D		Vorn	B C		Hinten
A D	dunkel	Hinten!	B C	hell	Vorn!
A D		Vorn	B C		Hinten
A D	dunkel	Hinten!	B C	hell	Vorn!
A D		Vorn	B C		Hinten
A D		Vorn	B C	hell	Vorn!

Das Resultat lautet wie folgt:

Werden beiden Augen in fortlaufender Reihe stets annähernd gleich starke, bald näher, bald ferner liegende Funken geboten, so genügt die grosse Differenz der Helligkeit (umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernungen) und der Grösse der Funken sowie der Halbbilder im Hopter allein zur Entscheidung zwischen Vorn und Hinten. Die bisher mit electrischen Funken angestellten Versuche sind daher nach dieser Richtung hin nicht beweisend, weil die Funken immer annähernd objectiv gleich hell und gleich gross sind. Durch Umkehrung der objectiven Helligkeitsverhältnisse während einer fortlaufenden Versuchsreihe lassen sich pseudoskopische Täuschungen erzielen: B C sehr hell gemacht, wird auf einen vorderen, A D stark verdunkelt, auf einen fernerer Leuchtpunkt bezogen. Dies gelingt sowohl bei centraler als seitlicher Fixation. Der Erfolg beruht auf

einer Vergleichung des augenblicklichen Eindrucks mit dem in der Erinnerung gebliebenen des vorausgegangenen Funkens.

Der Einfluss dieses Momentes, nennen wir dasselbe das Blendungsmerkmal, erweist sich so mächtig, dass dadurch nicht allein die Wettstreitsmerkmale übertönt werden, sondern sogar die Erregbarkeitsmerkmale. Auf diesen Punkt kommen wir noch einmal zurück.

Das Endergebniss ist aber wiederum, dass die für das stereoscopische Sehen so wichtige Unterscheidung zwischen den Eindrücken identischer Stellen, keine sichere, nicht misszuverstehende, sondern im Gegentheil eine schwankende ist und auf einer ganzen Reihe von Merkmalen beruht, die sich in praxi untereinander stets ergänzen, die sich aber auch gegenseitig übertönen und aufheben können.

Nun fordert die Frage eine nochmalige Erwägung, ob wir der aus den Verhältnissen des Wettstreits abgeleiteten Wettstreitsmerkmale wirklich bedürfen, ob für dieselben ein Feld übrig bleibt, auf welchem sie berufen sind, einzig und allein die Entscheidung zu geben.

Sind sie zunächst durch den Ausfall des Einbildversuchs nothwendig geworden? Wir schwankten dazwischen, ob die positiv richtigen Antworten den Wettstreitsmerkmalen oder dem Erleuchtungsgefühl in dem betroffenen Auge zuzuschreiben seien. Wir schritten zum Einbildversuch unter Bestrahlung beider Augen mit dem Apparat Fig. 1, bei welchem das Blendungsmerkmal keinen Einfluss ausüben kann, da die Leuchtbilder wirklich im Horopter liegen. Durch dieses Verfahren wurde bei Nr. 10 die Entscheidung sehr unsicher, was für die Wirksamkeit des Erleuchtungsgefühles sprach, blieb aber sicher bei Nr. 11. Dies neigte die Schale wieder zu Gunsten der Wettstreitsmerkmale. Doch war der Versuch nicht ganz gleich für beide Augen, da das eine

Auge doppelt bestrahlt wurde. Wir mussten also bezüglich des Einbildversuchs die Frage, ob Wettstreitsmerkmal oder Erleuchtungsgefühl vorläufig unentschieden lassen, obgleich immerhin schon durch den Versuch bei Nr. 11 sehr wahrscheinlich geworden ist, dass ausser Erleuchtungsgefühlen auch noch die Wettstreitsmerkmale vorhanden sind. Den central - stereoscopischen Versuch hatten wir zuerst als durch die Versuche mit electrischen Funken entschieden betrachtet. Danach wären die Wettstreitsmerkmale unbedingt nothwendig gewesen. Jene Annahme hat sich als irrig erwiesen, es war bei den Versuchen mit electrischen Funken ein Moment nicht ausgeschlossen worden. Dieses, das Blendungsmerkmal, genügte unter gewissen Umständen, die bei den electrischen Versuchen stets gegeben waren, nämlich eine Folge gleicher Funken — zur Unterscheidung. Da somit auch hier die Wirksamkeit der Wettstreitsmerkmale zweifelhaft geworden, so waren central - stereoskopische Versuche wünschenswerth, bei welchen das von N und M aus in die Augen gelangende Lichtquantum vollständig gleich war.

Solche haben wir schon in den anfangs mitgetheilten, mit dem Apparat Fig. 1 angestellten, vor uns. Bei diesem sind die bei Y und Z liegenden Halbbilder gleich hell und gleich gross. Die Convergenz der Strahlen fand im Horopter statt. Bei den Versuchspersonen, ausgenommen Nr. 1, 2 und 3, kamen nur vereinzelte Irrthümer vor. Hier konnte sich die Unterscheidung nur auf die Wettstreitsmerkmale stützen. Das Vorhandensein derselben ist mithin nothwendig. Das Beleuchtungsgefühl kann bei gleichmässiger Bestrahlung beider Augen selbstverständlich nichts zur Entscheidung beitragen.

Werfen wir einen kurzen Rückblick auf den zurückgelegten Weg, der ein ziemlich gewundener geworden

ist, weil unsichere Partien uns zu manchem Umwege nöthigten. Beim gewöhnlichen Sehen in praxi ist unstrittig das Bewegen der Augen von wesentlichem Einfluss auf die Beurtheilung der Tiefe. Aus dem Umstande, dass die Lage einer Reihe aufeinander folgender Funken richtig erkannt wurde, war mit Recht gefolgert worden, dass Bewegung der Augen jedoch nicht *conditio sine qua non* sei.

Unrichtig war die Annahme: bei den Versuchen mit den electrischen Funken seien nun alle Nebenmomente ausgeschlossen, und sei die Möglichkeit der Unterscheidung auf die temporale oder nasale Lage der Netzhaut-eindrücke zurückgeführt.

Meine Versuche zeigen, dass die subjektiv verschiedene Helligkeit naher und ferner Funken, welche zeitlich aufeinander folgen, sobald die objektive Helligkeit derselben stets annähernd gleich bleibt, ein genügender Anhaltspunkt ist und der Psyche als solcher dient. Durch geeignete Massnahmen lassen sich, gestützt hierauf, sogar pseudoskopische Täuschungen erzielen. Ist auch dieser Anhaltspunkt ausgeschlossen, bei den Versuchen mit Apparat Fig. 1, und ausserdem die Möglichkeit, die Verschiedenheit der Zerstreuungskreise als Kennzeichen zu benutzen, so wird das Resultat bei einzelnen mit sonst ganz gutem binocularen Sehact ausgerüsteten Individuen unsicher, bei anderen bleibt die Unterscheidung noch mehr oder weniger vollständig sicher.

Hier kann es sich nur noch um alleinige Thätigkeit der Wettstreitsmerkmale handeln, deren schwankender Charakter aus der dargelegten individuellen Verschiedenheit, aus der Möglichkeit des Uebertöntwerdens und aus dem Ausfall des Einbildversuchs hervorgeht.

Ein Einfluss von Augenbewegungen während der Dauer des Nachbildes auf die Unterscheidung ist wohl nicht anzunehmen.

Anfangs glaubte ich einen solchen aufgefunden zu haben, muss dies jetzt aber als einen Irrthum betrachten. Die Nachbilder scheinen sich allerdings auch verschieden zu verhalten, je nachdem sie auf der temporalen oder nasalen Netzhaut liegen, doch hat dies nichts mit der Bewegung zu schaffen. Dagegen ist es nothwendig, die Aufmerksamkeit auf folgenden Punkt hinzulenken.

Verkürzte ich die Dauer der Funken sehr bedeutend, so wurde bei mehreren Personen die Unterscheidung, ob Vorn oder Hinten unsicher, der Betreffende sagte, „der Funke sei von zu kurzer Dauer, es sei unmöglich, über seine Lage zu urtheilen“; indessen kann diese Unsicherheit auch daher rühren, dass der Funke überhaupt keinen deutlichen Eindruck mehr machte.

Um die Menge von Einzelheiten nicht zu sehr zu häufen, habe ich die Verschiedenheit der Zerstreuungskreise und das Blendungsmerkmal nicht streng auseinander gehalten.

Seitlich-pseudoskopischer Versuch,

Derselbe war, wie S. 47, II. Aufsatz mitgetheilt, bei sieben Personen von neun in der Weise gelungen, dass 2 Halbbilder statt richtig auf einen näheren, irrthümlich auf einen fernerer Punkt bezogen wurden, sobald das dem gleichseitigen Auge angehörige Halbbild erheblich verdunkelt wurde, gegenüber dem des entgegengesetzten.

Umgekehrt war es noch nicht geglückt, einen näheren Punkt vorzutäuschen, wo die Halbbilder thatsächlich einem fernerer angehörten.

Wir hatten angenommen, dass die Wettstreitsmerkmale durch die Erregbarkeitsmerkmale übertönt würden, in folgender Weise.

Es wird V Fig. 2 fixirt. Wir sind gewohnt, von einem Punkte N zwei solche Halbbilder zu sehen, dass

Y viel heller ist als Z. Erscheint umgekehrt Z heller als Y, so werden wir über die Zugehörigkeit getäuscht. Die wenig ausgesprochenen Wettstreitsmerkmale vermögen die Täuschung nicht zu verhindern.

Ich theile jetzt eine Anzahl von Versuchsreihen mit; die Versuchspersonen sind die obigen; keine derselben war schon bei den gleichen Versuchen meines II. Aufsatzes benutzt worden.

Nr. 10.

Seitlich-pseudoskopischer Versuch.

Fixirpunkt links bei V.

B C	Hinten	A D	Vorn
B C	Hinten	A h D d	Vorn ×
B C	Hinten	A D	Vorn
B C	Hinten	A h D d	Hinten!
A D	Vorn	A D	Vorn
A D	Vorn	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d	Hinten!
A D	Vorn	A D	Vorn
A h D d	Hinten!	A h D d	Hinten!
A D	Vorn	A D	Vorn
A h D d	Hinten!	B C	Hinten
B C	Hinten	B C	Hinten
B C	Hinten	B h C d	Hinten ×
A h D d	Hinten!	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d	Vorn ×
A h D d	Hinten!	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d	Hinten!
B h C d	Vorn!	B C	Hinten
B C	Hinten	A D	Vorn
B C	Hinten	B C	Hinten
B h C d	Vorn!	B h C d	Hinten ×
B C	Hinten	(d = dunkel.)	
B h C d	Vorn!	(h = hell.)	

Nr. 10.

Fixirpunkt rechts bei X.

A D	Hinten—	B C	Hinten
A D	Vorn	B h C d	Hinten ×
A D	Vorn	A D	Vorn
A h D d	Hinten!	A D	Hinten—

A D	Vorn	Ah Dd	Hinten!
B C	Hinten	B C	Hinten
Bh Cd	Hinten ×	Bh Cd	Vorn!
Bh Cd	Vorn!	B C	Hinten
B C	Hinten	Bh Cd	Hinten ×
A D	Vorn	B C	Hinten
A D	Vorn	Bh Cd	Vorn!

Nr. 1.

Seitlich stereo- und pseudoskopischer Versuch.

Der Leuchtpunkt liegt in Wirklichkeit vor dem Fixationspunkt.

Gleichs. B.	Entg. B.	Antwort.
—	gleich —	Vorn
dunkel!	hell!	Hinten!
—	gleich —	Vorn
dunkel!	hell!	Vorn ×
—	gleich —	Vorn
dunkel!	hell!	Hinten!
—	gleich —	eine Linie
—	„ —	Vorn
—	„ —	eine Linie
—	„ —	eine Linie
dunkel!	hell!	Hinten!
—	gleich —	Vorn
—	„ —	Vorn
—	„ —	Vorn
dunkel!	hell!	Hinten!
—	gleich —	Vorn
—	„ —	eine Linie
dunkel!	hell!	eine Linie
„	gleich —	Vorn
dunkel!	hell!	Hinten!

Der Leuchtpunkt taucht hinten auf.

Gleichs. B.	Entg. B.	Antwort.
—	gleich	Hinten
„	„	Hinten
dunkel!	hell!	Hinten ×
—	gleich	Hinten
dunkel!	hell!	Vorn!
—	gleich	Hinten
dunkel!	hell	Hinten ×
dunkel!	hell	Hinten ×
—	gleich	Hinten

Nr. 13. S.

Seitlich stereo-pseudoskopischer Versuch.

a.		A D	Vorn
B C	Hinten	B C	Hinten
A D	Vorn	A D	Vorn
A D	Vorn	D	Hinten

B C	Hinten	A D	Vorn
A D	Vorn		b.
D	Hinten	A D	Vorn
A D	Vorn	A	Hinten
A	Hinten	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d!	Vorn ×
A	Hinten	A D	Vorn
A h D d	Hinten!	A h D d!	Hinten!
A D	Vorn	B C	Hinten
A h D d	Hinten!	A	Hinten
D	Hinten	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d!	Hinten
A h D d	Hinten!	A	Hinten
A D	Vorn	B	Hinten
D	Hinten	D	Hinten
A	Hinten		

Nr. 12. Gl.

B C	Hinten	B C	Hinten
A D	Vorn	A D	Vorn
A h D d	i. d. Linie! ($\frac{1}{2}$)	A D	Vorn
A D	Vorn	A h D d	Hinten!
A D	Vorn	A D	Vorn
A h D d	Hinten!	A h D d	Vorn ×
B C	Hinten	A D	Vorn
B h C d	i. d. Linie! ($\frac{1}{2}$)	A h D d	Hinten!
B C	Hinten	A D	Vorn
B h C d	Hinten ×	A h D d	i. d. Linie! ($\frac{1}{2}$)
B d C d	Hinten ×	A D	Vorn
B h C d	Hinten ×	A h D d	Hinten!

Nr. 2. F.

Seitlich stereo-pseudoskopischer Versuch.

B C	Hinten	A h D d	Hinten!
B h C d	Hinten ×	B C	Hinten
A D	Vorn	B h C d	Hinten ×
A h D d	Vorn ×	B C	Hinten
A D	Vorn	B h C d	Hinten ×
A h D d	? ($\frac{1}{2}$ Erfolg)	A D	Vorn
A D	Vorn	A	Hinten
A h D d	Vorn ×	A D	Vorn

Ah Dd Vorn ×	D!	Hinten
A D Vorn	D!	Hinten
Ah Dd Hinten!	D!	Hinten
A Hinten	B!	Hinten
A D Vorn	B!	Hinten
Ah Dd Hinten!	B!	Hinten
B C Hinten	C!	Hinten
Bh Cd Hinten ×	A!	Hinten
B C Hinten		

Aus den Reihen geht hervor, dass es mit ziemlicher Sicherheit gelingt, einen fernerer Leuchtpunkt statt eines näheren vorzutauschen, dagegen bei Weitem nicht so regelmässig das Umgekehrte. Bei manchen Personen ist dies sogar ganz unmöglich.

Dahinter ist ein besonderer Grund zu vermuthen, um so mehr, als fast immer, sobald eine Versuchsperson beim central-stereoskopischen Versuch einen Irrthum begeht, dieser darin besteht, dass der in Wirklichkeit nähere Punkt ferner gesehen wird, nicht umgekehrt. Es scheint einer völligen Uebereinstimmung aller Momente zu bedürfen, damit ein Punkt nach vorn versetzt werde und die Psyche viel geneigter zu sein, einen solchen in der Ferne zu vermuthen.

Vielleicht wäre in dieser Hinsicht auch die Grösse der Zerstreuungskreise von Bedeutung. Bekanntlich nimmt dieselbe diesseits des Fixationspunktes in stärkerer Progression zu als jenseits bei gleichen Abständen. Die Psyche würde somit einen sehr grossen Zerstreuungskreis erwarten, wenn sie sich bewogen fühlen soll, den Punkt in die Nähe zu versetzen. Indessen ist dies gewiss nicht die Hauptsache, wie die central-stereoskopischen Versuche mit Apparat I. beweisen. Der wahre Grund wird wohl der sein, dass die Psyche lieber in die Ferne versetzt, in die Nähe nur dann, wenn sie zwei Bilder bekommt, die beide hell sind, doch so, dass das centralere viel

intensiver ist, — und wenn diese Bilder verwaschen in grossen Zersteuerungskreisen erscheinen.

Ein einzelnes, nicht zu nahe dem Centrum gelegenes Halbbild wird stets in grösserer Entfernung hinter den Fixationspunkt verlegt, wenn die Fragestellung Vorn oder Hinten lautet. Dies steht nicht im Widerspruch mit meiner Theorie. Die Erklärung ist folgende: Die Augen L und R fixiren V Fig. 2. Es taucht ein Halbbild Z auf, bald in der Richtung R Z C, bald in der Richtung L Z A. In welcher dieser Richtungen dasselbe jedesmal liegt, können die meisten überhaupt nicht, sehr wenige sicher unterscheiden. Wir sind nun gewohnt, von jedem Objecte zwei Eindrücke zu erhalten, von denen der intensivere dem gleichseitigen Auge angehört. Wenn wir nun aufgefordert werden zu entscheiden, ob das eine vorhandene Halbbild (die Versuchsperson weiss jedoch nicht, ob ein oder zwei Halbbilder vorhanden sein werden) auf einen fernerer oder näheren Funken zu beziehen sei, so betrachten wir es stets als das dem gleichseitigen Auge angehörige Bild eines fernen Funkens, dessen dem entgegengesetzten Auge angehörige Bild sehr undeutlich ist, und im Wettstreit nicht zu genügender Beachtung gelangte, oder hinter dem Fixirpunkte liegt. Ausserdem ist die Psyche geneigter das Object in grössere Ferne zu versetzen. So wird also das in der Richtung R Z C gesehene Bild Z auf einen fernerer Funken bezogen. Ebenso wenn das Bild von A herrührt. Letzteres ist eine Variante des seitlich pseudoskopischen Versuchs, das Bild Y ist vollständig verdunkelt worden. Lässt man auch in der Richtung D Y R Licht eintreten und macht dieses Bild Y allmählich mit jedem Male etwas heller, so werden anfangs beide Bilder noch auf einen fernerer Funken bezogen, dann kommt ein Moment, wo der Eindruck D Y R so hell ist, heller als Z, dass er die Psyche veranlasst, den Funken nach N zu versetzen.

Im Ganzen sind also folgende Momente bei der binocularen Tiefenwahrnehmung thätig:

1. Bewegung bei Dauer des Bildes.
2. Blendungsmerkmal.
3. Erregbarkeitsmerkmal.
4. Accommodationsmerkmal.
5. Raddrehungsmerkmal.
6. Wettstreitsmerkmal.

Von diesen lässt sich Nr. 6 gar nicht beseitigen und muss mithin bei auf Täuschung berechneten Experimenten übertönt werden, was, wie wir sahen, häufig gelingt, aber auch öfter missglückt. Ersteres Ergebniss ist selbstverständlich in diesem Falle von grösserem Gewicht. Endlich wird vielleicht noch hinzuzufügen sein:

Nr. 7. Verhältnissmerkmal.

Andeutungen bezüglich desselben sind schon an manchen Stellen gefallen. Eine ausführliche Behandlung desselben kann ich auch jetzt noch nicht versuchen.

Ich verstehe darunter das Verhältniss der Intensität des Eindrucks oder der Erregbarkeit der Netzhautstelle zu der Schärfe der Conturen oder der Sehschärfe der Netzhautstelle. Dieses Verhältniss ist für zwei correspondirende Stellen wahrscheinlich nicht dasselbe, da die Sehschärfe auf der temporalen Netzhaut nicht so schnell abzunehmen scheint wie die Erregbarkeit, so dass der temporale Eindruck relativ deutliche Conturen bei geringerer Intensität resp. Helligkeit des Eindrucks haben würde.

Das Verhältniss zur Theorie Herings.

Um das Verständniss meiner Ansichten zu erleichtern, halte ich es für zweckmässig, das Verhältniss, in welchem dieselben zu der Theorie Hering's und

Stumpf's stehen, zu erörtern, wie dies in Bezug auf die empiristische und Localzeichen - Theorie schon im Laufe der Darstellung geschehen ist. Stumpf giebt gewissermassen die Theorie Hering's ins Geometrische übertragen. Nach Hering würde die Unterscheidung

Fig. 3.

zwischen M und N so zu Stande kommen: Es wird F fixirt (Fig. 3). Die Halbbilder von N liegen auf der temporalen Netzhaut, haben negatives Tiefengefühl und erscheinen vor der Kernfläche, also etwa in d und g, die von M auf nasaler Netzhaut mit positivem Tiefengefühl hinter der Kernfläche in a und b. Die Halbbilder von M liegen in a und b, die von N in d und g, also gar nicht an denselben Raumstellen. Monocular kann eine Linie an der Raumstelle Y F Z gar nicht gesehen werden, sondern nur in der Lage d F b oder a F g. Ein Leuchtpunkt Y, welcher auch identische Stellen fällt, erscheint nach Hering und Stumpf dem rechten Auge etwa bei d, dem linken bei a, also eigentlich doppelt an verschiedenen Stellen im Raum. Thatsächlich werden sie aber niemals gesondert gesehen, was auch Hering annimmt. Dieser Widerspruch tritt bei Hering nicht hervor, weil er nicht geometrisch construirt, sondern den Eindruck erst nach aussen versetzen lässt, nachdem gleichsam algebraisch die Gleichung zwischen den entgegengesetzten Tiefengefühlen der identischen Stellen ausgerechnet ist. Stumpf giebt die Theorie in geometrischer Form und ist in Folge davon nicht im Stande, den obigen Widerspruch weder zu lösen noch zu verdecken. Er giebt zu bedenken, dass der Unterschied in der Richtung der Punkte nur sehr gering ist, derselbe Unterschied soll ja aber genügen für die Entscheidung: Vorn oder Hinten. Wenn er dann die Differenz der Lage und das daraus abzuleitende Doppelsehen zu beseitigen sucht, indem er annimmt, die Identität der Netzhautstellen sei keine vollkommene, so wird durch diese selbe Annahme auch die Bedeutung der Lage von a und d bezüglich der Unterscheidung, ob vorn oder hinten, verringert.

Das Experimentum crucis seiner Theorie ist dasjenige, welches Hering angegeben hat zur Bestätigung

der von dieser Theorie geforderten entgegengesetzten Tiefenlocalisation der Trugbilder einseitiger Doppelbilder. Hält man eine Stecknadel nahe vor das Gesicht und fixirt sie symmetrisch, hält ferner einen feinen schwarzen Draht ein wenig nach links von der linken Gesichtslinie, aber näher als die fixirte Stecknadel, so soll man, wenn man ganz fest fixirt, das dem linken Auge angehörige Trugbild hinter der fixirten Nadel, das dem rechten angehörige vor derselben sehen. Die geringsten Blickschwankungen oder störende Einwirkung des Wettstreits auf das erstere Trugbild lassen es nach Hering jedoch auch leicht vor die Kernfläche treten.

Helmholtz hat bekanntlich dies nicht bestätigen können. Ihm schien der Versuch so schwankend in den Resultaten, dass er denselben nicht als geeignet zur Grundlage für eine Theorie betrachtet. Auch ich bin nicht im Stande gewesen, das von Hering Geforderte zu sehen. Stumpf bestätigt dagegen Hering's Ansicht. Indessen muss der Wortlaut seiner Beschreibung einer Variation jenes Versuchs Zweifel erregen. Stumpf sagt (Ueber den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung, Leipzig 1873, S. 239): „Recht auffallend giebt sich die Lage der Doppelbilder zu erkennen, wenn beide Bleistifte oder Nadeln in gleicher Entfernung von einander gehalten und zwischen ihnen hindurch ein tiefer gelegener dritter Punkt fixirt wird. Dann zeigen sich vier Doppelbilder, von denen die zwei mittleren (die man durch passende Convergenz auch vereinigen kann), tiefer liegen als die zwei äusseren.“ Gewiss thun sie das, schon weil sie im Horopter liegen, aber nach Hering sollen sie tiefer als der Fixationspunkt liegen, darauf kommt es an und davon sagt Stumpf nichts.

Das Hering'sche Experiment ist, wie auch ich sagen muss, so schwankend, dass sich über die Theorie noch lange streiten liesse, wenn wir auf dasselbe allein

angewiesen wären. Auch dasjenige Hering'sche Experiment kann ich nicht bestätigen, nach welchem eine Nadel, welche dicht hinter dem Fixirpunkt in einer horizontalen Geraden parallel dem Gesicht bewegt wird, scheinbar eine krumme, nach dem Gesicht hin convexe Bahn beschreiben soll. Auch bei anderen Personen fand ich das Gegentheil.

Hieran schliesst sich folgendes Experiment:

Die Augen L R (Distanz 63 Mm.) fixiren F Fig. 3. Die Zahlen bezeichnen schmale Papierstreifen, welche senkrecht zur Ebene des Papiers befestigt sind. Ihre Sammelbilder erscheinen in Y F Z V nicht in der Kernfläche. Man kann sich deutlich von der Concavität der Linie Y F Z überzeugen. Man kann die Streifen 1, 2, 3, 4, 5, 6 auch an einer in 12 Fuss Entfernung befindlichen Tafel befestigen.

Mit meinem Apparate lässt sich nun eine directe Probe hinsichtlich der Localisation der Trugbilder und der Triftigkeit der Hering'schen Behauptung anstellen.

Die Linie Y F Z kann nach Hering's Theorie in dieser Lage nur binocular gesehen werden, dem rechten Auge allein müsste sie etwa in d F b, dem linken in a F g erscheinen. Die Linie müsste also bald nach rechts, bald nach links schwenken, sobald man sie monocular betrachtet. Auch wäre es bei Fixation von F absolut unmöglich, jedem Auge einzeln einen Leuchtpunkt an gleicher Stelle in Y auftauchen zu lassen,

Die Versuche mit Apparat I. Fig. 1, bei welchen alle Nebmomente ausgeschlossen sind (beiläufig gesagt auch die Beleuchtung des festen Funkens durch den auftauchenden. Stumpf, S. 234) lehrt nun gerade das Gegentheil. Von D und B wurde ein Bild genau in Y, von C und A genau in Z entworfen. Die Bilder erschienen genau an derselben Stelle, mochte

man sie binocular oder monocular betrachten, von einer Rechts- oder Linksschwenkung war nichts zu merken. Dies war nicht nur bei mir der Fall, sondern bei allen Versuchspersonen. Allen erschienen die Leuchtpunkte Y und Z immer an derselben Stelle und in gleicher Grösse, mochten dieselben beiden oder nur dem rechten oder linken Auge sichtbar sein. Waren einmal die horizontalen Meridiane nicht in der Visirebene, in Folge fehlerhafter Kopfhaltung, so wurde die Drehung um die Gesichtslinie stets bemerkt. Diejenigen der Versuchspersonen, welche beim central-stereoskopischen Versuche Apparat Fig. 1 Doppelbilder wahrnehmen, sehen dieselben entweder in einer Linie wie Nr. 1 oder hinten wie Nr. 2, niemals vorn, was doch zu erwarten wäre, da die von A D herrührenden nach Hering negatives Tiefengefühl haben würden. Da alle Beeinflussung bei diesen Apparaten ausgeschlossen ist, so sollte sich hier die wahre Lage der Bilder unverfälscht kundgeben. Wie ist zu erklären, dass einzelne wie Nr. 1 und besonders Nr. 2 bei Apparat Fig. 1 den central-stereoskopischen Versuch nicht richtig ausführen können, während sie bei Apparat II. Fig. 2 dieselben Fragen richtig beantworten? Zu vergleichen sind namentlich Nr. 2, Reihe a und Reihe c. Das Tiefengefühl bleibt bei Apparat Fig. 1 und dem Fig. 2 genau dasselbe; trotzdem sehen Nr. 1 und 2 bei dem einen Apparat stereoskopisch, bei dem andern nicht. Beim Einbildversuch habe ich jedes Mal die Versuchspersonen gefragt, ob die Punkte auch stets genau auf derselben Stelle auftauchten. Die Frage wurde immer bejaht und diejenigen, welche die Zugehörigkeit richtig beurtheilten, sagten, aus der Lage des Punktes könnten sie nichts entnehmen, da es immer dieselbe sei, sie fühlten, in welches Auge das Licht gelange. Wenn man weiss, dass das Bild des entgegengesetzten Auges

stets näher, das des gleichseitigen stets ferner als der Fixirpunkt liegen soll, so müsste man, falls dies wirklich so wäre, gestützt hierauf erkennen können, mit welchem Auge man den Leuchtpunkt sieht. Mir selbst war dies aber nicht möglich, weil die Leuchtpunkte immer an derselben Stelle neben dem Fixationspunkte sich befanden.

Dann habe ich auch den Einbildversuch abgeändert, indem ich statt zu fragen: mit welchem Auge gesehen wurde, als Antwort die Angabe verlangte, ob das eine Halbbild näher oder ferner als der Fixirpunkt liege. Die Antwort war niemals: vor demselben — sondern entweder in einer Linie — Nr. 13 bei Fixation von F — oder: ferner, Nr. 13 bei Fixation von V (im Anschlusse an den seitlich-pseudoskopischen Versuch, ohne dass der Versuchsperson gesagt war, ob ein oder zwei Halbbilder auftauchen würden). Dies geschah selbst, wenn der Apparat Fig. 2 benutzt wurde, wo die Bilder doch thatsächlich bald vorn, bald hinten liegen, somit das Blendungsmerkmal Beihülfe leisten könnten.

Z. B. Versuchsperson Nr. 2.

A	Hinten	B	Hinten
A	Hinten	B	Hinten
D	Hinten	C	Hinten
D	Hinten	A	Hinten
D	Hinten	u. s. w.	
B	Hinten		

Diese Versuche wurden im Anschluss an den seitlich-pseudoskopischen angestellt.

Nr. 13.				2. Reihe mit Apparat II.,	
Seitliche Fixation.				wo doch thatsächlich	
A D stets vorn.				A und D vorn liegen.	
D	Hinten	D	Hinten	A	Hinten
D	Hinten	D	Hinten	A	Hinten
A	Hinten	A	Hinten	B	Hinten
u. s. w.				D	Hinten
				u. s. w.	

Bei Nr. 13 wurde auch folgender Versuch angestellt. Die Frage war, in welcher Lage Y F Z erschienen, ob in Y F Z oder d F b oder a F g, je nachdem die drei Punkte nur vom rechten oder nur vom linken Auge gesehen wurden.

Die Antwort war bei:

A B C D:	parallel	dem Gesicht,	2. Reihe mit Apparat II.
A B:	„	„	wo A und D weit vorn
C D:	„	„	lagen.
C D:	„	„	b. A B parallel d. G.
C D:	„	„	A B
A B:	„	„	C D
C D:	„	„	C D
u. s. w.			A B

Die Leuchtpunkte liegen also unter allen Umständen in Y und Z, von einem Rechts- oder Links Schwenken, wie sie Hering's Theorie fordert, war keine Rede.

Endlich spricht gegen das Tiefengefühl das Gelingen der pseudoskopischen Versuche. Wenn es auch seltener glückte B C vorn erscheinen zu lassen, so glückte es doch unzweifelhaft und A D wurde sehr häufig nach hinten statt nach vorn verlegt.

(Nachtrag zu § 6 des II. Aufsatzes).

Das Accommodationsmerkmal.

Vorläufige Mittheilung über die Anwendung einer neuen Methode.

Auf S. 103 des II. Aufsatzes habe ich subjective Untersuchungen über die Lage der Brennpunkte in Beziehung zur Netzhaut, bei seitlichem Einfall der Strahlen, für accommodirtes und accommodationsloses Auge als wünschenswerth bezeichnet.

Trotz mehrfacher Versuche ist es mir nicht gelungen, ein verlässliches Resultat auf diese Weise zu erlangen. Ich habe daher nach einer objectiven Methode für denselben Zweck gesucht, und dieselbe in der Anwendung

von Schatten gefunden, welche mittelst des Augenspiegels auf die Retina geworfen werden.

Der Apparat ist ähnlich den schon von anderer Seite beschriebenen, unterscheidet sich von denselben aber durch grössere Handlichkeit.

Auf der Lampe ist ein Kasten angebracht $26 \times 18 \times 6$ Cm.) Derselbe lässt sich mitsammt dem Gestell a a

Fig. 4.

um die (verticale) Achse der Lampe nach rechts und links drehen. Ausserdem kann man den Kasten allein um eine durch m gehende, vom Gestell a a getragene, zur Ebene des Papiers senkrechte, horizontale Axe nach oben und unten drehen, sobald der Haken h ausgehängt ist. Die Flamme befindet sich im Focus der Linse l (10,8 Cm.) Bei allen Bewegungen des Kastens bleibt die Flamme stets in diesem Brennpunkte. Die Schiene s s ist in Centimeter eingetheilt; ein Stück derselben läuft in einer Führung f f, so dass sie verkürzt oder verlängert werden kann, der Kasten sich aber stets gleichmässig zusammen mit jeder Bewegung des Spiegels

und der Schiene mitbewegt; g g sind Schieber, welche Drahtgitter tragen. Die Drahtgitter lassen sich beliebig senkrecht oder horizontal stellen. Der Zwischenraum der Drähte ist 3 Mm.

Die Linse l muss bald eine kürzere, bald eine längere Brennweite haben, gewöhnlich zwischen 8,1 und 18,9 Cm., je nach dem Brechzustande des untersuchten Auges, bei Hypermetropen kürzer, bei Myopen länger.

Jedes einzelne Gitter wird so gestellt, dass das Bild auf der Retina am deutlichsten ist. Um es deutlich zu sehen, muss man die Correctionsgläser hinter dem Spiegel entsprechend wechseln. Die Entfernung des Bildes, welches die Linse l vor dem Gitter entwirft,

von l, findet man nach der Formel $x = \frac{a f}{a - f}$, wo f

die Brennweite von l, a die Entfernung des Gitters von der Linse l, ist. Zählt man zu x die Entfernung der Linse vom Spiegel = 3,5 Cm. und des Spiegels vom untersuchten Auge (etwa 3 Cm.) hinzu, so erhält man die Entfernung des Bildes vom untersuchten Auge.

Controliren kann man das Resultat, indem man genau das Correctionsglas hinter dem Spiegel sucht, mit welchem man die Schatten auf der Retina ohne zu accommodiren am deutlichsten sieht.

Auch bei diesem Verfahren sind die Fehlergrenzen keine engen, da eine Verschiebung der Gitter um 1 Cm. schon eine erhebliche Aenderung des Resultats bedingt, indessen genügt es doch, um sich vom Vorhandensein der astigmatischen Brechung und von der Richtung derselben zu überzeugen. Jedenfalls halte ich dieses Verfahren noch für das zuverlässigste.

Der Apparat ist so leicht, dass die Lampe denselben mitsammt dem Spiegel vollständig tragen kann.

Für die Bestimmung der seitlichen Refraction kann man nur atropinisirte Augen benutzen.

	Central.	Seitlich (60°).		Differenz.
		Verticaler Meridian.	Horizontaler	
S. I.	M $\frac{1}{36}$	M $\frac{1}{27}$	M $\frac{1}{10}$	$\frac{1}{16}$
„ II.		M $\frac{1}{24}$	M $\frac{1}{9,3}$	$\frac{1}{15}$
R.	H $\frac{1}{20}$	H $\frac{1}{7}$	H $\frac{1}{12}$	$\frac{1}{17}$
Fr. R. I.	H $\frac{1}{49}$	H $\frac{1}{12}$	M $\frac{1}{16,3}$	$\frac{1}{7}$
„ II.			M $\frac{1}{24}$	$\frac{1}{8}$
Fr. Z.	M $\frac{1}{36}$	H $\frac{1}{12}$	M $\frac{1}{42}$	$\frac{1}{10}$
G.	E.	H $\frac{1}{30}$	M $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{10}$
K. I.	H $\frac{1}{8}$	H $\frac{1}{10}$	H $\frac{1}{26}$	$\frac{1}{16}$
„ II.		H $\frac{1}{11}$	H $\frac{1}{26}$	$\frac{1}{19}$
Gr.	M $\frac{1}{40}$	E $\left(H \frac{1}{150} \right)$	M $\frac{1}{18}$	$\frac{1}{18}$
St. L.	$\left(H \frac{1}{10} \parallel H \frac{1}{7} = \right)$ + 11 + c 15 ax $\parallel$	H $\frac{1}{23}$	H $\frac{1}{23}$	$\frac{1}{23}$
„ R.	$\left(H \frac{1}{13} \parallel H \frac{1}{8} = \right)$	H $\frac{1}{13}$	H $\frac{1}{19}$	$\frac{1}{14}$
J.	E.	H $\frac{1}{140}$	M $\frac{1}{22}$	$\frac{1}{20}$
E. L.	M $\frac{1}{42}$	H $\frac{1}{24}$	M $\frac{1}{40}$	$\frac{1}{15}$
„ R.	M $\frac{1}{60}$	H $\frac{1}{17}$	M $\frac{1}{22}$	$\frac{1}{9,6}$
Frl. S.	H $\frac{1}{50}$	H $\frac{1}{12}$	E.	$\frac{1}{12}$
Gr. L.	H $\frac{1}{17}$	H $\frac{1}{11}$	H $\frac{1}{17}$	$\frac{1}{31}$
„ R.	H $\frac{1}{24}$	H $\frac{1}{20}$	M $\frac{1}{22}$	$\frac{1}{11}$
Mittel:				$\frac{1}{13}$

In der That ist also überall die Brechkraft des horizontalen Meridians bei seitlichem Lichteinfall stärker als

die des verticalen. Interessant ist das linke Auge von Frl. St., welches im Centrum astigmatisch 60° , seitlich dagegen einfach übersichtig ist.

Nachtrag zu § 11 des II. Aufsatzes:

Die identischen Defecte bei Laesion einer Grosshirnhemisphäre und das Chiasma.

Da nachstehende Fälle typische sind, so theile ich dieselben mit;

Fig. 5.

J. Fr. 56 Jahre alt, hatte vor 12 Jahren den ersten Schlaganfall mit linksseitiger Körperlähmung, die sich so ziemlich wieder verlor, — vor 4 Jahren den zweiten mit rechtsseitiger Körperlähmung, Sprachstörung und der Hemianopsie (besser als Hemipie). Letztere blieb, während die anderen Symptome zurückgingen.

Beiders. E. S. 1. Rechter Opticus weisser als der linke. Die punktirten Conturen gehörten dem rechten Auge an. Die Farbengrenzen reichen bis an den Rand der Defecte. Partialatrophie.

K. 32 Jahre alt, seit 6 Jahren syphilitisch, brauchte verschiedene Inunctions- und Pillenkuren, jedoch keine länger als fünf Wochen, ausserdem Aachen. Er bemerkte vor 2 Monaten den Gesichtsfelddefect und bekam gleichzeitig epileptoide Anfälle mit bleibender Unsicherheit in den Gliedern, namentlich dem linken Bein. Die Sprache war nicht gestört. Beiderseits Sehschärfe = 1. Ophth. keine Abnormität. Der Gesichtsfelddefect beschlägt eine identische Partie des binocularen Gesichtsfeldes, die Farben werden bis dicht an die Defectgrenze empfunden. Partialtrophie. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine Intimawucherung derjenigen Arterien im Gebiete der Art. foss. Sylvii, welche die Hirnrinde in der Nähe der Centrafurche versorgen. Darauf weist das Fehlen der Neuritis nervi optici, die Identität des Defectes, das Verhalten der Farbengrenzen und die Höhe der centralen Sehschärfe hin. Nach dreiwöchentlicher Inunctionscur eine geringe Besserung. Grenze, durch Kreuzstriche kenntlich, bei 120°. Identität auch dieses Mal deutlich ausgesprochen.

Im Jahresbericht (Nagel) VI. Jahrgang für 1875, S. 355 hat der Referent über meine „Entgegnung“ Hemipie betreffend, in Klin. Monatsbl. 1875 S. 230 mir den Vorwurf gemacht, meine Angaben ständen unter sich im Widerspruch. Es beruht dies auf einem Irrthum von Seiten des Referenten. Zunächst meint derselbe, ich stellte mich auf den Standpunkt der Partialdurchkreuzung, während es doch in dem betreffenden Aufsatz heisst: „Die Frage in Betreff der Structur des Chiasma's habe ich in meinem Buche vollständig unentschieden gelassen“ und folgende Seite: „sollte sich die

Totaldecussation bestätigen, so habe ich keinen Grund, dieselbe zurückzuweisen," weil das Chiasma nur als eine Commissur anzusehen und „die Frage bezüglich der lateralen Hemipie eine ziemlich selbstständige und von der Structur des Chiasma's unabhängige" ist.

Fig. 6.

Die Hemipie kommt zu Stande „durch Verletzung der Centren oder Leitungsfasern in der Hemisphäre selbst.“

Identische Defecte, d. h. Hemipieen lassen sich nicht durch die Annahme Mandelstamm's er-
v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie, XXIV. 4.

klären, nämlich nicht durch Blutextravasate u. s. w. am seitlichen Chiasmawinkel, wohl aber, auch wenn Totaldecussation besteht, nach meiner Annahme „durch Verletzung der Centren oder Leitungsfasern in der Hemisphäre selbst.“ Hierin liegt durchaus kein Widerspruch. Diese Ansicht habe ich schon in der „Lehre vom Gesichtsfelde“ vertreten. „Allerdings muss eine Semidecussation irgendwo stattfinden, damit die von der betreffenden Hemisphäre ausgehenden Fasern zur gleichnamigen Hälfte beider Retinen gelangen können.“ Dies braucht nicht im Chiasma zu geschehen. Die Commissuren, als solche ist das Chiasma aufzufassen, können unter einander vicariren, wie dies an anderen Stellen bekannt ist. So erklären sich auch die individuellen Abweichungen.

Allgemeine Folgerungen.

Ich halte es jetzt für zweckmässig einige orientirende Bemerkungen über die allgemeinen Fragen folgen zu lassen, weil dadurch das richtige Verständniss des Vorstehenden erleichtert und gesichert wird. Wie S. 87 zweiter Aufsatz gezeigt, befindet sich die Lehre von den Localzeichen nicht im Widerspruch mit meinen Merkmalen; sie können neben einander bestehen. Indessen scheint mir diese Lehre selbst auf keiner festen Grundlage zu ruhen und nicht zu leisten, was von ihr erwartet wird.

Meine Versuche und die abgeleiteten Sätze schliessen die Localzeichen nicht absolut aus, sondern nur insoweit, als sie darthun, dass sich ihre Wirksamkeit allein auf die Unterscheidung differenter und disparater Punkte erstrecken kann, nicht aber auch auf diejenige correspondirender Eindrücke.

Kann überhaupt durch Einführung von Localzeichen etwas gewonnen werden? Unser Bewusstsein besitzt

eine Anzahl von Reihenfolgen sich aufeinander beziehender gleichartiger Einzelempfindungen. Jede Einzelempfindung nimmt in denselben ohne Weiteres einen bestimmten Platz ein, z. B. die empfundene Farbe in der Farbenreihe, der Ton in der Tonreihe. Niemand denkt hier an eine Vermittelung durch Localzeichen, solche glaubt man nur für das Sehen und Tasten einführen zu müssen. Auch die Ton- und Farbenreihe sind räumliche, denn Farben und Töne liegen nebeneinander. Wenn die anzunehmenden Localzeichen keine directe Beziehung zur Raumempfindung haben, sondern nur Unterscheidungsmerkmale, Mit- oder Begleitempfindungen der von den einzelnen Fasern herrührenden Empfindungen sind, so können die Lokalzeichen entweder unter sich gleichartig sein, — sie bilden dann eine Reihe in obigem Sinne, — oder die Localzeichen sind alle unter sich ungleichartig. Ein drittes scheint mir nicht denkbar.

Das Oder lässt sich leicht als unzulässig erweisen. Abgesehen davon, dass wir uns keine Idee von einer solchen Menge verschiedenartiger Empfindungen machen können, würde ein Band, welches die verschiedenartigen Empfindungen verknüpfte, nicht existiren, es würde jede Veranlassung fehlen, dieselben als zusammengehörig zu betrachten und auf ein Gebiet zu beziehen.

Mit dem Entweder setzen wir nur eine unbekannte für die andere, eine Beziehungsreihe unbekannter Natur für die räumliche Beziehungsreihe. Das ist es aber, was mit der Annahme von Localzeichen beabsichtigt wird, es soll statt der räumlichen Beziehungsreihe eine intensive eingeführt werden.

Die Raumreihe weicht darin von den übrigen Reihen ab, dass sie mehreren Sinnen zukommt.

Betrachten wir die Eindrücke des Auges einmal, ohne uns um das Vorhandensein des Tastsinns zu küm-

mern. Wir wollen Auge und Ohr mit einander vergleichen und uns eine Reihe von Nervenfasern vorstellen, welche nebeneinander liegen. Wenn wir annehmen, es wären die des Ohres, so bewirkt die Reizung der einen die Empfindung eines Tones, welcher höher ist, die einer anderen, eine solche, welche einen tieferen Ton bedeutet. Jede Tonempfindung nimmt sofort ihren Platz im Nebeneinander des figürlichen Tonraums ein, ohne der Vermittelung von Localzeichen zu bedürfen. Ist es anders, wenn die bezeichneten Fasern diejenigen des Auges bedeuten? Sollte man hier wirklich ein Durcheinander ungleichartiger unter sich beziehungsloser Empfindungen ohne jedes räumliche Nebeneinander zu erwarten haben, welches Durcheinander erst unter Beihülfe des Tastsinns mühsam entwirrt werden muss, welches erst durch diesen in seiner Bedeutung erkannt werden kann, nämlich als eine Sammlung auf den Raum zu beziehender, obgleich an sich durchaus der Räumlichkeit entbehrender Symbole? Wenn die Empfindung der Netzhautpunkte nicht von vornherein räumlich ist, als was soll man sie sich vorstellen? Wie soll man sich die Differenzirung der Eindrücke verschiedener Fasern denken, wenn sie nicht auf räumlicher Trennung beruht? Ich meine, es sei ganz undenkbar, dass zwei differente Nervenfasern überhaupt in anderer Weise getrennt empfinden können, als in einer räumlichen Reihe, sei sie nun Raum, Farbe, Geschmack u. s. w. Eine solche Trennung zweier Empfindungen, ein solches Abstandsgefühl zwischen zwei Eindrücken ist nur innerhalb einer räumlichen Reihe möglich. Wie es dort die Eigenthümlichkeit des Tones, dass er seinen Platz in der Tonreihe einnimmt, so ist es die Eigenthümlichkeit des Netzhautpunktes, eine Empfindung im räumlichen Nebeneinander auszulösen.

Verlangt man hier Localzeichen, so braucht man

sie auch dort. Dasselbe gilt für die übrigen Beziehungsreihen. Die Ausarbeitung einer Uebereinstimmung zwischen Sehen und Tasten ist etwas Secundäres.

In der hier besprochenen Form haben einige Nachfolger Lotze's die Theorie desselben aufgefasst. Lotze selbst sagt mehrfach, dass die Localzeichen nur die Localisation der Empfindung, nicht die Raumanschauung selbst bewirken sollen. Da er jedoch die Ueberzeugung ausspricht, dass jede räumliche Anordnung gegebener Objecte in der Seele durch eine qualitative Ordnung unräumlicher Eindrücke ersetzt und aus dieser für die Anschauung reconstruirt werden muss, meine Gründe sich aber auch dagegen wenden, habe ich die verschiedenen Formen und Abweichungen der Localzeichentheorie nicht getrennt.

Von den Vertretern der Localzeichen wird in der That angeführt, dass die Raumanschauung durch dieselben verständlicher gemacht würde, indem an die Stelle der räumlichen Beziehungsreihe eine einfache Intensitätsreihe trete. Aber mit gleichem Rechte müssten wir dann die Einführung von Localzeichen auch für die Farben-, Ton- und Geschmacksreihe verlangen, welche ebenfalls extensive räumliche Reihen sind, um dieselben in intensive zu verwandeln. Wenn die Raumreihe wirklich die einzige nicht intensive Reihe wäre, so würde die Sachlage eine andere sein und wir könnten in den Localzeichen ein Fortschreiten zur Erklärung erblicken. Aber so ist dies nicht der Fall. Ausserdem können differente Nervenfasern nur in einer räumlichen Reihe getrennt empfinden.

Eine andere unbekannte nicht vorstellbare räumliche extensive Reihe an die Stelle der vorhandenen, der räumlichen Fläche $\alpha\alpha\tau'$ $\epsilon\zeta\sigma\chi\eta\nu$ zu setzen, ist aber zwecklos.

Um diese Auffassung zu verstehen, ist von dem

Vorhandensein des Tastsinns abzusehen. Zunächst existirt kein Oben und Unten, Beziehungen, welche sich erst ergeben, sobald das Gesichtsfeld in Verbindung mit unserem gefühlten Körper tritt. Ebenso wenig ein Projiciren nach Aussen. Vorderhand giebt es nur im räumlichen Nebeneinander getrennte Netzhauterregungen, wie in den anderen Beziehungsreihen getrennte Geschmacks-, Ton- und Farbenempfindungen.

Wir kennen die getrennten Netzhauterregungen erst nachdem sie mit den Tastempfindungen in Verbindung getreten sind, was schon in der frühesten Lebenszeit geschieht und können uns daher keine Vorstellung davon machen, in welcher Weise die Netzhauterregungen räumlich zum Bewusstsein kamen, bevor die Verbindung mit dem Tastsinn vor sich gegangen war.

Die an operirten Blindgeborenen gemachten Erfahrungen stehen somit durchaus nicht im Widerspruch mit meiner Theorie.

Tastfeld und Gesichtsfeld sind räumliche Beziehungsreihen, ebenso wie Ton- und Farbenfeld u. s. w. Eigenthümlich ist, dass diese räumliche Form mehreren Sinnen gemeinsam ist. Wie die Sinneserregung sich in eine diesen Formen angehörige Empfindung umsetzt, ist ein Räthsel, eine der Erkenntnissgrenzen Du Bois-Reymond's, von welcher Locke*) sagt: „Man kann ebenso gut begreifen, dass Gott solche Vorstellungen, Farbe, Geruch u. s. w., mit solchen Bewegungen, des Aethers oder der Stofftheilchen, verknüpft hat, mit denen sie keine Aehnlichkeit haben, als das er die Vorstellung des Schmerzes mit der Bewegung eines Stückes Stahl verknüpft hat, welches uns das Fleisch zerschneidet, obgleich diese Vorstellung keine Aehnlichkeit damit hat.“

In diesen Formen angehörige Empfindungen ver-

*) Vers. über d. menschl. Verst. Buch II., Kap. 8, § 13.

wandeln sich die Sinneserregungen an bestimmten Stellen des Gehirns. Die Form des Gesichtsfeldes befindet sich ebenfalls an einer Stelle des Centralorgans; dasselbe schaut sich nicht selbst an, ebenso wenig wie dies das Tonfeld thut, ein Bewusstwerden erfolgt nur, sobald eine Erregung in dasselbe eingefügt wird. Diese Erregung kann natürlich auch durch Reizung einzelner Theile des Centralorgans selbst bei Veränderungen des Blutlaufs u. s. w. erfolgen. Die Erregung verschiedener Fasern bewirkt eine Einfügung an verschiedenen Stellen im Nebeneinander des Gesichtsfeldes, wie in dem des Tonfeldes. Von Bezirken beider Augen führen Fasern zu denselben Stellen des Gesichtsfeldes, diese lösen Empfindungen aus, die sich decken, ebenso wie beide Ohren denselben Ton eines Instruments an derselben Stelle des figürlichen Tonraums, der Tonleiter, hören.

Wie die Anschauungsform des Gesichtsfeldes beschaffen war, bevor dasselbe mit dem Tastfelde in Connex gerieth, davon können wir uns keine rechte Vorstellung machen.

Es ist zu beachten, dass viele Blindgeborene Gesichtsphantasmen zu haben scheinen,*) Blitz und Lichtschein, welche sich bewegen, was das Vorhandensein eines Gesichtsfeldes bei denselben voraussetzt. Entwickeltere, vom Sehorgan hergenommene Raumvorstellungen dürfen wir bei denselben gar nicht erwarten, da solche alle erst durch die Verbindung mit dem Tastsinn gewonnen werden. Ich bin überzeugt, dass ein

*) Meynert. Anzeiger d. k. k. Ges. d. Aerzte in Wien 1878. N. 12, S. 59: „Schon Hagen erkannte, dass Haluncinationen nicht durch die intensivste Anstrengung des Geistes erzeugt werden können, sondern nahm an, dass die Sinnestäuschungen durch die Erregung eines, mit den Leitungsbahnen der Sinneswahrnehmungen zusammenhängenden Centrums (nicht nothwendiger Weise durch das Sinnesorgan, weil Blindgeborene auch halluciniren) zu Stande kommen.“

Flimmerscotom bei Blindgeborenen vorkommen kann. Dadurch wird aber das räumliche Nebeneinander des Gesichtsfeldes vorausgesetzt. Dies kann sich bei ihnen nicht durch objective Anschauung gebildet haben, muss mithin als subjective Form vorhanden gewesen sein. Das Gesichtsfeld überhaupt ist continuirlich und lückenlos, während doch zwischen den Stäbchen und Zapfen, wenn auch noch so feine Lücken existiren müssen, daher ist eine Entwicklung des Gesichtsfeldes a posteriori nicht denkbar.

Es wird erhebliche Schwierigkeiten haben, einen solchen mit Migraine behafteten Blindgeborenen zu finden, bei welchem man das Vorkommen eines Flimmerscotoms erwarten könnte. Leichter möchte das Funkensehen bei Blutandrang nach dem Kopfe sich beobachten lassen. Auch die gegenseitige Verständigung über das zu Beobachtende dürfte auf grosse Schwierigkeiten stossen. Solche Fälle halte ich für sehr wichtig. Wahrscheinlich würden diese Personen die im Gehirn durch Circulationsverhältnisse erzeugten Phantasmen nicht nach aussen versetzen, da sie das Aussersich, die dritte Dimension bezüglich des Gesichtssinnes nicht kennen und anwenden gelernt haben. Dagegen würden sie dieselben in einem räumlichen Nebeneinander sehen. Wirklich Blindgeborene, die niemals objectiven Lichtschein gehabt haben, sind selten.

Ich habe einen solchen, der objectiven Lichtschein aller Wahrscheinlichkeit nach niemals gehabt hat, auf obige Punkte befragt. Es war ein Knabe von 14 Jahren. Ich glaube aus seinen Antworten eine Bestätigung obiger Angaben entnehmen zu können.

Obgleich derselbe, er war an intrauteriner Chorioretinitis pigmentosa erblindet, objectives Hell und Dunkel gar nicht zu unterscheiden vermochte, meinte er, auf Lichtschein und Funkensehen beim Bücken und Pressen

befragt, sofort, dass er ja nicht ganz blind sei, sondern Lichtschein habe.

Jedenfalls sind Oben und Unten, das Ausser uns, die dritte Dimension, erst Früchte jener Verbindung mit dem Tastsinn, da sie sich auf den gefühlten Körper beziehen. Wer von Geburt an, ohne die Augen und ein Glied zu rühren, wie die Gefangenen Plato's, eine unbewegte Aussenwelt anschaute, würde von alledem keine Ahnung haben können, sondern nur eine Fläche sehen, die weder ausser ihm noch in ihm sich befände, deren Verhältnisse aber vollständig richtig wären. Die Theorie der Localzeichen kann eine Antwort auf die Frage nicht geben, was ein solches Individuum sehen würde: Lichtpunkte — es giebt für die Netzhaut noch kein Nebeneinander. Ein Lichtpunkt, eine Lichtfläche — sind ebenfalls schon räumlich. Durch die Localzeichen wird unser Verständniss dieses Gebietes keineswegs gefördert.

In Folge des Einflusses des Tastens wird das ganze Gesichtsfeld stets unter Bewahrung derselben Verhältnisse nach aussen verlegt.

Identische Stellen bedeuten stets denselben Aussenpunkt, ihre Bilder liegen also im jedesmaligen Horopter. Von denjenigen Stellen, für welche bei der betreffenden Augenstellung keine Horopterstelle existirt, werden die Eindrücke des entgegengesetzten Auges ausgeschlossen und diejenigen des gleichseitigen proportional den Entfernungen auf der Netzhaut in den Horopter eingetragen. Diesen Process muss das Kind für jede Entfernung erlernen.

Meine Voraussetzung ist also das Nebeneinander des Gesichtsfeldes als ursprüngliche Form der Gesichtsanschauung. Dadurch ist nur die relative Lage der einzelnen Eindrücke zu einander bestimmt.

Den Ausdruck: „Reciprokes (binoculares) Gesichts-

feld" wollen wir jetzt statt des bisher auch in diesem Sinne gebrauchten „Horopters" für das Gesichtsfeld anwenden, sobald die Eindrücke in Folge der Einwirkung des Tastsinnes nach Aussen verlegt werden. Jetzt erst wird ein Oben, Unten u. s. w. unterschieden. Die Erfahrung bewirkt, dass die betreffenden Theile des reciproken Gesichtsfeldes der Wirklichkeit entsprechend an den Ort des jedesmaligen Horopters verlegt werden. Die Partien, für welche ein solcher nicht existirt, erscheinen den Verhältnissen des reciproken Gesichtsfeldes entsprechend, und zwar indem die Erfahrung die intensiveren Eindrücke des gleichseitigen Auges vorzugsweise berücksichtigt, und dieselben als mit den Objecten an denjenigen Oertern, an welchen die Objecte sich nach von anderen Sinnen, dem Tastsinn vorzüglich, herrührenden Belehrungen, wirklich befinden, zusammenfallen lässt. Die Eindrücke des entgegengesetzten Auges unterliegen im Wettstreit der Sehfelder. In der Peripherie der Netzhaut haben die Empfindungseinheiten einen erheblich grösseren Durchmesser als im Centrum. Dieser Umstand wird sich beim Nachaussensetzen des binocularen Gesichtsfeldes in der Weise geltend machen, dass wir der Erfahrung gemäss den Gegenstand zweier identischer Eindrücke nicht immer im mathematischen Horopter, sondern nur innerhalb eines gewissen Raumtheiles vermuthen können. Somit sind auch die peripherischen Bilder, was die binocularen Merkmale angeht, nicht so fest im mathematischen Horopter fixirt, wie dies bei den centraleren Bildern der Fall ist, werden daher auch leichter in grössere Ferne versetzt werden können, sobald die übrigen Merkmale eine solche Lage wahrscheinlich machen sollten. (Vergl. auch zweiter Aufs. S. 116). Der Eindruck eines Lichtes ist im Centrum klein und scharf, in der Peripherie gross und verwaschen. (Zweiter Aufs. S. 114). Die Thatsache, dass die Doppelbilder in

dem reciproken Gesichtsfelde liegen, welches die Erfahrung mit dem jedesmaligen Horopter zusammenfallen lässt, schafft einen neuen Vorzug zu Gunsten des gleichseitigen Bildes.

Die Augen L R (Fig. 7 fixiren nacheinander F V Φ , ein Gegenstand bei g erscheint je nachdem einfach oder in den Doppelbildern a b und c d. Während die Fixation von F nach Φ wechselt, entfernt sich der Fixationspunkt

Fig. 7.

von g, die Entfernung auf der Retina wird dabei aber nur im linken gleichseitigen Auge grösser, im entgegengesetzten jedoch kleiner. Letzteres widerspricht der Wirk-

lichkeit. Ausserdem bleibt die Entfernung der Doppelbilder des gleichseitigen Auges von der Mittellinie stets annähernd dieselbe, wie die des Gegenstandes. Die Bogen $g F$, $a V$ und $c \Phi$ sind an Grösse nicht sehr verschieden. Dagegen nähern sich die Doppelbilder des entgegen gesetzten Auges rasch der Mittellinie. Die Bilder des gleichseitigen Auges behalten darum stets dieselbe Lage im Raum bezüglich unseres ganzen Körpers. Wenn man das Experiment in der durch Fig. 7 versinnlichten Weise ausführt, wird man sich von der Richtigkeit überzeugen. Während das gleichseitige Bild ziemlich unverrückt am selben Orte bleibt, beschreibt das Bild des entgegengesetzten Auges grosse Bogen. Dies wird wieder zum Erkennungsmerkmal des richtigen Bildes.

Man muss sich nur gegenwärtig halten, dass wir Richtungslinien von vornherein nicht kennen, sondern allein die relative Lage der Bilder im reciproken, durch Erfahrung unbewusst nach aussen versetzten, Gesichtsfelde.

Unter diesen allgemeinen Voraussetzungen und anknüpfend an dieselben erklären meine in den vorausgehenden Abschnitten enthalten Sätze zwanglos das Zustandekommen der Gesichtswahrnehmungen. Ich gebe zu, dass darin ein gewisser Verzicht auf Erklärung liegt, allein dies ist nur derselbe, welchen Du Bois ausgesprochen und der in den citirten Worten Lockes ausgedrückt ist. Auch kann ich nicht einsehen, dass die Versuche denselben zu vermeiden, eben die Theorie der Localzeichen uns der Erkenntniss näher gebracht haben.

Locke sieht den Raum als eine Anschauungsform an, die nur dadurch sich von den übrigen, Ton, Farbe u. s. w. unterscheidet, dass sie mehreren Sinnen gemeinsam ist. Den Begriff Raum gewinnen wir nur vermittelst dieser Sinne.

Kant dagegen stellt den Raum als eine allgemeine Form der Sinnlichkeit, den übrigen, Beziehungsreihen oder Qualitäten, gegenüber, die er nicht als Formen der Anschauung im selben Sinne gelten lässt. Im Anschluss an Kant und im geraden Gegensatz zu Locke wurde nun versucht, die räumliche Anschauungsform des Gesicht- und Tastsinnes durch Vermittelung der Localzeichen aus der allgemeinen Form der Sinnlichkeit „Raum“ abzuleiten. Dabei vergass man, dass die Verwandlung dieser einen räumlichen Beziehungsreihe in eine intensive nichts nützt, da die Reihen der übrigen Sinne ebenfalls räumliche sind. Man vernachlässigte die Analogie, welche zwischen allen diesen Reihen herrscht.

Es wird daher nöthig sein, mit Locke, dem Gesicht- und Tastsinn diese räumlichen Beziehungsreihen als ursprüngliches Besitzthum wieder zurück zu geben, ebenso wie man die übrigen zugesteht. Wie wir (S. 105) sahen, bleibt, sobald man sie fortnimmt, gar nichts übrig, es verflüchtigt sich gleichsam der ganze Inhalt der Gesichtsanschauung. Der Raum als allgemeine Form der Sinnlichkeit braucht darum nicht aufgegeben zu werden und ist auch wohl nicht zu entbehren. Namentlich ist die dritte Dimension nicht Inhalt der Raumperception des Auges und auch wohl nicht des Tastsinnes. Es muss dem Gesicht- und Tastsinn von vornherein ein Nebeneinander, eine Räumlichkeit zuerkannt werden, wie sie Gehör, Geruch und Geschmack besitzen, die ebenfalls keine intensiven Reihen sind. Nur in einer räumlichen Reihe ist ein Nebeneinander der Empfindungen möglich. Der Stein des Anstosses ist einzig der, dass die übrigen Reihen ein besonderes Nebeneinander besitzen, während dasjenige des Tast- und Gesichtssinnes zugleich einen Theil der allgemeinen Form Raum bildet. Der Farbensinn stellt auch eine räumliche Reihe dar, deren Sinneselemente zusammen mit denen der Raumreihe in einem

Organ, dem Auge vereinigt sind, so wie Tast-, Wärme- und Schmerzempfindung ihre Sinneselemente gemeinschaftlich in der Haut besitzen.

Während wir uns, wie ich glaube, der Annahme eines ursprünglich a priori vorhandenen binocularen Gesichtsfeldes, ebenso wie das Tonfeld aprioristische Form ist, nicht entziehen können, oder mit anderen Worten, die Flächenanschauung als Inhalt der Gesichtsanschauung zu betrachten gezwungen werden, kann man über die Art der Verbindung zwischen Farbenempfindung und binocularem Gesichtsfeld in Zweifel sein. Man kann mit Stumpf auch diese Verbindung als angeboren ansehen, indem beide Inhalte Theilinhalte der Gesichtsanschauung sind, oder man kann annehmen, dass die Farbenempfindungen an die empfundenen Raumstellen verlegt werden, ähnlich, wie dies mit den Tonempfindungen geschieht, die wir der Erfahrung entsprechend an anderweitig empfundene Raumstellen verlegen. Die Verbindung der Tonempfindungen mit den Ortsempfindungen ist eine sehr lockere und unsichere geblieben, so dass Täuschungen hervorgebracht werden können, wie ein bekannter Versuch lehrt. Man steht hinter einer Person, berührt den Rücken derselben leicht mit der Hand und streicht gleichzeitig mit einer Bürste über den eigenen Rock. Die Person glaubt mit der Bürste gestrichen zu sein, verlegt also den Gehörseindruck an eine falsche Stelle. Eine solche Täuschung über den Ort der Farbenempfindung ist nicht möglich und muss die Verbindung zwischen Farbenempfindung und Ortsempfindung der Netzhaut eine viel genauere sein. Die Ortsempfindung der Netzhaut würde nur in der Empfindung von Grenzen zwischen gereizten und nicht gereizten beziehentlich verschieden stark gereizten Netzhautstellen bestehen.

Für die Anhänger der Localzeichen besteht trotz der Annahme von Bewegungsintentionen oder Innervations-

gefühlen diese Schwierigkeit übrigens in ganz gleicher Weise, wie Ueberhorst (Entstehung der Gesichtswahrnehmung, S. 164) bei der Kritik der Theorie Lotze's zeigt. Er sagt: „Hier denkt Lotze nicht an die Nothwendigkeit, zur Begründung einer festen Association der Farben- mit den Bewegungsempfindungen locale Unterschiede der ersteren annehmen zu müssen, da er die Verknüpfung durch den organischen Process für hinlänglich begründet ansieht. Darauf ist zu bedenken zu geben, was wir denn eigentlich in den Farben- und Bewegungsempfindungen besitzen. Ich meine, nicht mehr, als auf der einen Seite eine Reihe der ersteren, auf der anderen eine Reihe der zweiten, dass darin aber noch nicht die geringste Andeutung enthalten ist, welche Glieder beider Reihen zusammengehören. Diese Zusammengehörigkeit muss erst erworben werden und solche Erwerbung haben wir nur mit Hilfe der „localen Unterschiede“ (der Farbenempfindung, S. 37) zu erreichen gewusst, wie wir denn allein durch sie den Bestand der Association zu sichern vermochten.“ Während Lotze die Localzeichen, die Bewegungsintentionen, als von vornherein vorhanden ansieht, will Ueberhorst dieselben ableiten. Dies gelingt aber nicht ohne weitere Annahmen. Das Mass der Innervationsgefühle ist das Quantum von Innervation, welches die Macula auf den bisher excentrisch gesehenen Punkt einstellt. Dabei ist die Identität der Maculae von vornherein vorausgesetzt. Es ist aber kein principieller Unterschied, ob man die Identität zweier Punkte oder der ganzen Netzhäute behauptet.

Diese Annahme wird in der That stillschweigend, wenn ich nicht irre, von Allen mit nur scheinbarer Ausnahme Ueberhorst's gemacht. Dieser sagt: „Es darf an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass das Zusammenfallen der Sehrichtungen so lange nicht statt-

findet, als (in der allerersten Lebensperiode) beide Augen noch nicht unter der Herrschaft gleicher Bewegungsimpulse stehen. Ich vermthe deshalb, dass in diesem Stadium der Entwicklung überhaupt immer nur mit einem einzigen Auge, dem sich die Aufmerksamkeit gerade ausschliesslich zuwendet, gesehen wird, weil im anderen Falle Doppelbilder erscheinen würden." Jetzt schon Doppelbilder? wo die Ortssetzung noch nicht stattgefunden hat und wir erst dabei sind, den Ort der Netzhautpunkte kennen zu lernen? Ueberhorst sieht den Grund der Correspondenz doch nur „in einer Gleichheit der die zusammenfallenden Sehrichtungen bedingenden Innervationsempfindungen." Diese sind wir ja aber erst im Begriff für das eine Auge und dann für das andere kennen zu lernen. „Ein gleichzeitiges Sehen wird erst, wenn der gleiche Bewegungsmodus für dieselben hergestellt ist, eintreten können." Auch in den Worten Ueberhorst's liegt die Voraussetzung verborgen, dass entweder beide Maculae nur einfach sehen können, d. h. identisch a priori sind, oder die Augen sich von Anfang an so bewegen, dass die beiden Maculae stets auf denselben Punkt gerichtet sind. Ohne eine dieser Annahmen ist gar nicht einzusehen, wie die beiden Augen dazu kommen sollen, gemeinschaftlich mit der Macula zu fixiren und einfach zu sehen. Eine grössere Zahl von Thieren sieht unstrittig mit den Foveen getrennt. Damit würden dann auch alle von der Macula aus berechneten Innervationsempfindungen fallen. Aber auch sonst wäre obige Entstehungsweise des binocularen Sehens vom physiologischen Standpunkt aus undenkbar.

Eine solche einseitige Beachtung eines Auges ist nicht möglich und wenn sie möglich gewesen wäre, würde sie sich nicht von dem eingeschulten auf das noch nicht geschulte Auge übertragen lassen.

Ich bin auf diese neueste Modification, deren Verfasser alle früheren Theorien einer ausführlichen Kritik unterzieht und sie sämmtlich verwirft, näher eingegangen, um zu zeigen, dass dieselbe keinesfalls zu einem besseren Resultate führt.

Trotzdem in der Annahme der Identität in dem öfter definirten Sinne, wie gesagt, ein Verzicht liegt, muss man sich doch dazu entschliessen, denn alle gehofften Fortschritte darüber hinaus erweisen sich als scheinbare; sie führen entweder nur andere Unbekannte ein oder schieben die Identität wieder stillschweigend als Voraussetzung unter.

Vom physiologischen Standpunkte ausgehend, bin ich ungefähr zu demselben allgemeinen Resultate gekommen, zu welchem Stumpf vom philosophischen aus gelangte. Ich stimme mit dessen Ansichten zum grössten Theile überein, namentlich mit dem kritischen Abschnitt fast vollständig; ebenso halte ich den Beweis für erbracht, dass die Flächenanschauung Inhalt der Sehempfindung ist.

Dagegen stimme ich durchaus nicht dem Satze bei: Jeder Gesichtsinhalt schliesst nothwendig die dritte Dimension bereits ein.

Die dafür angeführten Gründe beweisen wohl die Ursprünglichkeit der Vorstellung der dritten Dimension, d. h. dass sie nicht erworben sein kann, aber durchaus nicht, dass sie bereits in jedem Gesichtseindruck liege. Sie kann ja allgemeine Form sein, in welchem der Gesichtseindruck eingetragen wird. Die allgemeine Form Raum ist überhaupt nicht zu entbehren, da alle Sinne ihre Eindrücke in dieselbe eintragen.

Wenn wir uns den unendlichen Raum nicht anders als schwarz, blau oder grau u. s. w. vorstellen können, so denken wir ihn uns auch entweder still oder laut — warm oder kalt — wir müssen ihn mit den Attributen aller Sinne bekleiden, nur drängen sich die niederen Sinne nicht so sehr in den Vordergrund.

Stumpf's Gründe beweisen die Ursprünglichkeit der dreidimensionalen Raumanschauung, aber nicht, dass die dritte Dimension angeborener Theilinhalt der Gesichtsanschauung ist. Für eine solche Annahme mangelt jede physiologische Unterlage.

Wenn wir zugeben müssen, dass die Vorstellung der ganzen sichtbaren Welt (mit ihren drei Dimensionen) vom Verstande lediglich auf Grund von Bildern erzeugt wird, welche in wechselnder Gestaltung und Intensität auf der ebenen Bildfläche unserer Netzhaut, d. h. in einem Gebiete von doch nur zwei Dimensionen reale Veränderungen darstellen, so folgt hieraus, dass die Vorstellung der dritten Dimension bezüglich des Gesichtssinnes ein Werk unseres Verstandes sein muss, zu dessen Erzeugung er lediglich durch die Widersprüche angetrieben wurde, welche ihm, bei Annahmen von nur zwei Dimensionen, die perspectivischen Verzerrungen, Verdeckungen, Verkleinerungen der Objecte mit ihrer anderweitig erkannten Unveränderlichkeit darbieten würden. In der That, wenn ein Kind seine Hand vor dem Auge bewegt, dieselbe dreht, nähert oder entfernt, so erhält dasselbe nacheinander eine Mannigfaltigkeit der verschiedenartigsten Eindrücke in der Ebene seiner Netzhaut von ein und demselben Objecte, von dessen Identität und Unveränderlichkeit es durch sein Gefühl fortdauernd überzeugt wird. Hier würden also für den Verstand des Kindes beständig Widersprüche existiren, wenn es das veränderliche Netzhautbild in der Ebene für ein reales Object hielte, von dessen relativer Unvergänglichkeit es durch sein Gefühl im Widerspruch mit den wechselnden Erscheinungen in der Netzhautebene unerschütterlich überzeugt wird. Die Fähigkeit, überhaupt unter drei Dimensionen vorzustellen, d. h. die allgemeine Form Raum muss der Verstand natürlich von vornherein besitzen.

Die Anhänger der Hering'schen Theorie müssen allerdings consequenter Weise auch die dritte Dimension

als Theilinhalt der Gesichtsanschauung betrachten, denn die „Tiefengefühle“ können niemals durch Erfahrung gewonnen werden. Dieselben stehen mit der Wirklichkeit in Widerspruch, weil nach Hering ursprünglich die Objecte nicht dort gesehen werden, wo sie sich befinden und wir es nur der späteren Erziehung des Gesichtssinnes zuzuschreiben haben, dass wir die Objecte am richtigen Orte sehen. Etwas nicht der Wirklichkeit Entsprechendes kann aber niemals durch Erfahrung gelernt werden, und somit muss nach Hering auch die dritte Dimension angeboren dem Gesichtssinne zukommen. Deshalb hat dies auch Stumpf angenommen. Da nun die „Tiefengefühle“ immer eine Relation zur jedesmaligen Kernfläche ausdrücken, so ist die Zahl der angeborenen Notionen eine sehr grosse.

Die Kenntniss der Merkmale meiner Theorie kann dagegen durch Erfahrung erworben werden, da dieselben nichts sind, als die einzelnen Verschiedenheiten, welche den Eindrücken correspondirender Punkte als Folge des Baues der Augen anhaften. Meine Theorie setzt daher nur das Nebeneinander des Gesichtsfeldes als ursprüngliche Form der Gesichtsanschauung voraus. Das Uebrige ergibt sich aus der Erregbarkeitsdifferenz der temporalen und nasalen Netzhaut.

Die Merkmale, welche das zweiäugige Sehen liefert, sind zwar Hauptanhaltspunkte, deren sich die Psyche zum Erkennen der Tiefe und zum stereoskopischen Sehen bedient, indessen sind es eben auch Merkmale, welche der Auslegung bedürfen und unterliegt es für mich keinem Zweifel, dass eine körperliche Vorstellung auch ohne binoculares Sehen durch Betrachten mit einem unbewegten Auge gewonnen werden kann. Der Eindruck, welchen ein gutes Gemälde, das richtige Perspective und richtigen Schatten hat, oder eine Photographie einer Statue hervorbringt, monocular betrachtet, ist sehr verschieden von dem, welchen wir durch binoculare Be-

trachtung des Gemäldes oder der Photographie erlangen. Der erstere erweckt eine deutliche körperliche Vorstellung. Mit Ausnahme der vom binocularen Sehen hergeleiteten Merkmale sind alle anderen vertreten, namentlich Perspective, Schatten und Luftfärbung, und diese genügen, um eine körperliche Vorstellung hervorzurufen; dass jene binocularen Anzeichen verschiedener Tiefe fehlen, werden wir gar nicht gewahr, weil das zweite Auge geschlossen ist. Sobald dasselbe geöffnet wird, drängt sich in zwingender Form die Erkenntniss auf, dass wir nicht eine plastische Figur, sondern ein Flächenbild vor uns haben. Vorher fehlte ein Merkmal, ein Widerspruch zwischen zweien, wie er nun hervortritt, war aber nicht vorhanden. Aus der grösseren oder geringeren Deutlichkeit, mit welcher die Körperform bei monocularer Betrachtung eines Gemäldes, gegenüber dem binocularen Eindrucke desselben, hervortritt, kann man sogar einen Schluss auf den Grad der Vollkommenheit des Gemäldes bezüglich Perspective und Schattengebung ziehen. Der körperliche Eindruck stellt sich bei monocularer Betrachtung eines guten Gemäldes als Wirkung und Folge von Perspective, Schatten, Licht und Luftfärbung mit eben solcher Nothwendigkeit ein, wie bei Verschmelzung zweier stereoskopischer Zeichnungen.

Bisher hat man nur derartige pseudoskopische Wirkungen gekannt, dass, sobald die binocularen Merkmale mit den übrigen in Widerspruch geriethen, stets die Auslegung, den letzteren zum Trotz, entsprechend den binocularen Eindrücken erfolgte. Aus meiner Darlegung würde folgen, dass unter bestimmten, allerdings sehr subtilen Bedingungen auch die binocularen Merkmale irrig ausgelegt werden und zu einer pseudoskopischen Täuschung Raum geben können.