

Hausmaus, um das Verhältniss der Bündel zum Balken zu zeigen. Mit Kalilösung behandelt. a Balken, b die Bündel, c die Kerne der Bündel. Vergröss. 350.

Fig. XIII. A Querschnitt vom getrockneten Herzen der Hausmaus in Wasser aufgeweicht. a a Querschnitte der Bündel. B Querschnitt vom getrockneten Schenkelmuskel der Maus. a a Querschnitte normaler Primitivbündel; b b b Querschnitte fettig entarteter Primitivbündel. Vergröss. 350.

Fig. XIV. Aus dem Herzen der Hausmaus. Einzelne nach Behandlung mit Kalilösung durch Zerzupfen erhaltene Bruchstücke von Bündeln. Vergröss. 350.

Ueber die einheitliche Verschmelzung verschiedenartiger Netzhautindrücke beim Sehen mit zwei Augen.

Von

Prof. Dr. P. L. PANUM.

In meinen physiologischen Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen¹⁾ habe ich vor Allem verschiedene bisher theils wenig beachtete, theils ganz unbekannte Thatsachen festzustellen gesucht, und demnächst mich bemüht, die besonders durch Volkmann's Bestrebungen, meiner Meinung nach weit über ihre berechtigten Grenzen hinaus ausgedehnten psychischen Erklärungen in der physiologischen Optik in ihre Schranken zurückzuzweisen und dahingegen den physiologischen Momenten der unmittelbaren, rein sinnlichen Empfindung diejenige Stellung zu vindiciren, die ihnen meiner Ueberzeugung zufolge bei diesen sinnlichen Wahrnehmungen zukommt. Ich glaubte meinen Standpunkt hinreichend bezeichnet zu haben, indem ich in der Einleitung zu meiner Schrift (S. 2) sagte: „Diese Feststellung neuer Thatsachen und die Eroberung eines bisher gewöhnlich der Psychologie vindicirten Terrains für die

1) Physiologische Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen, von Dr. P. L. Panum. Mit 57 Bildern. Kiel, Schwere'sche Buchhandlung. 1858. 4to. 12½ Bogen.

Physiologie, ist das Verdienst, das diese Arbeit beanspruchen möchte. Nachdem ich die Wechselwirkung der verschiedenen Combinationen je zweier Netzhautbilder bei ihrer Vereinigung im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde kennen gelernt und ihre Bedingungen ermittelt hatte, stellte ich die gewonnenen Resultate am Ende jedes der drei Capitel mit den bisher bekannten Thatsachen und Erklärungen zusammen, um den Ueberblick zu erleichtern und um eine einheitliche theoretische Auffassung vorzubereiten. Wohl fühlend, dass eine vollständige einheitliche Theorie, welche auf die letzten Ursachen zurückgeht, als dem Grenzgebiete unseres Wissens angehörig, noch nicht durchgeführt werden kann, und vielleicht niemals wird durchgeführt werden können, hätte ich gern hiermit die Arbeit beschlossen. Wenn ich dennoch im Schlussworte (S. 89—92) einen Versuch gemacht habe, die Art und Weise, wie die eigenthümlichen Empfindungen des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes zu Stande kommen, näher festzustellen, und zum Theil auf die Anordnung der Nerven-elemente zurückzuführen, so bin ich mir dabei sehr wohl bewusst gewesen, dass dieser Erklärungsversuch nur eine Hypothese ist, der ich selbst keinen weiteren Werth beilege, als dass sie dem Gedächtniss und der Auffassung zu Hülfe kommt.“

Da ich auf den hypothetischen Theil meiner Arbeit so wenig Gewicht gelegt habe, so würde ich es wohl kaum der Mühe werth gefunden haben, einen gegen eine bloße Hypothese gerichteten Angriff abzuwehren. Nun ist aber durch ein ganz eigenthümliches Missverständniss das einfache Resumé gewisser Thatsachen als eine von mir aufgestellte Hypothese aufgefasst und als solche angegriffen worden, ja diese vermeintliche Hypothese, die ich durchaus nicht als die meinige anerkennen kann, hat das ganz unverdiente Glück gehabt, bei mehreren Verfassern mehr Aufmerksamkeit zu erregen, als die neuen Erscheinungen und Thatsachen, die ich mir zum Verdienst anrechnen zu dürfen glaubte. Indem nun eine solche falsche Auffassung durch Ruete's Bemühungen¹⁾ sogar populär zu

1) Das Stereoskop. Eine populäre Darstellung mit zahlreichen erläuternden Holzschnitten und mit 20 stereoskopischen Bildern, von C. G. Th. Ruete. Leipzig bei Teubner 1860. 8vo.

werden droht, so dürfte es nach gerade für mich an der Zeit sein, dieselbe zu berichtigen. Bis dahin war ich theils durch andere Arbeiten daran verhindert, theils habe ich es für zweckmässig gehalten, die verschiedenen anderweitigen Auffassungen, die meinen Untersuchungen zu Theil werden möchten, abzuwarten.

Während nämlich die übrigen, doch ziemlich zahlreichen Resultate meiner experimentellen Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes bisher unangefochten dastehen, hat meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise, als mit der sogenannten Lehre von den identischen oder correspondirenden Netzhautpunkten in ihrer ursprünglichen Fassung unvereinbar, einen lebhaften Widerspruch durch Bergmann¹⁾ und Hasner,²⁾ vor Allen aber durch Volkmann³⁾ erfahren, während dieselbe von anderen Seiten her Anerkennung gefunden hat.⁴⁾

1) Göttingische gelehrte Anzeigen 1859. 106. und 107. Stück, den 7. Juli 1859. S. 1055—1063.

2) Ueber das Binocularsehen, von Dr. Joseph Ritter von Hasner. (Aus den Abhandl. der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. 10. Bd.)

3) Die stereoscopischen Erscheinungen in ihrer Beziehung zur Lehre von den identischen Netzhautpunkten, von Dr. A. W. Volkmann. Im Archiv für Ophthalmologie, herausgegeben von Arlt, Donders und Gräfe. V. Bd. 2. Abth. S. 1—100.

4) Unter Anderem heisst es im Literarischen Centralblatt für Deutschland 1858, 11. Dec. No. 50. S. 791: „Unserer Meinung nach bestehen die Hauptverdienste des Verfassers vorzüglich in Folgendem: 1) Er hat in seiner experimentellen Analyse den unumstösslichen Beweis geliefert, dass jedem empfindenden Punkte auf der einen Netzhaut ein Empfindungskreis auf der anderen in der Art correspondirt, dass die gleichzeitige Erregung jenes Punktes und eines beliebigen Punktes dieses Kreises eine einzige Gesichtswahrnehmung vermittelt. Während so die von Wheatstone angegriffene Lehre von der Identität der Netzhautpunkte etwas modificirt worden ist, hat sie zugleich eine sehr mächtige Begründung gewonnen. 2) Der Verfasser hat bewiesen, dass die Empfindung der Tiefe beim Sehen mit zwei Augen nicht nur Sache der Erfahrung ist, sondern dass die unmittelbare Sinnesreaction sehr viel zur Bestimmung jener Empfindung beiträgt. Alle

Es dürfte eine kurze Darlegung meiner Auffassung der sogenannten Identitätslehre und der durch die neuen Thatsachen meiner Meinung nach durchaus nothwendig gewordenen Modification derselben, hier einen geeigneten Platz finden, theils um mich mit denjenigen Lesern zu verständigen, denen meine Brochure nicht zu Gesicht gekommen sein sollte, theils um mehrfache Missverständnisse meiner Gegner zu berichtigen, welche so wesentlich sind, dass ihre Angriffe meine Auffassung und Aufstellung gar nicht treffen.

Bei der ursprünglichen Aufstellung der sogenannten Lehre von den identischen Netzhauptpunkten hatte man die Einheit der Empfindung d. h. das Fehlen der Doppelbilder bei gleichzeitiger Erregung zweier verschiedener empfindender Punkte, deren einer in der einen, der andere in der anderen Netzhaut liegt, als massgebenden Charakter und als Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung der Consequenzen dieser Aufstellung, z. B. für den Horopter, benutzt. Zur stärkeren Betonung dieses massgebenden Charakters und Ausgangspunktes fügte man noch den Corollarsatz hinzu, in

früheren Erklärungsversuche, welche auf demselben streng physiologischen Boden stehen und bald einen schnellen Wechsel der Accommodationszustände, bald schnell sich succedirende Veränderungen in dem Grade der Sehaxenconvergenz zur Erklärung jenes Phänomens annehmen, waren bekanntlich durch das auch vom Autor wiederholte Experiment Dove's unbrauchbar geworden, welches bewies, dass die Empfindung der Tiefe auch bei der Beleuchtung mit dem elektrischen Funken statthabe. — Der Verfasser führt nun zur Stütze seiner Ansicht den Begriff einer binoculären Parallaxe ein und zeigt in einer Reihe von Experimenten, wie auf dem Empfinden derselben die Wahrnehmung der Tiefe beruhe. Mit anderen Worten: die Kreuzungspunkte der Projectionslinie entsprechen der scheinbaren Lage der im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde sichtbaren Bildpunkte.“ Ferner schrieb mir Vierordt bezüglich meiner Schrift: „Die Beschränkung der Identitätslehre beider Retinae, die Sie aufstellen, ist ein dringendes Bedürfniss für die Physiologie; wir wären übel daran, wenn die Identität eine absolute wäre. Es dürfte wohl glücken, auf dem Versuchswege scharf messend nachzuweisen, dass diese Beschränkung immer weiter sich geltend macht, je mehr man auf seitliche Retinapartien kommt u. s. w. u. s. w.“

welchem behauptet wird, dass jeder empfindende Punkt der einen Netzhaut mit einem jeden anderen als eben dem identischen Netzhautpunkte des anderen Auges niemals eine einfache, sondern immer eine doppelte Empfindung, ein Doppelbild giebt. Um die ungefähre Lage der in dieser Weise aufgestellten identischen Punkte anschaulich zu machen, stellte man sich vor, dass die identischen Punkte einander ungefähr decken würden, wenn man die beiden Netzhäute bei übrigens unveränderter Lage über einander geschoben dächte, und da demnach gleichsam die geographische Lage der identischen Punkte beider Netzhäute correspondirt, sagte man, könnten die identischen Netzhautpunkte füglich auch correspondirende Netzhautpunkte genannt werden. Dieser Ausdruck: correspondirende Netzhautpunkte, schien insofern einen Vorzug vor jenem der identischen Netzhautpunkte zu verdienen, als die Identität sich ja eben nur darauf bezieht, dass sie mit einander eine einheitliche Empfindung, d. h. keine Doppelbilder geben, keineswegs aber auf eine absolute Identität der durch Erregung sogenannter identischer Punkte vermittelten Empfindungen; denn dieselben zwei gleichzeitig erregten identischen Punkte vermitteln bei einer jeden verschiedenen Augenstellung eine verschiedene Ortsempfindung im Raum, und durch verschiedene Qualität der Erregung des einen und des anderen sogenannten identischen Punktes kann der Charakter der einheitlichen Empfindung ein verschiedener werden. Ganz entsprechend war übrigens auch der Ausdruck der correspondirenden Netzhautpunkte eigentlich nicht, indem die geographische Lage der beim Sehen mit zwei Augen mit einander einfach sehenden Punkte wenigstens in der Gegend des Eintritts des N. opticus etwas verschoben sein musste. Diese ursprüngliche Aufstellung der identischen oder correspondirenden Netzhautpunkte sollte meiner Meinung nach weder eine Erklärung noch eine Hypothese sein, sondern ein bezeichnender Ausdruck für die Thatsachen, so weit sie damals bekannt waren.

Sobald es sich nun herausstellt, dass die angeführten vermeintlichen Thatsachen nicht exact sind, muss auch der Aus-

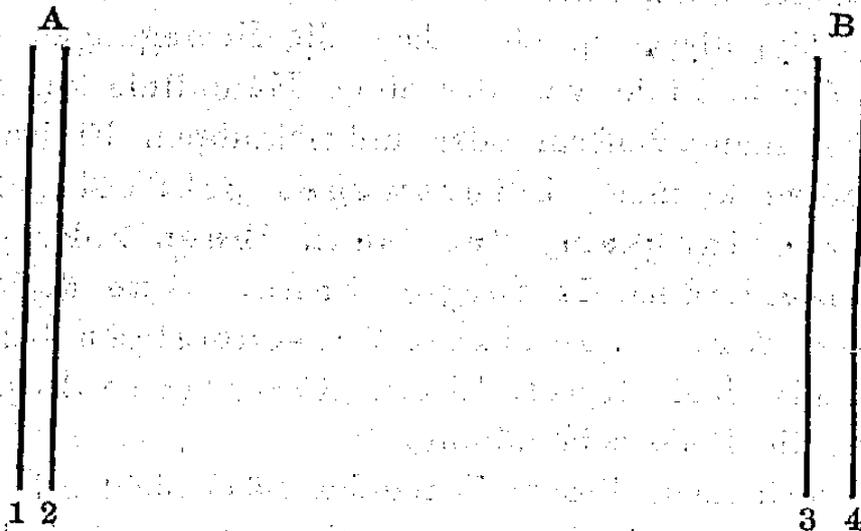
druck für dieselben verändert werden, wenn er bezeichnend sein soll, und mit dem Ausdruck muss die ganze betreffende Lehre, welche aus den Consequenzen der vermeintlichen, aber nicht exacten Thatsachen aufgebaut ist, den Thatsachen entsprechend modificirt werden.

Wheatstone wies nun bekanntlich nach, dass zwei etwas verschiedene Bilder, deren Bildpunkte bei gleichzeitiger und wirksamer Erregung nothwendig auf nicht identische oder nicht correspondirende Netzhautpunkte fallen mussten, z. B. zwei Kreise, deren Diameter ein wenig, etwa um 1^{'''} verschieden sind, im Sammelbilde ein einheitliches Bild d. h. ohne Doppelbilder geben können, und hierauf stützte er seinen Angriff auf die sogenannte Lehre von den identischen Punkten. Wheatstone hatte es aber versäumt, den Beweis dafür zu liefern, dass die beiden Bildpunkte hierbei wirklich gleichzeitig und wirksam auf die beiden Netzhäute einwirkten. Es könnte daher dem Wheatstone'schen Angriffe gegenüber die sogenannte Lehre von den identischen Punkten noch aufrecht erhalten werden; indem es z. B. möglich wäre, dass die Erregung der beiden Netzhäute nicht wirklich gleichzeitig stattgefunden hätte, sondern dass wirklich correspondirende Punkte der beiden Netzhäute nach einander erregt wurden, indem unmerkliche und sehr schnelle Augenbewegungen vielleicht bewirkt haben könnten, dass die Nachbilder der verschiedenen Doppelbilder einander verwischt hätten. Diese Hypothese stellte Brücke dem Wheatstone'schen Angriffe entgegen; dieselbe musste jedoch gewaltig erschüttert werden, als Dove nachwies, dass zwei stereoskopische Zeichnungen auch bei der nur 0,000001 Sekunde dauernden Beleuchtung durch den elektrischen Funken zu einem deutlichen körperlichen Sammelbilde combinirt werden können. Da Dove mir seine Aufmerksamkeit zunächst der körperlichen Erscheinung und nicht ausdrücklich den Doppelbildern, auf die es hier doch eigentlich ankam, zugewandt zu haben schien, und da es nicht aus seinen Angaben zu ersehen war, ob er andere als complicirte Bilder zum Versuche benutzt hatte, ¹⁾ so nahm ich

1) Vergl. hierzu Dove „Ueber Stereoskopie“ in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1860. Bd. CX. S. 494. (E. d. B.-R.)

diesen Versuch mit möglichst einfachen Bildern vor und richtete meine Aufmerksamkeit ganz besonders eben auf die Gegenwart oder Abwesenheit der Doppelbilder, welche ja bekanntlich bei deutlichem körperlichen Effect eben so wohl vorhanden sein, als fehlen können. Es zeigte sich nun, indem ich z. B. folgendes Object benutzte, wobei A

Fig. 31.



dem linken und B, etwa 60 Mm. von A entfernt, dem rechten Auge dargeboten wurde, dass im Sammelbilde, auch bei der Beleuchtung durch den elektrischen Funken, zwei einfache Linien ohne Spur von einem Doppelbilde der einen Linie gesehen würden, vorausgesetzt, dass die Abstandsdifferenz der Linien 1, 2 und der Linien 3, 4 nicht über ein gewisses Mass hinausging. Dieser Versuch ist leicht anzustellen, wenn man sich einer selbstentladenden Flasche bedient, deren Funken in bestimmten Intervallen, etwa 4—5 Mal in der Minute, wiederkehrt. Eben diese regelmässige Wiederkehr des Funkens macht es nämlich leicht, die richtige Augenstellung zu finden. Das für den gleichen Zweck von Volkmann ersonnene Tachistoskop mag das Auge weniger angreifen, dafür ist aber auch die Dauer der Beleuchtung weniger momentan, obgleich immerhin kurz genug, um die Brücke'sche Hypothese zu widerlegen. — Wenn man dahingegen die Abstandsdifferenz der Linien 1,2 und 3,4 erheblich grösser macht, so kann man auch bei der Beleuchtung durch den elektrischen Funken das Doppelbild der einen Linie sehr gut und deutlich wahrnehmen,

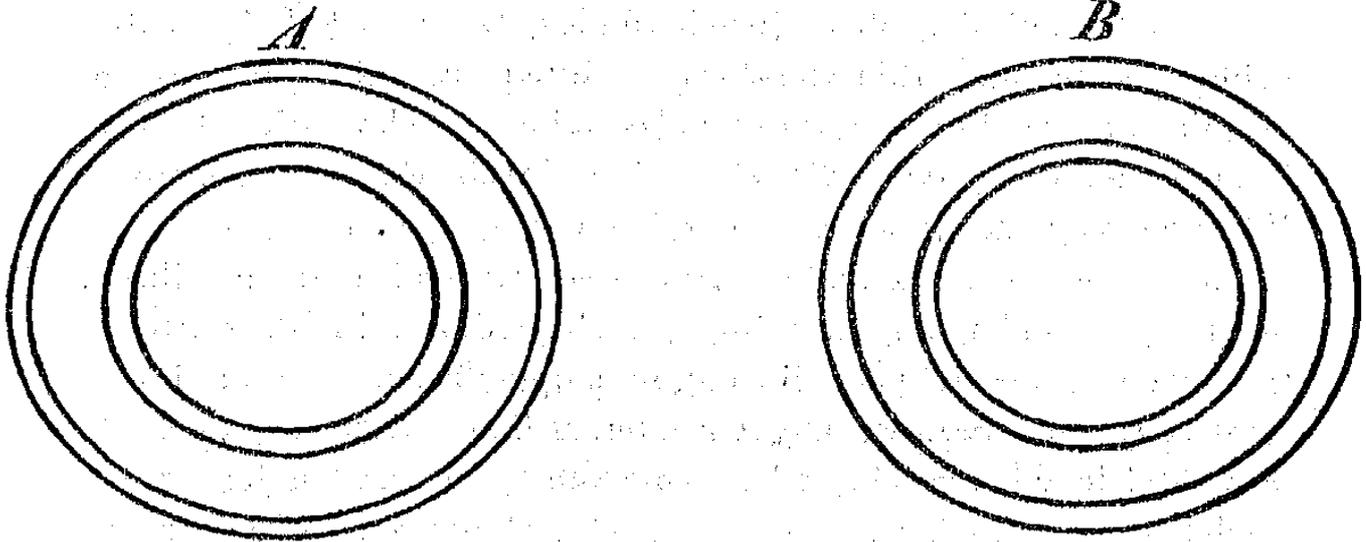
und man sieht bei richtiger Einstellung der Augenachsen im Sammelbilde drei, anstatt wie im vorigen Falle zwei Linien.

Betrachtet man dieses letztere Object bei gewöhnlicher Beleuchtung, so findet man ferner nicht nur, dass die 3. Linie, welche sich in der Mitte des Doppelbildes befindet, ihre Lage ganz ruhig behauptet, so lange man fixirt, und dass man durch Veränderung ihres Fixationspunktes ihre Lage willkürlich bestimmen kann, sondern auch, was schon für sich gegen Brücke's Hypothese spricht, dass die Bewegungen des Nebenbildes der 3. Linie von der einen Hauptlinie zur anderen, wie sie bei mangelhaftem oder unbestimmtem Fixiren beobachtet werden können, keinesweges schnell erfolgen, sondern so langsam, dass man ihnen sehr gut mit der Aufmerksamkeit folgen kann, ohne dass in irgend einer Weise von einem Verschmelzen der Nachbarbilder, wie bei den Bildern der stereoskopischen Scheibe, die Rede sein könnte.

Auch noch nach diesen Versuche wäre nicht alle Aussicht verloren, die ursprüngliche Aufstellung der identischen oder correspondirenden, und der nicht identischen oder nicht correspondirenden Punkte zu retten, indem man noch folgende Hypothese für diesen Fall aufstellen könnte. Wenn man nämlich annähme, dass die beiden Augen bei Betrachtung obiger Figur ungleich accommodirt würden, und dass hierdurch der Abstand der Knotenpunkte von der Retina in beiden Augen in der Weise verändert würde, dass die Retinabilder der Linien 1, 2 und der Linien 3, 4, unbeschadet ihrer Deutlichkeit, einen gleichen Abstand von einander erhielten, so würden ja die Linien 1, 2 und 3, 4, trotz ihres verschiedenen Abstandes von einander, im objectiven Bilde dennoch wirklich auf identische oder correspondirende Netzhautstellen gebracht werden können. Die gleiche Erklärung wäre beim Wheatstone'schen Versuche mit der Verschmelzung zweier Kreise von etwas ungleichem Diameter möglich. Bei complicirten Bildern trifft dieselbe aber nicht zu, denn eine relative Verkleinerung des einen und eine relative Vergrößerung des anderen Netzhautbildes wäre natürlich nur für das ganze Bild denkbar. Um diese

Hypothese experimentell zu widerlegen, habe ich folgendes Object angegeben:

Fig. 34.



bei dessen stereoskopischer Betrachtung man im Sammelbilde (auch bei der Beleuchtung durch den elektrischen Funken) vier einfache Kreise ohne Neben- oder Doppelbilder wahrnimmt. Ebenso vergeblich würde es endlich sein, wenn man das Einfachsehen (oder das Fehlen der Doppelbilder) bei gleichzeitiger Erregung zweier nicht correspondirender oder nicht identischer Netzhautpunkte dadurch erklären wollte, dass mir abwechselnd der betreffende Netzhautpunkt der einen oder der anderen Retina wirksam erregt worden wäre. Denn schon die ganz eigenthümliche Empfindung der Tiefe oder der dritten Dimension im Raum, die sich dabei in den angeführten Beispielen bemerkbar macht, und welche hier beim Sehen mit einem Auge ganz fehlt, beweist, dass die entsprechenden Netzhautpunkte beider Augen wirksam erregt werden. Im ersten Bilde (Fig. 31) erscheint nämlich die im Sammelbilde links liegende Linie schräge vor der rechts gelegenen, und im zweiten Bilde erscheint der zweite Kreis (von aussen her) gegen den ersten so gedreht, dass der Rand desselben links hinter, rechts vor dem ersten oder äussersten Kreise liegt, während der vierte oder innerste Kreis gegen den dritten als eine in entgegengesetzter Richtung gedrehte Scheibe wahrgenommen wird. Dasselbe geht übrigens auch in anderer Weise aus den

auf S. 58 und 59 meiner Schrift angeführten Versuchen hervor: Wenn man nämlich 1) die senkrechten Doppellinien des Gesichtsfeldes A in unserer ersten Figur (Figur 31) mit anderer Farbe zeichnet, als die etwas weiter von einander entfernten Doppellinien des Gesichtsfeldes B, so erscheinen die beiden im Sammelbilde sichtbaren Linien, sowohl die vordere als die hintere, in der Mischfarbe oder in abwechselnder Färbung, ohne dass die eine sich durch eine verschiedene Färbung von der anderen auszeichnete. — Wenn man ferner 2) die weiter von einander entfernten Doppellinien an ihren inneren, einander zugewandten Rändern durch kleine seitliche Strichelchen bezeichnet, die engen Doppellinien aber an ihren äusseren, von einander abgewandten Rändern mit entsprechenden Abzeichen versieht, oder umgekehrt, so werden jene Strichelchen im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde zu beiden Seiten der hier sichtbaren Linien wahrgenommen, sowohl an der hinteren als an der vorderen Linie.

Diese unlängbaren und von allen Seiten her vollkommen bestätigten Thatsachen¹⁾ sind es, welche es unmöglich mach-

1) Herr v. Recklinghausen (in Gräfe's Archiv für Ophthalmologie Bd. V. und in Poggendorff's Annalen Bd. CX.) und Hr. Bergmann (in Göttingische gelehrte Anzeigen 1859. S. 1055—1063) haben sich allerdings bisher noch nicht von der Realität dieser Thatsachen überzeugt. Herr v. Recklinghausen will die oben angeführte Theorie von Brücke aufrecht erhalten. Er sagt S. 161: „In Bezug auf das am häufigsten, auch von Panum geltend gemachte Experiment von Dove, welcher selbst bei der eminent kurzen Beleuchtung durch den elektrischen Funken einen stereoskopischen Effect beobachtete, ist zu bemerken, dass vorläufig die Anwendung auf unsere Theorie noch festzustellen ist. Complicirte Zeichnungen, wie wahrscheinlich genommen wurden, können natürlich nichts beweisen, da hier noch die unten anzuführenden Momente des Körperlichen mit in Wirksamkeit treten. Wenn Herr v. Recklinghausen meine Untersuchungen im Originale nachgesehen hätte, so würde er, hoffe ich, seiner Zweifel über diesen Gegenstand überhoben worden sein. — Herr Bergmann bemerkt, dass er an meinem in Fig. 41 abgedruckten Probeobjecte die Doppelbilder sieht, dass also das Nichterkennen derselben individuell sei. Er bemerkt, „es sei dazu selbstverständlich erforderlich, dass man die eine der beiden Linien und nicht einen Punkt zwischen beiden fixirt. Sollte die Beachtung

ten, die sogenannte Lehre von den identischen Punkten in ihrer bisherigen Fassung aufrecht zu erhalten, denn die ihr zu Grunde liegende Aufstellung ist offenbar unrichtig, so-

dieses Umstandes noch nicht für Jeden genügen, so nehme man etwas geringere Entfernungen der Linien; war das eine Paar 3 Mm. und das andere 5 Mm. von einander entfernt, so nehme man 2 und 4, d. h. man lasse die Differenz dabei gleich bleiben. Nun wird man die Doppelbilder leichter gewahr, weil sie auf einen schärfer sehenden Netzhauttheil fallen. Aehnlich verhält es sich mit dem zweiten, schon von Wheatstone aufgestellten Versuche: zwei Kreise von etwas verschiedener Grösse, einer dem linken, einer dem rechten Auge dargeboten, sollen vollständig als einer erscheinen. Dies ist nun schon insofern nicht richtig, als man immer eine Abweichung der beiden oberen Theile sieht, wenn die unteren sich decken oder umgekehrt. Es ist aber auch nicht richtig, dass die linken Ränder sich decken, während man die rechten fixirt und umgekehrt. Um sich hiervon zu überzeugen, ist es freilich nicht vorthellhaft grosse Kreise zu wählen. Wenn ich einen Kreis von 10 Mm. Durchmesser und einen von 11,5 Mm. Durchmesser anwende, so sehe ich beim Fixiren des einen Seitenrandes den anderen deutlich doppelt, während erheblich grössere Kreise das allerdings aus nahe liegenden Ursachen unmöglich machen.“ Die Schwierigkeiten, die Herr Bergmann bei diesen Versuchen gefunden hat, würden für ihn weggefallen sein, wenn er S. 53 und 54 meiner Schrift aufmerksam durchgelesen hätte. Er würde alsdann nämlich bemerkt haben, dass ich ausdrücklich hervorgehoben habe, dass die Grenzwerte der Abstandsdifferenzen, bei welchen zwei senkrechte parallele Linien beider Gesichtsfelder ohne Doppel- oder Nebenbilder zu einer einheitlichen Erscheinung verschmelzen, gewissen individuellen Schwankungen innerhalb gewisser von mir, und ausführlicher später von Volkman näher bestimmten Grenzen unterworfen sind. Bei Anwendung eines gewöhnlichen Linsenstereoskopes wird Herr Bergmann kaum eine Person finden, welche nicht wenigstens eine Differenz von 1 Mm. der 2—4 Mm. betragenden Abstände senkrechter Doppellinien zum einheitlichen Bilde zu combiniren vermöchte; bei 2 Mm. Differenz war es mir und bei 3 Mm. Abstandsdifferenz Professor Karsten noch vollkommen möglich, bei aller Aufmerksamkeit auf die Doppelbilder ein vollständiges einheitliches Verschmelzen der Linien, ohne Auftreten von Doppelbildern wahrzunehmen; bei 4 Mm. Abstandsdifferenz machten sich aber bei allen von mir untersuchten Personen die Doppelbilder bemerkbar. Für horizontale Linien, bemerkte ich ausdrücklich, scheinen die Grenzwerte etwas geringere Grössen zu haben. Wenn es also Herrn Bergmann nicht gelingen wollte, senkrechte Linien bei 2 Mm. und horizontale bei

bald es auch nur in einem Falle möglich ist, bestimmt (zu beweisen, dass ein unzweifelhaftes Einfachsehen durch wirklich gleichzeitige und wirksame Erregung zweier nicht correspondirender oder nicht identischer Netzhauptpunkte beider Augen möglich ist. Alsdann ist es nämlich nicht wahr, dass nur zwei identische oder correspondirende Netzhauptpunkte bei gleichzeitiger Erregung ein einfaches Bild geben können, und dass immer Doppelbilder resultiren, wenn zwei nicht correspondirende Netzhauptpunkte gleichzeitig und wirksam erregt werden.

Um nun die herkömmliche Bezeichnung des Einfachsehens mit zwei Augen den Thatsachen anzupassen, führte ich den Begriff der correspondirenden Netzhautkreise ein: „Es kann (heisst es S. 62) also eine einfache Ortsempfindung (d. h. eine Empfindung des Orts ohne Doppelbilder) nicht nur durch je zwei Punkte beider Netzhäute, die man identische oder correspondirende zu nennen pflegt, vermittelt werden, sondern ein jeder empfindende Punkt der einen Retina kann (!) mit einer

1,5 Mm. Abstandsdifferenz zum Verschmelzen zu bringen, so hätte er nur nöthig gehabt, die Abstandsdifferenz der Linien etwas geringer zu machen, er würde alsdann ganz sicher die individuelle Grenze seiner Fähigkeit, die Doppelbilder unter diesen Verhältnissen wahrnehmen oder nicht wahrnehmen zu können, entdeckt haben, und er würde dieselbe senkrechte Doppellinie kaum kleiner als 1 Mm., etwa 0,026 Mm. im Netzhautbilde entsprechend, gefunden haben. Dass er den oberen und unteren Rand der Doppelkreise in meiner Fig. 33 wahrnahm, könnte allerdings dadurch seine Erklärung finden, dass, wie gesagt, die Grenzwerte für horizontale Linien geringer sind, als für senkrechte, ich fürchte aber fast, dass dies im vorliegenden Falle nur darauf beruhte, dass Herr Bergmann das Stereoskop oder seine Augen etwas schräg über dem Bilde hielt. Hierdurch müssen die horizontalen und schrägen Bildtheile sich natürlich in senkrechter Richtung gegen einander verschieben und daher doppelt erscheinen. Da nun diejenigen Doppelbilder, welche in der Gegend des deutlichen Sehens liegen, sich immer stärker bemerkbar machen (lebhafter empfunden werden), als diejenigen, welche eine davon entferntere Gegend der Netzhaut treffen, so ist es begreiflich, dass sie für Herrn Bergmann z. B. beim Fixiren des unteren Randes hier sichtbar, am oberen Rande aber unsichtbar waren.

gewissen Anzahl zusammenliegender Punkte der anderen Retina eine einfache Ortsempfindung geben (das heisst ein einfaches Bild ohne Doppelbild). Wenn man also diejenigen Netzhautpunkte beider Augen, die (selbstverständlich unter den in Rede stehenden Bedingungen) zusammen eine einfache Empfindung (d. h. kein Doppelbild) geben, correspondirende nennen will, so muss man sagen, dass jeder Netzhautpunkt mehrere correspondirende Punkte oder einen correspondirenden Empfindungskreis im anderen Auge habe. Will man daher den bisherigen Begriff der correspondirenden Netzhautpunkte (d. h. der einzigen beiderseitigen Netzhautpunkte, welche immer und unter allen Bedingungen ein einfaches Bild geben) festhalten, so muss man hierunter die Mittelpunkte der mit einander correspondirenden Empfindungskreise der beiden Netzhäute verstehen und dieselben demgemäss definiren.“

Bei dieser Aufstellung meiner correspondirenden Empfindungskreise habe ich somit die Einheit der Empfindung, das Einfachsehen, oder das Fehlen der Doppelbilder als massgebenden Charakter und als Ausgangspunkt festgehalten, gerade so wie es einst bei der ursprünglichen Aufstellung der sogenannten identischen oder correspondirenden Netzhautpunkte geschehen war. Den neuen Thatsachen gegenüber war der alte Ausdruck oder die alte Bezeichnungsweise unpassend geworden, und es musste ein neuer Ausdruck, eine neue Bezeichnungsweise gefunden werden. Diese Bezeichnungsweise ist keine Erklärung, eben so wenig wie die alte es war, sie involviret auch, eben so wenig wie sie es that, irgend eine Hypothese, sondern bildet nur einen bequemen und entsprechenden Ausdruck für eine gewisse Reihe unumstösslicher Thatsachen, deren Constatirung und näherer Präcisirung durch neue Untersuchungen Volkmann selbst einen grossen und ich meine den besten Theil seiner Arbeit gewidmet hat.

Es wird nach dieser Erklärung wohl schon klar sein, dass meine Auffassung und Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise, als einfacher Ausdruck für die thatsächlichen Wahrnehmungen, von einer jeden anatomischen oder nicht ana-

tomischen Hypothese und überhaupt von einer jeden Erklärung unabhängig ist. Dieses hat Volkmann übersehen. — Schon vor ihm hatte übrigens Hasner¹⁾ behauptet, dass meine Aufstellung nicht nur den Corollarsatz, sondern zugleich den Hauptsatz der ursprünglichen Lehre von den identischen Punkten vernichten würde. Hasner meint, „meine Lehre enthalte eine Deutung des Binocularsehens, welche in sich selbst einen realen Widerspruch trägt. Wenn ein identischer Punkt einer Netzhaut“, sagt Hasner, „mit einem identischen Empfindungskreise der anderen zusammenfiel, so müssten wir offenbar Alles verwirrt, unrein, undeutlich sehen. Die Frage über die kleinste Masseinheit der Netzhäute kann streitig sein, aber die einzelnen Masseinheiten dürfen nicht in einander greifen, wenn nicht wirklich Mischungsbilder entstehen und empfunden werden sollen. Was von einem Punkte gilt, gilt von allen. Entspricht z. B. einem Punkte (einem Zapfen) ein Empfindungskreis von 15 Zapfenbreite, so greifen offenbar in diesen Kreis gleichzeitig so viel Empfindungskreise ein, als dem Flächeninhalt eines Kreises von 15 Zapfen Durchmesser Einheiten entsprechen, d. i. 176,714. Man denke einmal das Confusionsbild dieser nach allen Richtungen in einander greifenden Empfindungskreise! Aber dies Verhältniss ist in der That für den Sehsinn eine Unmöglichkeit, denn das Vermögen der räumlichen Sonderung negirt durchaus (bei gleichbleibender Intention) die gleichzeitige räumliche Verschmelzung.“ Etwa ein solches Confusionsbild, wie das von Hasner geschilderte, kann er sich in der That verschaffen, wenn er zwei complicirte, ganz heterogene Bilder durch ein Stereoskop betrachten will. Wenn man aber die Körper der Aussenwelt oder zwei auf stereoskopische Betrachtung berechnete Bilder in entsprechender Weise betrachtet, so sind die allermeisten Bildtheile, welche auf correspondirende Empfindungskreise beider Augen fallen, einander so ähnlich, dass eine binoculäre Verschmelzung derselben erfolgen kann und wirklich erfolgt, wodurch das Bild dann

1) Ueber das Binocularsehen von Dr. Joseph Ritter von Hasner. Aus den Abhandlungen der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. 10. Band.

einheitlich erscheint. Nur solche Bildtheile, welche entweder nur in einem nicht aber im anderen Bilde vorhanden sind, oder deren Abstandsdifferenzen so gross sind, dass Doppelbilder derselben auftreten, kommen im Sammelbilde gesondert zur Geltung. Wir werden auf diesen Punkt später noch zurückkommen, und es mag hier daher die Bemerkung genügen, dass das Vermögen der räumlichen Sonderung in gewissen Beziehungen beim Binocularsehen das Vermögen der räumlichen Verschmelzung durchaus nicht negiren kann und darf, sonst wären wir in der That übel daran. Ich überlasse es dem Leser und Hasner selbst, sich als Pendant zu dem von ihm entworfenen Gemälde dasjenige Confusionsbild auszumalen, das wir bei Betrachtung eines beliebigen Körpers wahrnehmen müssten, wenn alle die verschiedenen Bildpunkte der beiden verschiedenen Projectionsbilder eines einigermaßen rauhen Körpers (bei gleichbleibender Intention) von beiden Netzhäuten her ohne Verschmelzung gesondert zu bewusster Empfindung kämen! Es waltet hier aber ein leicht aufzuklärendes Missverständniss ob, wodurch Hasner dazu verleitet worden ist, mir eine Auffassung zuzuschreiben, die mir in der That ganz fremd ist, und die ich schon im obigen Abdrucke meiner Worte an den betreffenden Stellen durch einige kurze, in Parenthese beigefügte, commentarische Bemerkungen zu berichtigen gesucht habe. Hasner dachte zunächst an „das Flächen- und Tiefensehen“, nicht an die Doppelbilder, die bei meiner Aufstellung gerade betont werden sollten. Wenn ich sage, dass ein jeder empfindende Punkt der einen Retina mit einer gewissen Zahl zusammenliegender Punkte der anderen eine einfache Ortsempfindung geben kann“, so ist damit nur gemeint, eine einfache Empfindung des Bildpunktes; das geht sowohl aus dem Zusammenhange hervor, als auch daraus, dass ich im Folgenden (Capitel 3) ausführlich nachgewiesen habe, wie durch die verschiedenen Punkte eines Empfindungskreises ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$ u. s. w.) mit dem Punkte a des anderen Auges zusammen, wesentlich verschiedene Ortsempfindungen bezüglich der scheinbaren Lage im Raume vermittelt werden können. Ich bin ganz

mit Hasner darüber einverstanden, dass es sich bei der Auffassung eines Körpers „um einen höheren Act des Sehsinnes handelt, bei dem die Tiefenempfindung sich nur aus der Empfindung von Bildern auf den nicht identischen Retinapartien aufbauen kann.“ Dieses habe ich ja nämlich eben selbst in meinem 3. Capitel zu beweisen gesucht, indem ich nachwies, dass die verschiedenen, innerhalb eines correspondierenden Empfindungskreises liegenden empfindenden Punkte mit dem zugehörigen Punkte des anderen Auges zusammen freilich einfach sehen, aber bezüglich der Ortsempfindung im Raume verschieden und nicht identisch sind. Auch stelle ich durchaus nicht in Abrede, dass bei der Auffassung des Bildes eines Körpers eine Art Calcul eintritt, wozu aber (wie ja auch Hasner meint, und was ich besonders stark, den psychischen Erklärungen gegenüber, betont habe), jene spezifische Empfindung oder jene Synergie der beiden Netzhäute die Bausteine abgiebt. 1)

1) In Hasner's Arbeit sind noch ein paar Einzelheiten, über die ich nicht mit ihm einverstanden sein kann. Er sagt nämlich, man sehe ein Prisma bei stereoskopischer Betrachtung obliquen Objects mit den beiderseitigen Doppelstrichen von ungleichen Abständen (Fig. 31). In der That sieht man aber eben doch nur die eine Linie schräg vor der anderen, ein Bild, das eben so wohl auf zwei frei im Raum ausgespannte Fäden, oder auf eine einfache schräge Ebene, als auf die eine schräge Seite eines Prisma bezogen werden kann. Ein unzweifelhaftes Prisma würde man erst dann beim binoculären Sehen empfinden können, wenn wenigstens auf der einen Seite eine dritte Linie hinzukäme, welche im Projectionsbilde eines Prisma's wenigstens für das eine Auge nicht fehlen darf (Vgl. meine Schrift S. 76 ff.). — Auch mit folgenden von Hasner angegebenen Versuchen kann ich nicht übereinstimmen: Wenn man zwei gleiche Kreuze für beide Augen zeichnet und einen Punkt m für jedes Auge in ungleicher Entfernung von den Coordinatenaxen, so sollen, wenn man diese Bilder in die Richtung der Sehaxen bringt, wohl die Kreuze, nicht aber die Bilder der Punkte m in Eins zusammenfallen, wenn die Differenz der Abstände der Retinabilder dieser Punkte mehr als 0,002 Mm. beträgt.“ Selbst bei viel grösseren Differenzen der Lage des Punktes sehe ich ein einfaches Sammelbild desselben, ebenso wie des Kreuzes, so lange nämlich die Lagendifferenz der beiderseitigen Punkte nicht grösser ist, als dass das Netzhautbild innerhalb desjenigen subjectiven correspon-

Vor Allen hat aber Volkmann sich bemüht nachzuweisen, dass meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise nicht nur den Corollarsatz, sondern auch den Hauptsatz der ursprünglichen Lehre von den identischen Punkten vernichten würde.

Er sucht dies zunächst mathematisch zu beweisen. Seine mathematische Deduction leidet aber an dem allerdings sehr merkwürdigen Fehler, dass er mit denselben Ausdrücken b' , c' , d' u. s. w. zweierlei verschiedene Werthgrößen bezeichnet! Denn erstens bezeichnet er so diejenigen Punkte, die wirklich immer mit einem Punkte a der anderen Netzhaut Doppelbilder geben müssen, als nicht identische oder nicht correspondirende Punkte im ursprünglichen Sinne, und zweitens bedient er sich derselben Bezeichnungen für die in einem correspondirenden Empfindungskreise gelegenen Punkte, welche gerade in der Beziehung, auf die es hier ankommt, sich von den genannten Punkten b' , c' , d' u. s. w. unterscheiden und daher einen ganz anderen Werth haben. Die innerhalb eines correspondirenden Empfindungskreises, in dem von mir aufgefassten Sinne, gelegenen Punkte sind ja nämlich eben dadurch charakterisirt, dass sie mit jenem Punkte a der anderen Netzhaut bei gleichzeitiger Erregung nicht Doppelbilder geben müssen, wie dies bei gleichzeitiger Erregung der Punkte b' , c' , d' u. s. w. geschieht, sondern dass sie mit demselben eine einfache Empfindung vermitteln können. Die mathematische Deduction würde also durchaus eine andere Bezeichnung für die innerhalb des correspondirenden Empfindungskreises gelegenen Punkte verlangen haben, etwa β , γ , δ u. s. w. Alsdann würde aber Volkmann's ganze mathe-

direnden Empfindungskreises fällt, welche dem vom anderen Punkte getroffenen Netzhautpunkte des anderen Auges entspricht, und vorausgesetzt, dass die beiden Punkte eine in beiden Gesichtsfeldern entsprechende Lage zum Kreuze haben, d. h. oben und links, oder oben und rechts, oder unten und links, oder unten und rechts. Je nach der Lage des Punktes im rechten und linken Bilde kann das Sammelbild desselben natürlich vor oder hinter dem Kreuze, oder in gleicher Ebene mit demselben liegend erscheinen.

matischer Beweis in nichts zusammenfallen, denn derselbe ruht allein auf der grundfalschen Voraussetzung, dass b' , c' , d' u. s. w. wirklich vollkommen gleichwerthig und identisch sein sollen, mit den von mir als β , γ , δ u. s. w. angeführten Grössen.

Volkmann hat sich aber nicht auf seinen mathematischen Beweis beschränkt, sondern sucht auch in anderer Weise darzuthun, dass die Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise nicht nur den Corollarsatz, sondern auch den Hauptsatz der Lehre von den identischen Punkten vernichten müsste. Er meint nämlich, dass sämtliche innerhalb eines correspondirenden Empfindungskreises gelegenen Punkte in jeder Beziehung unter sich gleichwerthig und identisch sein sollen! Indem er sich bemüht dieses durch besondere Versuche zu widerlegen, vergisst er, dass diese Punkte nach meiner Aufstellung eben nur das mit einander gemein haben sollen, dass sie mit einem bestimmten Punkte a der anderen Netzhaut zusammen ein einfaches Bild geben können. Dieses einfache Bild ist aber, wie ich dargethan habe, ein räumlich wesentlich verschiedenes, je nachdem es zu Stande kommt durch Zusammenwirken des Netzhautpunktes a im einen Auge mit dem einen oder mit dem anderen der innerhalb eines und desselben Empfindungskreises liegenden Punkte, mit α oder mit β , oder mit γ oder mit δ u. s. w. Volkmann ist hier offenbar eben durch den Sprachgebrauch verwirrt worden, auf den er sich beruft, und „demzufolge in der physiologischen Optik die Worte correspondirende und identische Netzhautpunkte als synonym gebraucht werden!“ Volkmann vergisst hier nämlich, dass die Bezeichnung identische Netzhautpunkte auch bei der ursprünglichen Aufstellung kein ganz bezeichnender war, indem er sich auch bei dieser, ebenso wie bei meiner Aufstellung, nur darauf beziehen sollte, dass diese Netzhautpunkte mit einander ein einfaches Bild geben können. Eine absolute Identität der durch zwei „identische“ Netzhautpunkte vermittelten Empfindung hat dieser Ausdruck meines Erachtens auch bei der ursprünglichen Aufstellung nicht ausdrücken sol-

len, denn es war ja schon damals ganz klar, dass der Ort im Raume, der durch Synergie zweier „identischer“ Netzhautpunkte empfunden wird, bei einer jeden Veränderung der Augenstellung ein verschiedener, also ein nicht identischer wird, und dass ferner z. B. eine verschiedene Färbung oder Beleuchtung derjenigen Bildpunkte, welche gleichzeitig auf zwei „identische“ Netzhautpunkte fallen, ganz verschiedene, nichts weniger als identische Sammelbilder vermitteln kann.

Volkman hat aber auch noch durch besondere Versuche meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise zu widerlegen gesucht. Er zeigte nämlich, dass nicht ein jeder beliebige Eindruck, der einen Punkt α in einem Auge trifft, mit einem jeden beliebigen anderen Eindrucke, der einen anderen „differenten“, aber innerhalb des ihm correspondirenden Empfindungskreises des anderen Auges liegenden Punkt β, γ, δ u. s. w. trifft, nothwendig und unter allen Umständen eine einheitliche Empfindung vermittelt, indem z. B. wohl je ein, zwei oder drei Punkte des einen Bildes mit je einem, zwei oder drei Punkten des anderen Bildes combinirt werden können, nicht aber z. B. ein Punkt des einen Bildes mit zwei einander sehr nahe liegenden Punkten des anderen Bildes. Dieses ist eine Thatsache, die mir bei Abfassung meiner Arbeit vollkommen wohl bekannt war. Volkman hätte für dieselbe in meiner Schrift Belege genug finden können, z. B. in Fig. 6, dem Sammelbilde von Fig. 5 bezüglich der Zahl 6, in Fig. 23, dem Sammelbilde von Fig. 22 oben und rechts an den Conturen des Kreuzes, in Fig. 24, dem Sammelbilde der Fig. 23, am Zügel und am Rücken des Pferdes, im Sammelbilde der Fig. 25 an vielen Stellen der in entgegengesetzter Richtung schraffirten Linien, und ferner in den auf S. 42, 43, 58 und 59 angeführten Beispielen. Wenn Volkman nicht diese von mir selbst herrührenden Versuche übersehen hätte, so würde er es gewiss vorgezogen haben, dieselben zu citiren, anstatt andere Beispiele vorzuführen, die dasselbe darthun, aber die den Lesern des Archivs für Ophthalmologie, denen meine Brochure vielleicht nicht zu Gesicht gekommen ist, als ganz neu und als ihm eigenthümlich erscheinen müssten. Volkman scheint aber

ebenfalls übersehen zu haben, dass eine, wie mir scheint, recht befriedigende Erklärung der in Rede stehenden, von ihm gegen meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise geltend gemachten Thatsache in gewissen anderen, in meiner Schrift mitgetheilten, von ihm aber mit keiner Silbe erwähnten Thatsachen enthalten ist. Diese Erklärung würde Volkmann wohl nicht entgangen sein, wenn er nicht von der zu Anfang seiner Abhandlung ausgesprochenen Voraussetzung ausgegangen wäre, dass die stereoskopischen Erscheinungen den Physiologen nur zu zwei Fragen veranlassen, nämlich über die Ursache des Einfachsehens und der Tiefenempfindung, während doch in der That sehr viel mehr Fragen in Betracht kommen! Anstatt aber die aus meinen Untersuchungen leicht abzuleitende sinnliche Erklärung zu discutiren, octroyirt Volkmann den Lesern des Archivs für Ophthalmologie seine psychischen Erklärungen. Da wir indess später auf meine Erklärungen und auf Volkmann's psychologische Hypothesen zurückkommen werden, mag es mit Rücksicht auf Volkmann's Versuche hier vorläufig genügen, darauf aufmerksam zu machen, dass meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise der ursprünglichen Aufstellung der correspondirenden oder sogenannten identischen Netzhautpunkte gegenüber, in keiner Weise durch die angeführte Thatsache alterirt wird. Denn meine Aufstellung setzt ja durchaus nicht voraus, dass mehrere verschiedene Eindrücke, durch welche mehrere innerhalb eines correspondirenden Empfindungskreises liegende Punkte getroffen werden, mit einem Eindrücke, der den zugehörigen empfindenden Punkt im anderen Auge trifft, zu einer einheitlichen Empfindung verschmelzen müssten. Sie besagt nur, dass ein Eindruck, der einen Netzhautpunkt des einen Auges trifft, mit einem Eindrücke, der nicht den ganz correspondirenden Punkt, aber doch einen innerhalb eines gewissen, correspondirenden Bezirkes (oder Kreises) im anderen Auge gelegenen Punkt trifft, einfach empfunden werden kann. Es wäre ja die alte Aufstellung schon unhaltbar, wenn es in einem einzigen Falle möglich wäre zu zeigen, dass es nicht wahr ist, wenn man behauptet, dass nur ein einziger, unwandelbar be-

stimmter Punkt des einen Auges mit einem einzigen unwandelbar bestimmten Punkte des anderen Auges bei gleichzeitiger und wirksamer Erregung einfach sehen kann, und dass es falsch ist, wenn man sagt, dass die Erregung eines solchen Punktes in einen, und irgend eines anderen Punktes im anderen Auge immer ein Doppelbild hervorrufen müsse.

Wenn Volkmann endlich durch fernere Versuche nachgewiesen hat, dass die Grösse der correspondirenden Empfindungskreise in meinem Sinne bei verschiedenen Individuen ziemlich verschieden ist, dass dieselbe auch bei denselben Individuen zeitweilig etwas variiren kann, und dass die correspondirenden Empfindungskreise in meinem Sinne auf verschiedenen Partien der Netzhaut einen verschiedenen Durchmesser haben, so widerspricht das Alles natürlich meiner Auffassung in keiner Weise, sondern erscheint mir im Gegentheil nur als eine sehr willkommene nähere Präcisirung derjenigen Thatsache, die ich durch Aufstellung meiner correspondirenden Empfindungskreise habe ausdrücken wollen.

Wenn also meine Auffassung der früheren und ursprünglichen Aufstellung der sogenannten identischen oder correspondirenden Netzhautpunkte correct ist, was ich doch hoffe, so kann es doch keinem Zweifel unterworfen sein, dass Hasner und Volkmann geirrt haben, indem sie mir das Recht absprechen, zu behaupten, „dass der Hauptsatz dieser Lehre durch meine Aufstellung in keiner Weise alterirt wird, während aber der Corollarsatz, der nicht mit Nothwendigkeit aus dem Hauptsatze gefolgert werden kann, durch dieselbe aufgehoben wird.“ Es ist und bleibt, wie gesagt, eine von jeder Erklärung, Hypothese oder Theorie unabhängige, empirisch festgestellte und unerschütterliche Thatsache, dass ein jeder empfindende Netzhautpunkt des einen Auges einen correspondirenden Empfindungskreis (in dem von mir aufgestellten Sinne) im anderen Auge hat, der dadurch charakterisirt ist, dass jeder der einzelnen empfindenden Punkte, die er umfasst, mit jenem Punkte im anderen Auge zusammen einfach sehen kann, d. h. ohne Auftreten von Doppelbildern, während früher in jenem Corollarsatze be-

hauptet wurde, dass ein jeder empfindende Netzhautpunkt in einem Auge nur mit einem einzigen empfindenden Netzhautpunkte des anderen Auges einfach sehen könnte, d. h. ohne Auftreten von Doppelbildern. Es versteht sich hiernach von selbst, dass ich auch berechtigt war, dieser Aufstellung (S. 62) hinzuzufügen, dass die Lehre vom Horopter, als Consequenz der Aufstellung der correspondirenden oder identischen und der nicht correspondirenden oder nicht identischen Punkte, durch die in Rede stehende Thatsache ebenfalls alterirt werde. Wenn nämlich der Horopter als derjenige Raum definirt wird, dessen Punkte sämmtlich, bei unveränderter Augenstellung, einfach gesehen werden, so ist es nach Obigem klar, dass derselbe keine einfache Fläche darstellt, sondern eine gewisse Tiefe hat. Diese Tiefe wird empfunden, indem die Synergie eines Punktes a der einen Netzhaut mit einem jeden der innerhalb des ihm correspondirenden Empfindungskreises gelegenen Punkte mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ u. s. w. eine specifisch verschiedene ist und eine verschiedene Tiefe im einfach gesehenen Raume (oder im Horopter) erkennen lässt. Will man den Begriff des Horopters im bisherigen Sinne festhalten, so mag man ihn zum Unterschiede vom wirklichen oder empirischen Horopter, den idealen Horopter nennen, und als diejenige ideale Fläche bezeichnen, in der (bei gegebener Augenstellung) die Projectionslinien der Mittelpunkte der beiderseitigen correspondirenden Empfindungskreise zusammenstossen.

Bevor ich nun zur Discussion der von mir einerseits und von Volkman andererseits gegebenen Erklärungen verschiedener, das binoculare Sehen betreffenden Erscheinungen übergehe, muss ich mir hier noch erlauben, die wichtigsten der in meiner Schrift veröffentlichten, auf experimentellem Wege festgestellten, auf das Sehen mit zwei Augen bezüglichen Thatsachen mitzutheilen. Da nämlich Volkman diese Thatsachen, welche mir geeignet scheinen eine Theorie des binocularen Sehens anzubahnen, grösstentheils gar nicht berücksichtigt hat, obgleich sie doch auch für die von ihm zur Sprache gebrachten Erscheinungen sehr bedeutsam sind, und da ich

nicht voraussetzen darf, dass meine Brochure allen Lesern des Archivs für Ophthalmologie oder der vorliegenden Zeitschrift zu Gesicht gekommen ist, so dürfte ein kurzes Resumé derselben hier an seinem Platze sein.

Diese Thatsachen, deren experimentelle Begründung in meiner Schrift enthalten ist, auf welche ich in dieser Beziehung verweisen muss, sind folgende:

1) Die vom Licht afficirten Augen nehmen, wenn sie nicht einen bestimmten Gegenstand fixiren, eine individuell bestimmte Stellung ein, die von derjenigen der wie zum Schlafen geschlossenen Augen abweicht, und welche beim Sehen unter allen Augenstellungen die bequemste ist. Ich habe dieselbe die natürliche Augenstellung genannt.

2) Zwei einander entsprechende Conturen, welche beiden Augen dargeboten werden, dominiren innerhalb gewisser Grenzen die Augenstellung, indem sie zum Fixiren und dadurch zum einheitlich Sehen zwingen, vorausgesetzt dass die Conturen zur Querachse der Augen eine senkrechte oder schräge Stellung einnehmen, dass sie deutlich und einander ähnlich sind. Objecte, welche durch diese Eigenschaften die Augenstellung bestimmen helfen, habe ich dominirende Objecte genannt.

3) Conturen beider Netzhautbilder, die einander weder kreuzen noch berühren, machen sich beim Sehen mit zwei Augen auf Kosten der gleichmässig gefärbten Flächen geltend. Insofern die Conturen beider Sehfelder sich im Sammelbilde in dieser Weise verhalten, findet eine einfache und unveränderte mosaikartige Eintragung der Conturen beider Netzhautbilder in das gemeinschaftliche Gesichtsfeld statt.

4) Ausser den Conturen, mit der ihnen eigenthümlichen Färbung, kommt auch die denselben zunächst anliegende Grundfärbung beider Netzhautbilder im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde zur Geltung, und zwar in um so grösserem Umfange, je grösser der Farbencontrast oder die Empfindlichkeit der Netzhäute ist.

5) Verschiedene Conturen beider Sehfelder, die einander im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde kreuz-

zen oder berühren, stören einander durch abwechselndes Hervortreten der Conturen (mit ihrer anliegenden Grundfärbung) des einen und des anderen Bildes, und zwar werden unter sonst gleichen Umständen dicke Conturen durch scharfe und dünne stärker gestört als umgekehrt.

6) Wenn man dem einen Auge ein gefärbtes Bildobject so darbietet, dass es sich im Sammelbilde mit einem anders gefärbten Bildobjecte kreuzt, das dem anderen Auge gleichzeitig dargeboten wird, so zeigen die im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde wahrnehmbaren Farben folgendes Verhalten: Sind die Conturen beider Bilder so verschieden, dass eine vollständige Deckung derselben nicht möglich ist, so kommt an jeder Contur die ihr im Einzelbilde anliegende Grundfärbung nach der sub 4 angegebenen Regel zu exclusiver oder fast exclusiver Geltung. An den Bildtheilen aber, wo sich nur die verschiedenen Grundfärbungen oder congruente Conturen decken, macht sich eine wirkliche Farbenmischung oder ein Alterniren der Farben bemerkbar. Je nach der Intensität und Lichtstärke der in Anwendung gebrachten Farben kann man hierbei 3 Fälle unterscheiden: a) Wenn die eine Farbe die andere an Intensität und Lichtstärke bedeutend übertrifft, so ist sie über die schwächere Farbe absolut und bleibend vorherrschend. b) Wenn beide Farben eine gleiche, aber mässige oder geringe Intensität und Lichtstärke besitzen, so ist die Farbenmischung vorherrschend; es tritt aber doch gewöhnlich bald die eine, bald die andere Componente derselben deutlich hervor. c) Wenn Farben von grosser aber gleicher Intensität und Lichtstärke in Anwendung kommen, so tritt abwechselnd die eine und die andere Farbe in so unruhigem Wechsel hervor, dass die Mischfarbe leicht ganz übersehen werden kann; sie ist aber doch vorhanden und besonders beim Uebergange der einen in die andere Farbe deutlich wahrnehmbar. Der bisherige Streit über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Mischfarbe, welche bis dahin unzweifelhaft nur bei polarisirten Farben von Dove und theilweise bei Anwendung verschieden gefärbter Gläser von Brücke, nicht aber für Pigmentfarben, nachgewiesen war, erklärt sich aus der

Leichtigkeit, mit welcher das Urtheil über eine Farbenmodification in der von Brücke angegebenen Weise verschoben wird. Bei der von mir angegebenen Einrichtung des Versuches, welche es möglich macht, gleichzeitig im Sammelbilde die ursprüngliche Farbe und die Mischfarbe wahrzunehmen und zu vergleichen, kann über die wirkliche Wahrnehmung der Mischfarbe auch bei Pigmentfarben kein Streit mehr bestehen. Die Anwendung eines schwarzen Grundes, auf welchem die farbigen Bildobjecte angebracht sind, begünstigt die Wahrnehmung der Farbmischung, und ermöglicht selbst die Combination passend gewählter Complementarfarben zu Weiss. — Das Alterniren der Farben erfolgt nicht im ganzen Sammelbilde gleichzeitig, und beim Uebergange der einen Farbe zur anderen kommt die Mischfarbe während kürzerer oder längerer Dauer fast ausnahmslos zur Wahrnehmung.

7. Conturen, die nicht ganz congruent sind, können, sofern sie einander im Uebrigen ähnlich sind, bei gleichzeitiger und wirksamer Erregung der einander beinahe, aber nicht vollständig correspondirenden Netzhautpunkte im Sammelbilde einfach, d. h. ohne Doppelbilder, gesehen werden, wenn sie nur innerhalb correspondirender Empfindungskreise der beiden Netzhäute fallen.

8. Bezüglich derjenigen eigenthümlichen Wahrnehmung der Tiefe, welche in dieser specifischen Weise nur beim Sehen mit zwei Augen möglich ist, liessen sich folgende Thatsachen feststellen:

- a) Damit der genannte Effect eintritt, ist es nothwendig, dass diejenigen Linien oder Punkte beider Netzhautbilder, welche einander zur Hervorbringung des körperlichen Effects im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde decken sollen, einigermassen gleichlaufend, und dass sie auch bezüglich der Conturen und Farben einander einigermassen ähnlich sind.
- b) Es ist für denselben durchaus nothwendig, dass diejenigen Linien, welche im Sammelbilde diesen Effect hervorbringen sollen, eine senkrechte oder schräge Stellung haben (dominirende Linien cfr. supra sub 2).

Horizontale Linien bedingen an sich keinen körperlichen Effect, und wenn sie in Verbindung mit senkrechten oder schrägen Linien eine bestimmte Stellung in der Dimension der Tiefe einzunehmen scheinen, so ist man hierzu nicht durch die Empfindung selbst gezwungen, sondern nur geneigt sie mit denjenigen senkrechten oder schrägen Linien verbunden sich vorzustellen, denen sie an Stärke und in anderen Eigenschaften am ähnlichsten sind.

- c) Die relative Stärke der Conturen, welche für die Auffassung einer stereometrischen Figur beim Sehen mit einem Auge von so grossem Einflusse ist, ist für den in Rede stehenden, specifisch binoculären Effect gleichgültig, insofern senkrechte oder schräge Linien bei geeigneter Anordnung ebenso entschieden in den Vordergrund treten, wenn sie (gegen die Regeln der Zeichenkunst), schwach, als wenn sie stark sind, während sie bei anderer Anordnung eben so gut in den Hintergrund treten, wenn sie stark, als wenn sie schwach sind.
- d) Wenn jederseits zwei einander entsprechende Linien in Anwendung kommen, so ist es zur Hervorbringung des besprochenen Effects allerdings ganz unerlässlich, dass ihr Abstand von einander, wie gesagt in horizontaler Richtung, verschieden ist, es ist aber nicht nöthig, dass die Abstandsdifferenz so gering ist, dass sie im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde ohne Doppelbilder einfach gesehen werden, oder zu einem einheitlichen Bilde verschmelzen können. Denn auch bei grösseren Differenzen der Abstände, welche das Auftreten von Doppelbildern bedingen, ordnen sich die Linien des Sammelbildes in der Dimension der Tiefe nach bestimmten Regeln. Ein bemerkenswerther Unterschied macht sich indess zwischen diesen beiden Fällen bemerkbar. Bei geringer Differenz der Abstände zweier Doppellinien ist nämlich bei der Deckung des Bildes nur eine einzige Augenstellung und eine ganz bestimmte Lage der Linien des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes möglich, indem immer die aus

der äusseren der engen und der inneren der weiten Doppellinien combinirte Linie vorn, die aus der inneren der engen und der äusseren der weiten Doppellinien zusammengesetzte Linie hinten erscheint. Das Sammelbild ist ferner vollkommen ruhig und bestimmt, so dass das Bild überhaupt deutlicher und der Effect der Tiefe zwingender wird. Bei grösseren Differenzen der Abstände hingegen sind verschiedene Augenstellungen möglich, indem die Linien der beiden einzelnen Gesichtsfelder in verschiedener Weise combinirt werden können, wodurch, bezüglich der scheinbaren Lage der Linien, nach der Dimension der Tiefe, verschiedene Bilder entstehen. Diese Verschiedenheiten lassen sich in den Satz zusammenfassen, dass die durch Combination entstandene Linie vorgerückt erscheint, wenn der Abstand ihrer Componenten von einander geringer ist, als der Abstand der beiden anderen Linien von einander. Dieser Satz gilt ja übrigens auch für den Fall, wo die Differenz der Abstände so gering ist, dass ein reines einheitliches, nicht mit Nebenbildern behaftetes Sammelbild entsteht; denn die äussere der engen Doppellinien ist nothwendig immer der inneren der weiten Doppellinie näher, als die innere der engen Doppellinien der äusseren der weiten. Dieselbe Regel gilt auch für Kreise oder andere in sich geschlossene Figuren, und die bei ihrer Combination entstehenden Erscheinungen lassen sich aus derselben ableiten oder auf dieselbe zurückführen.

e) Es ist endlich für den in Rede stehenden eigenthümlichen Effect der Tiefe des Sammelbildes beim binocularen Sehen nicht durchaus nothwendig, dass jederseits zwei (oder mehrere) einander entsprechende, aber ungleich weit von einander entfernte Conturen vorhanden sind, sondern es genügt, wenn auf der einen Seite eine einzige Linie mit einer von zweien Linien der anderen Seite combinirt wird. Dabei erscheint, in Uebereinstimmung mit obiger Regel, unter allen Umständen diejenige Linie im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde vorn,

die derjenigen der beiden Linien des einen Gesichtsfeldes entspricht, welche der einfachen Linie des anderen Gesichtsfeldes am nächsten ist; diejenige Linie, die von der einfachen Linie des anderen Gesichtsfeldes am weitesten entfernt ist, erscheint dagegen hinten. Es ist hierbei ganz gleichgültig, mit welcher der beiden Doppellinien die einfache Linie im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde zur Deckung gebracht wird, so dass nicht etwa die durch Combination entstandene Linie mit Nothwendigkeit vorn erscheint. Die Combination der einfachen Linie mit einer der Doppellinien der anderen Seite, kann man leicht erzielen, wenn man die einfache Linie verschiebbar macht, ein Verfahren, das ich auch zur Bestimmung der natürlichen Augenstellung benutzt habe, und von dem Volkman n später verschiedene Anwendungen gemacht hat. Der in Rede stehende Effect ist weniger deutlich, wenn die Entfernung der Doppellinie auf der einen Seite ein gewisses Mass übersteigt, während auf der anderen Seite eine einfache, verschiebbare, jeder von jenen rücksichtlich der Form und Lage entsprechende Linie angebracht ist (S. 76). Dasselbe gilt in noch höherem Grade von Kreisen, wenn der innere Kreis bedeutend kleiner ist, als der äussere; in diesem Falle wird nämlich die Wahrnehmung der Tiefenverhältnisse im Sammelbilde so undeutlich, dass man sich kaum zu einem bestimmten Urtheile entschliessen kann (S. 77). Wenn dahingegen die Entfernung der Doppellinien oder Doppelkreise auf der einen Seite ein gewisses, dem individuellen Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise bei natürlicher Augenstellung einigermassen entsprechendes Mass nicht übertrifft, und wenn der einfache Kreis der einen Seite mit einem der anderseitigen gleich gross ist, so ist der Effect der Tiefe ganz deutlich wahrnehmbar, ob schon immer etwas weniger bestimmt markirt, als wenn auch die zweite der im Sammelbilde erscheinenden Li-

nien (oder Kreise) durch eine zweite Componente verstärkt worden ist.¹⁾

1) Diese Umstände hat Herr Bergmann in den Göttingischen Annalen nicht in Betracht gezogen, deshalb ist ihm auch dieser Versuch nicht recht gelungen. Bei Betrachtung meiner Fig. 53, wo links zwei 3 Mm. von einander entfernte, senkrechte Linien angebracht sind, während rechts nur eine Senkrechte vorhanden ist, konnte er nicht meine Angabe constatiren, der zufolge die eine dieser Linien im Sammelbilde schräg vor der anderen zu liegen scheint. Bei stereoskopischer Betrachtung meiner hier wieder abgedruckten Fig. 54 gesteht er freilich, dass auch ihm der innere Ring etwas schräg zu liegen schien, so dass die eine Seite sich über das Niveau des äusseren Kreises erhebt, die andere hinter dasselbe zurücktritt. Er will aber nur zugeben, dass ihn bei diesem Versuche die Täuschung „angewandelt“ habe, und er räumt nicht ein, dass sie von der zwingenden Natur ist, wie bei der stereoskopischen Betrachtung meiner ebenfalls hier wieder abgedruckten Fig. 33. Er behauptet „jene Täuschung gehöre offenbar einer ganz anderen Kategorie an und könne nicht mit dieser in eine Theorie zusammengefasst werden.“ Wenn Herr Bergmann berücksichtigt hätte, dass die beiden Senkrechten im linken Bilde meiner Fig. 53 drei Mm., die beiden concentrischen Kreise in Fig. 54 aber kaum $1\frac{1}{2}$ Mm. von einander entfernt sind, und dass ich ausdrücklich hervorgehoben habe, dass der Tiefeneffect bei dieser Einrichtung des Versuchs ausserordentlich geschwächt wird, wenn der Abstand der einseitig vorhandenen Doppellinien von einander grösser wird, so würde er doch vielleicht auf den Gedanken gekommen sein, ob nicht der offenbar ungewöhnlich kleine Durchmesser seiner correspondirenden Empfindungskreise daran Schuld sein sollte, dass er die Tiefenempfindung bei Betrachtung meiner Fig. 53, die mir und vielen Anderen ganz unverkennbar ist, nicht wahrnahm, und dass dieselbe ihn bei Betrachtung meiner Fig. 54 nur „anwandelte“. Er würde dann den Abstand der Doppellinien in beiden Objecten, besonders aber im ersteren kleiner gemacht haben, und vielleicht würde er schon alsdann den Tiefeneffect in beiden Objecten deutlich wahrgenommen haben. Dass der Effect bei Fig. 33 etwas stärker ist, als bei Fig. 54, kann nicht befremden, weil dort beide im Sammelbilde erscheinende Ringe aus zweien combinirt sind. Der Effect wird ja nämlich offenbar eben durch die Combination der beiderseitigen Kreise beim Binocularesehen hervorgebracht. Es kann nun dem entsprechend vorkommen, dass das eine Auge, wegen ungleicher Accommodation oder Sehkraft, den einfachen Ring der Fig. 54 erheblich deutlicher oder undeutlicher sieht, als das andere Auge die beiden anderen Kreise, und es muss alsdann der in Rede stehende Effect bei einem solchen Individuum weniger

Diese angeführten Thatsachen sind ebenso wie die Thatsache, dass ein empfindender Punkt *a* im einem Auge mit einem

deutlich werden, als bei einem anderen, das mit beiden Augen beide Objecte gleich deutlich sieht (Vgl. meine grössere Schrift S. 38). Ein

Fig. 33.

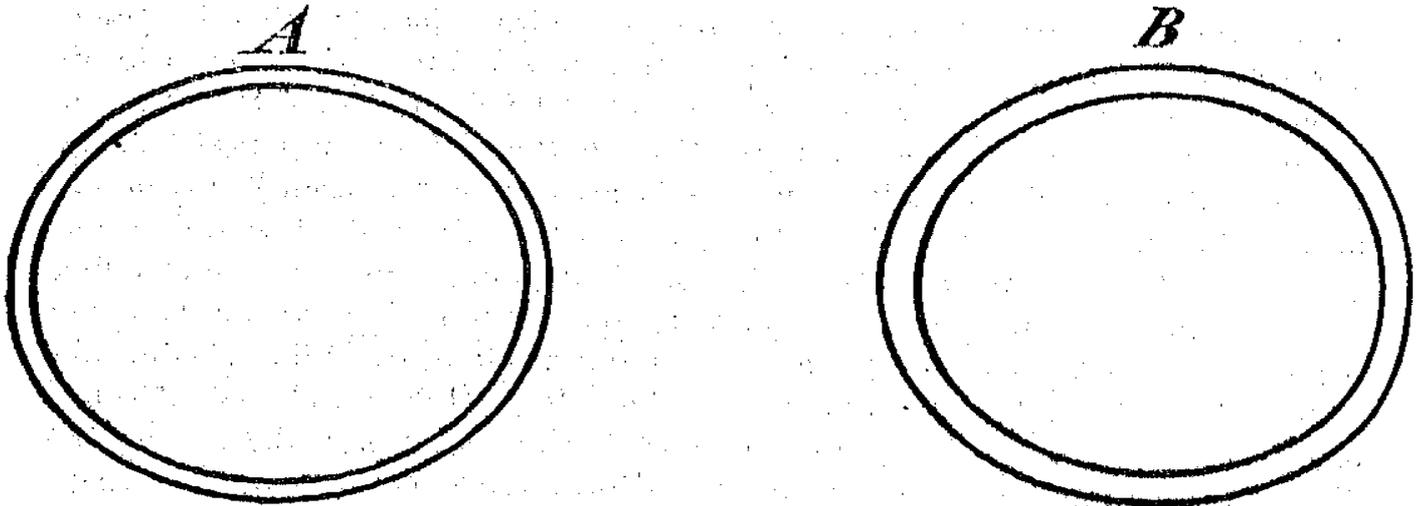


Fig. 54.



solches Individuum kann sich indessen in solchem Falle helfen, wenn es, wie ich es bei den Versuchen mit den farbigen Objecten ausdrücklich angegeben habe, dasjenige Auge, welches sein Object am schärfsten sieht, durch Zusammenklemmen der Augenlieder etwas abschwächt, oder wenn es, bei unvollkommener Accommodation des einen Auges, das am undeutlichsten sehende Auge durch ein passendes Brillenglas unterstützt. — Bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse und bei Vergleichung beistehender Objecte unter dem Stereoskop, glaube ich, wird

jeden innerhalb des ihm correspondirenden Empfindungskreises im anderen Auge gelegenen Punkte α , β , γ , δ u. s. w. unter geeigneten Verhältnissen einfach sehen kann, von einer jeden Erklärung, Theorie oder Hypothese unabhängig; den Thatsachen müssen sich aber natürlich die Erklärungen accommodiren, und eine Theorie kann nur dann auf Geltung Anspruch machen, wenn die Thatsachen ihr nicht widersprechen.

Ich habe nun allerdings gesucht diese angeführten Thatsachen zunächst einzeln zu erklären, d. h. sie einzeln auf ihre respectiven Grundbedingungen zurückzuführen, aber, ich wiederhole es: „wohl fühlend, dass eine vollständige, einheitliche Theorie, welche auf die letzten Ursachen zurückgeht, als dem Grenzgebiete unseres Wissens angehörig, noch nicht durchgeführt werden kann und vielleicht niemals wird durchgeführt werden können, hätte ich gern hiermit die Arbeit beschlossen! Wenn ich dennoch im Schlussworte einen Versuch gemacht habe, die Art und Weise, wie die eigenthümlichen Empfindungen des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes zu Stande kommen, näher festzustellen und zum Theil auf die Anordnung der Nerven-elemente zurückzuführen, so bin ich mir dabei sehr wohl bewusst gewesen, dass dieser Erklärungsversuch nur eine Hypothese ist, der ich selbst keinen weiteren Werth beilege, als dass sie der Auffassung und dem Gedächtnisse zu Hülfe kommt!“ (S. 2.)

Diejenigen Erklärungen, auf die ich mich Gewicht zu legen berechtigt glaubte, beziehen sich also auf die einzelnen angeführten Thatsachen und sind etwa folgende:

ad 1 und 2. Die Thatsachen der natürlichen Augenstellung und der dominirenden Objecte schienen mir nur durch die Annahme genügend erklärt werden zu können, dass die Augenstellung beim Sehen mit zwei Augen zum Theil von einem rein sinnlichen Momente abhängt, das als Reflex-

der Leser mit mir einig sein, dass durchaus kein Grund vorliegt, die wahrgenommenen Täuschungen als „nicht gleicher Ordnung“ anzusehen, und dieselben, wie Herr Bergmann es will, „in ganz verschiedene Kategorien zu bringen.“

action dem Sehacte immanent ist. Dabei habe ich aber zugegeben, dass dieselbe zum Theil auch von psychischen Momenten bestimmt wird, zu welchen auch die sogenannte „Scheu vor Doppelbildern“ zu zählen ist. Es lässt sich bezüglich dieser nämlich nachweisen, dass die Unannehmlichkeit, die oft, aber nicht immer, beim Auftreten von Doppelbildern empfunden wird, von dem Wunsche und Bestreben, sachgemäss zu sehen, herrührt. Der eigenthümliche Sinnesreiz der Doppelbilder ist, ohne dies Bestreben, an und für sich nichts weniger als unangenehm, wenn er gleich (wie bei einem Feuerwerk) als starker Reiz ermüdend ist. Bezüglich des speciellen Nachweises, dass wirklich beide diese Momente und nicht etwa nur eines derselben für die Einstellung der Augen beim Sehen in Betracht kommt, muss ich hier auf meine grössere Schrift S. 27—29 verweisen.

ad 3 und 4. Die Thatsachen der mosaikartigen Eintragung der Conturen, die sich weder kreuzen noch berühren, in das Sammelbild, und die Ueberführung der einer Contur zunächst anliegenden Grundfärbung mit der Contur selbst in das gemeinschaftliche Gesichtsfeld, schien mir eine befriedigende Erklärung durch die Annahme zu finden, dass die Conturen mit den ihnen zunächst anliegenden Grundfärbungen beim Sehen mit zwei Augen sich als Sinnesreize von ganz ausgezeichneter Stärke vor dem einfachen Licht- und Schattenreize (ohne Conturen) auszeichnen. Gegen die Erklärung, der zufolge die Aufmerksamkeit, durch den Contrast unwillkürlich angezogen, die Wahrnehmung des Sammelbildes in so auffallender Weise modificiren sollte, habe ich zunächst folgende apriori'sche Bedenken erhoben; 1) Die Aufmerksamkeit ist dem Willen des Beobachters in der Weise unterthänig, dass sie den schwächsten wie den stärksten Eindrücken, die wirklich zur sinnlichen Perception kommen, zugewandt werden kann. Am stärksten wird sie freilich von den starken Sinnesindrücken gefesselt, aber nicht unwiderstehlich, und nur bei gedankenlosem Beschauen wird sie regelmässig und unwillkürlich von den starken Eindrücken angezogen. 2) Die Aufmerksamkeit kann

nur den durch die Sinneseindrücke gegebenen Inhalt, und zwar ganz unverändert, bei der sinnlichen Wahrnehmung aufnehmen. Wir können nun aber die mosaikartige Eintragung der Conturen auch dann noch deutlich wahrnehmen, wenn wir die ganze Aufmerksamkeit der Grundfärbung desjenigen Feldes zuwenden, in welchem keine Conturen verzeichnet sind, und wir empfinden im Sammelbilde deutlich die überwiegende Stärke der einer Contur des Einzelbildes anliegenden Grundfärbung auch dann im Umfange der Contur deutlich, wenn wir unsere volle Aufmerksamkeit der abweichenden Grundfärbung des anderen Bildes zuwenden. Hieraus folgt, dass die in Rede stehenden Thatsachen nicht von dem Einflusse der Aufmerksamkeit abhängen, indem sie trotz derselben erfolgen. Es lässt sich aber auch noch ferner nachweisen, dass der unmittelbare objective Sinnesreiz, den die Conturen und die ihnen zunächst anliegenden Grundfärbungen hervorbringen, wirklich sehr stark ist, stärker als Licht- und Schattenreiz ohne Conturen bei gleicher Beleuchtung. Hier von zeugt nämlich einerseits das Auftreten von inducirten Farben schwarzer Conturen auf farbigem Grunde, bei heller Beleuchtung beider Gesichtsfelder. Die Farbe, welche inducirt wird, ist dabei allein abhängig von der Farbe des Grundes, auf dem die Conturen verzeichnet sind, und ist unabhängig von der Färbung des gleichmässigen, hellen Feldes. Auch beim monocularen Sehen treten im Wesentlichen gleiche Erscheinungen auf, nur viel schwächer, was theils davon herrühren dürfte, dass die ungleichartigen Erregungen beim binocularen Sehen gleichzeitig statthaben, so dass der stärkere Erregungszustand der den Conturbildern anliegenden Netzhautpartieen bleibend ist und ruhig beobachtet werden kann, theils aber auch davon, dass die sensorielle Erregung des Centralapparates beim binocularen Sehen überhaupt stärker ist, was sich schon durch die grössere Helligkeit des gemeinschaftlichen, als des einzelnen Gesichtsfeldes kundgiebt. Dass es die Stärke der sinnlichen Erregung an sich ist, welche, unabhängig von psychischen Einflüssen, die angeführten Erscheinungen bedingt, geht aber vorzüglich auch noch daraus hervor, dass die

subjective Empfindlichkeit der Netzhaut sich bei allen den genannten Versuchen in ausgezeichneter Weise geltend macht. Wenn diese Empfindlichkeit grösser ist, so treten auch die Schatten oder Höfe an den Conturen viel stärker auf, und zugleich erscheinen die subjectiven Inductionsfarben viel leichter und selbst unter Verhältnissen, unter denen sie bei geringerer Empfindlichkeit nicht wahrgenommen werden.

ad 5 und 6. Sowohl die eigenthümliche Störung des Sammelbildes durch die einander im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde kreuzenden oder berührenden Conturen, als auch das merkwürdige Verhalten der Farben des Sammelbildes, wenn die dem einen und dem anderen Auge dargebotenen Objecte verschiedenfarbig sind, schien mir nur durch die Wechselwirkung der beiderseitigen verschiedenartigen Netzhauterregungen im Centralapparate der Gesichtsempfindung, im Gehirn selbst, erklärt werden zu können. Das Resultat der Wechselwirkung kann in diesen beiden Gruppen der Erscheinungen einen zweifachen Charakter haben, indem sich nämlich entweder eine wahre Vermischung und Verschmelzung oder ein Alterniren der verschiedenartigen, beiderseitigen Netzhautindrücke geltend macht. Diese beiden verschiedenen Wechselwirkungen können indess in beiden Gruppen neben und nach einander zur Beobachtung kommen. Ob die Vermischung oder das Alterniren der von beiden Seiten verschiedenartigen Eindrücke vorherrscht, ist von der objectiven Stärke der beiderseitigen Erregungen abhängig, indem nämlich die Vermischung oder Verschmelzung durch eine geringe, das Alterniren hingegen durch eine bedeutende Stärke der Erregung begünstigt wird, wobei theils die objective Elongation der Aetherschwingungen (Dove), theils aber auch die subjective Erregbarkeit oder Empfindlichkeit für den Grund der Erregung massgebend ist.

Diese Thatsachen durch den psychischen Einfluss der Aufmerksamkeit zu erklären, ist meines Erachtens geradezu unmöglich. Schon das Alterniren der verschiedenen Conturen

und Farben wird durch diese Hypothese nicht genügend erklärt, weil sie es unerörtert lässt, warum gerade diejenigen Theile der Conturen des Sammelbildes, die sich kreuzen oder berühren, einander stören und nur abwechselnd den Inhalt des einen oder des anderen Einzelbildes zur Erscheinung kommen lassen, während die einander nicht kreuzenden oder nicht berührenden Theile im Sammelbilde bleibend und rubig erscheinen. Dieser Unterschied des Verhaltens der im Sammelbilde einander kreuzenden oder berührenden und der neben einander liegenden Conturen beweist einerseits, dass die Erscheinung nicht von der abwechselnden Aufmerksamkeit auf den Inhalt des einen oder anderen Netzhautbildes in seiner Totalität abhängen kann, und andererseits, dass auch von einer abwechselnden Erlahmung der einen und der anderen Retina in ihrer Totalität nicht die Rede sein kann. Der Annahme aber, dass die Aufmerksamkeit nur für die einander kreuzenden oder berührenden Bildtheile alterniren sollte, wird entschieden dadurch widersprochen, dass der Wechsel der incongruenten oder verschiedenfarbigen Bildtheile von der Willkür und von der bewusst auf das eine oder andere Bild gerichteten Aufmerksamkeit ganz und gar unabhängig ist. Man mag sich noch so eifrig bemühen, das eine oder das andere der sich kreuzenden Conturbilder, oder die eine oder die andere der mit einander gleichsam wetteifernden Farben durch Anstrengung der Aufmerksamkeit fest zu halten, so erlischt dieses Bild; dass wir uns fest zu halten angelegentlichst bemühen; doch vor unseren offenen Augen, und das andere Bild oder die andere Farbe, der wir keine Aufmerksamkeit schenken wollen, macht sich geltend, erst hier, dann dort, an ganz unbestimmten Stellen, dann überall, um darauf wieder vom anderen Bilde verdrängt zu werden. — Ist nun die Aufmerksamkeitserklärung schon dem Alterniren oder dem Wettstreite der Einzeltheile der beiden verschiedenen Bilder gegenüber nicht haltbar, so wird sie der Thatsache der Mischung der beiderseitigen verschiedenen Eindrücke gegenüber geradezu unmöglich. Selbst Volkman n wird, wenn es ihm, durch die von mir angegebene Andeutung, gelungen sein wird, sich von der unzweifelhaften

Wahrnehmung der binocularen Mischfarben, die er bis dahin in Abrede stellte, zu überzeugen, es schwerlich wagen der Aufmerksamkeitswirkung diese subjective Farbmischung zuzumuthen.

§ 7. Die Thatsache, die ich durch Aufstellung der empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise ausgedrückt habe, schien mir nur von einer ganz eigenthümlichen Wechselwirkung der beiderseitigen Nerven-erregungen im centralen Sehapparat abgeleitet werden zu können. Zu dieser Annahme wurde ich dadurch geführt, dass alle anderen Erklärungsversuche sich bei genauerer Untersuchung als unzureichend erwiesen. Als unhaltbar wurden schon oben, bei Besprechung der gegen die Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise gemachten Einwürfe widerlegt: 1) die Hypothese, der zufolge schnelle, kleine Bewegungen der Bulbi ein Verschmelzen der Nachbilder bewirken sollten (Brücke), 2) die Hypothese, der zufolge die Netzhautbilder der ungleichen Doppellinien oder Doppelkreise durch Accommodationsvorgänge und Verlegung der Knotenpunkte gleich gemacht werden sollten, 3) die Hypothese, der zufolge nur abwechselnd das eine und das andere Netzhautbild empfunden würde. In meiner Schrift habe ich ferner 4) der sogenannten psychischen Erklärung gedacht, der zufolge auch dieses Phänomen, wie so viele andere, durch ein räthselhaftes, für mich durchaus mystisches „Spiel der Aufmerksamkeit“ bedingt sein sollte. Hiergegen führte ich an: a) dass die Unmöglichkeit, ein Doppelbild zu erkennen, wenn die Abstandsdifferenz innerhalb des empirisch ermittelten Bereichs der correspondirenden Empfindungskreise bleibt, während man bei grösseren Abstandsdifferenzen das Doppelbild leicht und deutlich wahrnimmt, wenn man demselben nur die Aufmerksamkeit zuwenden will, diese Erklärung ausschliesst, und b) dass ein Mangel der Aufmerksamkeit auch unmöglich daran Schuld sein kann, dass das Doppelbild, das bei solchen Abstandsdifferenzen, welche das Mass der empirischen correspondirenden Empfindungskreise nur wenig übertreffen, verwischt und nebelhaft er-

scheint, ja ab und zu selbst zeitweilig unsichtbar werden kann.)

1) Das eigenthümliche verwischte Aussehen und zeitweilige Verschwinden das eine, als Doppelbild im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde sichtbare Linie, unter geeigneten Verhältnissen zeigt, schien mir allerdings darauf hinzudeuten, dass die Function der Netzhaut an dieser Stelle durch die Erregung einer der anderen Stellen theilweise unterdrückt wird. Ich wandte daher dieser verwischten, nebelhaften Erscheinung meine volle Aufmerksamkeit zu, indem sie mir eben ein Uebergang zum vollständigen Verschwinden des Doppelbildes innerhalb der Grenzen des correspondirenden Empfindungskreises zu sein schien. Ich bemerkte in dieser Beziehung S. 61 Folgendes: „Dass hier eine eigenthümliche Erregungsweise der beim Sehen functionirenden nervösen Elemente vorliegt, geht auch noch aus einer anderen S. 53 mitgetheilten Beobachtung hervor: Wir sehen dort nämlich, dass das gewöhnlich zwischen der vorderen und hinteren Linie liegende Neben- oder Doppelbild bei nicht zu grossen Abstandsdifferenzen verwischt erscheint. Ein Mangel der Aufmerksamkeit kann hieran unmöglich Schuld sein, wenn wir bei unserer Beobachtung gerade diesem Doppelbilde unsere ganze Aufmerksamkeit, viel mehr als den anderen, deutlich und scharf erscheinenden Linien zuwenden. Es wird das nebelhafte Verwischte dieser Linien um so auffallender, als es sich bei den verhältnissmässig kleinen Abständen der Linien von einander jedenfalls um die Gegend der Retina handelt, die am schärfsten sieht, nicht um weit seitlich von den Augenachsen gelegene Netzhautpartien. Ja es sind die Linien gerade dann am allermeisten verwischt, wenn wir im Bilde des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes der Fig. 32 den Zwischenraum zwischen der vorderen und hinteren Linie scharf fixiren und dabei, wie oben bemerkt, zwei nebelhafte Linien zwischen den deutlich und scharf dastehenden beiden anderen Linien, der vorderen und der hinteren, wahrnehmen. Dann entspricht ja aber die Lage dieser nebelhaft erscheinenden Linien auf der Netzhaut gerade der Stelle des allerschärfsten Sehens, während die deutlich gesehenen Linien mehr seitlich liegen.“ Die Analogie des Verwischtwerdens und des endlichen Verschwindens der dritten Linie, welche der ursprünglichen sogenannten Lehre von den correspondirenden Punkten zufolge im Sammelbilde noch immer, selbst innerhalb der durch die correspondirenden Empfindungskreise bestimmten Grenzen sichtbar sein sollte, mit dem Wettstreite oder Alterniren verschiedenartiger, im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde einander kreuzenden oder berührenden Conturbilder, (cfr. oben sub 5), veranlasste mich, in einem besonderen Paragraphen (S. 57—59) experimentell zu untersuchen, ob diese Analogie vollständig wäre, und ob wirklich die eine Linie in entsprechen-

ad 8. Alle die sub 8 angeführten Einzelfälle, in welchen die specifisch binoculare Tiefenempfindung zur Wahrnehmung kommt, lassen sich unter einen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt bringen, wenn man annimmt, dass wir durch eine dem binocularen Sehen immanente Empfindungsqualität befähigt sind, Ortsempfindungen von dem Punkte zu erhalten, wo die den zusammengehörigen Conturen zukommenden Projectionslinien im äusseren Raume zusammenstossen. Folgende, auf diese Voraussetzung gegründete Construction giebt nämlich Rechenschaft über alle die angeführten Einzelfälle, indem die Kreuzungspunkte der Projectionslinien in allen Fällen der scheinbaren Lage der im gemeinschaftlichen Ge-

der Weise wie dort, gleichsam unterdrückt würde? Die von mir angestellten Versuche mit gleichfarbigen Conturen auf verschiedenfarbigem Grunde, mit verschiedenfarbigen Conturen auf gleichfarbigem Grunde und mit gleichfarbigen Conturen, die in einem Einzelbilde an ihren inneren, und im anderen Einzelbilde an ihren äusseren Rändern mit kleinen Abzeichen oder Schraffirungen versehen waren, thaten indess unwiderleglich dar, dass das Bild der einen Linie des Sammelbildes hier nicht, wie dort, unterdrückt wird, sondern dass beide Linien des Sammelbildes, die hintere sowohl als die vordere, aus beiden beiderseitigen Einzelbildern wirklich combinirt wird. Das Verschwinden der einen Linie kann also nicht auf dieselbe Art der Wechselwirkung der beiderseitigen Netzhauterregungen zurückgeführt werden, welche bei dem Alterniren oder dem Wettstreit der einander im Sammelbilde kreuzenden oder berührenden Conturen beider Einzelbilder in Betracht kommt. — Diese Erörterungen scheint Herr Bergmann in den Göttinger gelehrten Anzeigen übersehen zu haben, indem er mit und seinen Lesern den Rath ertheilt, zu „erwägen, ob nicht vielleicht auch durch ein solches Schwanken in der Function der Netzhaut (wie das von mir sub 5 besprochene) Doppelbilder zeitweise verschwinden können, welche nach der Theorie der identischen Netzhautstellen vorhanden sein müssen.“ Er vergisst hier auch, dass das betreffende Doppelbild innerhalb der Grenzen der jedesmaligen individuellen correspondirenden Empfindungskreise nicht zeitweise und beinahe, sondern immer und vollständig als solches unsichtbar wird, also für den Beobachter und für die sinnliche Wahrnehmung wirklich gar nicht als solches, d. h. als Doppelbild vorhanden ist, obgleich es allerdings nach der alten Aufstellung als solches vorhanden sein sollte. Eben daraus folgt ja aber meines Erachtens, dass die alte Aufstellung falsch war!

sichtsfelde sichtbaren Bildpunkte entsprechen und dieselbe bestimmen. Die vier Bildpunkte 1, 2, 3 und 4 können nämlich, je nach Umständen, in a oder in b, oder in c oder in d erscheinen, aber nicht anderswo, als in einem dieser vier Raumpunkte. Zur Erläuterung wird hier ein Beispiel genügen: Treffen z. B. 1 und 3 die Mittelpunkte correspondirender Empfindungskreise (wirklich correspondirende Punkte) in beiden Augen, wie beim vollkommenen Fixiren derselben, so erscheint das einfach gesehene Sammelbild von 1+3 allemal und ganz unzweifelhaft in b. Wenn nun 2 und 4 als Doppelbilder sichtbar sind, so bleibt man in der That in Zweifel, ob c oder d der scheinbare Ort für den Bildpunkt 2 ist, und ob der Bildpunkt 4 auf den Raumpunkt c oder

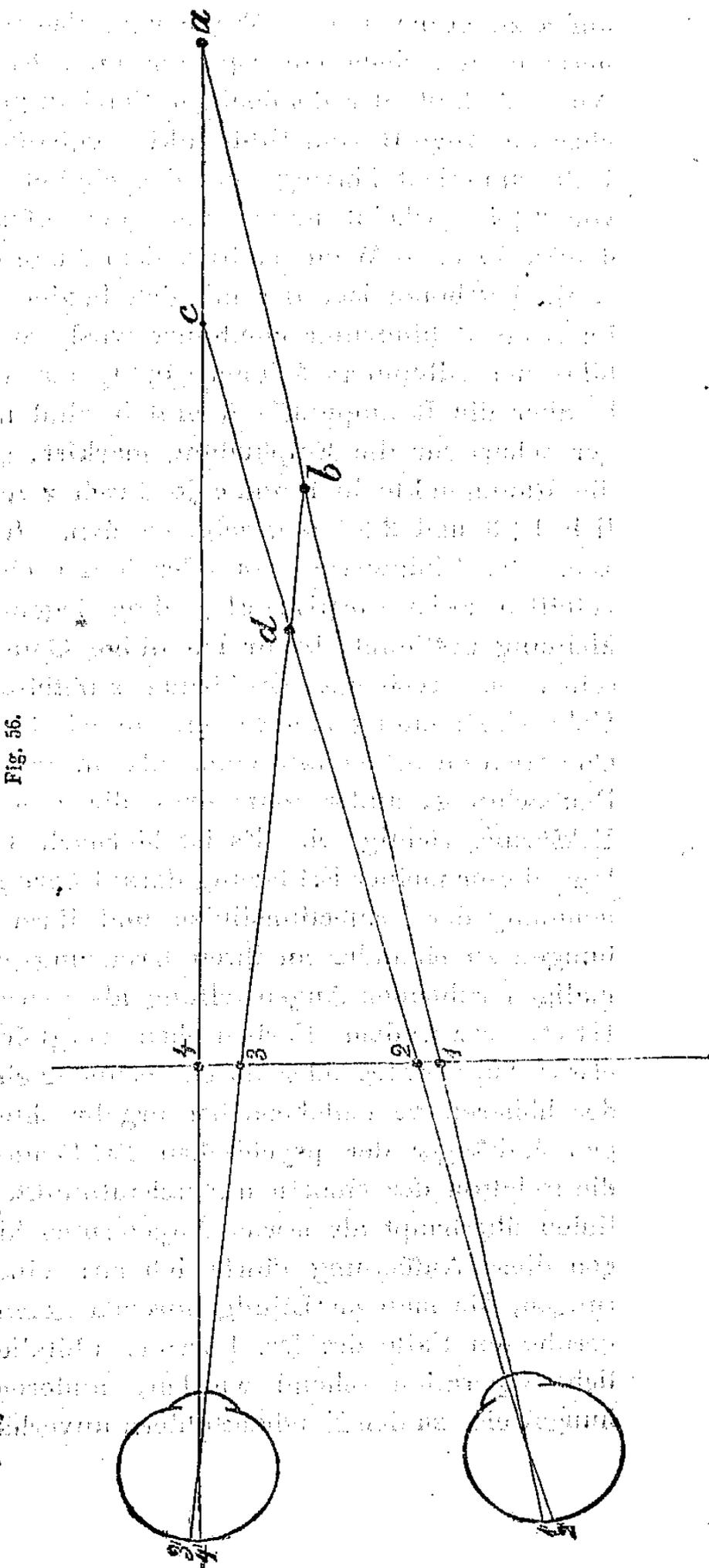


Fig. 56.

auf a zu beziehen ist. Wenn aber das Netzhautbild von 4 innerhalb desjenigen correspondirenden Empfindungskreises des Auges A fällt, der demjenigen Netzhautpunkte entspricht, welcher im Auge B vom Bildpunkt 2 getroffen wird, so fällt jene Unbestimmtheit hinweg, und das einfach gesehene Sammelbild von 2+4 erscheint immer und unzweifelhaft in c, niemals in d oder in a. — Wenn endlich dem Auge A nur ein Bildpunkt z. B. 3 geboten ist, der mit den beiden Bildpunkten 1 und 2 im Auge B binocular combinirt wird, so erscheint im Sammelbilde der Bildpunkt 2 immer in d, der Bildpunkt 1 immer in b, aber die Raumpunkte d und b sind in diesem Falle weniger scharf für die Empfindung markirt, als in demjenigen, wo die Raumpunkte in b und c je durch zwei Componenten, nämlich 1+3 und 2+4 angezeigt werden. Ich hatte die respective Lage der Bildpunkte, vor oder hinter einander, in allen Binzelfällen rein empirisch, ohne irgend welche vorgefasste Meinung bestimmt, bevor ich obige Construction und die derselben entsprechende Erklärung aufstellte. Die vollkommene Uebereinstimmung meiner rein empirischen Beobachtung mit der Construction schien mir einerseits dafür zu bürgen, dass meine Beobachtung, andererseits dass die von derselben abgeleitete Erklärung richtig sei. Es ist hiernach klar, dass die Grundlage dieser meiner Erklärung darauf beruht, dass ich die Wahrnehmung der Projectionslinien und ihrer gegenseitigen Beziehungen zu einander an ihren Kreuzungspunkten bei der jedesmaligen ruhenden Augenstellung als eine reine Sinnesqualität, etwa dem Farbensehen vergleichbar, und nicht als etwas Angelerntes oder durch secundär eingreifende Functionen des höheren Seelenlebens hervorgebrachtes auffasse. Die eifrigen Anhänger der psychischen Erklärungen haben nun zwar die Relation der einzelnen Netzhautpunkte zu ihren Projectionslinien überhaupt als etwas Angelerntes hinstellen wollen. Gegen diese Auffassung führte ich an: einestheils a) die Erfahrungen, die man an Blindgeborenen gemacht hat, die, wie im berühmten Falle des Dr. Franz, plötzlich durch eine glückliche Operation sehend wurden, anderentheils b) die, beziehungsweise zu den Netzhautbildern unverhältnissmässige, schein-

bare Grösse der Objecte; und endlich c) die, wie Czermak durch hübsche Versuche gezeigt hat, jedenfalls nicht angelernte Beziehung der Netzhautbilder auf die Aussenwelt in gekreuzter Richtung, wodurch der Widerspruch des umgekehrten Netzhautbildes mit der Aussenwelt aufgehoben wird. Noch evidentere wird es aber, dass die Beziehung der einzelnen Netzhautpunkte auf ihre Projectionslinien nicht angelernt, sondern angeboren, dass sie nicht durch secundäre psychische Vorgänge, sondern durch eine spezifische Empfindungsweise hervorgebracht ist, wenn wir d) das Verhalten solcher Thiere berücksichtigen, deren eigentlich geistiges Leben wir jedenfalls nur sehr gering anschlagen und wahrscheinlich gleich Null betrachten können; und noch mehr, wenn wir das Verhalten solcher eben zur Welt gekommenen Thiere beobachten, die sogleich eine hinreichende Lebhaftigkeit und Beweglichkeit zeigen, um über ihre Empfindungsweise Aufschlüsse geben zu können. Ein vor weniger als 24 Stunden aus dem Ei gekrochenes Hühnchen, das im Dunkeln auskroch und bisher im Dunkeln verweilte, zeigt durch seine Bewegungen, z. B. wenn man nach ihm hascht, auf ganz unverkennbare Weise, dass es die durch die Dinge der Aussenwelt gesetzten Netzhautbilder ohne Weiteres, ohne alle Erfahrung auf die Aussenwelt bezieht. — Aber auch die Wahrnehmung der gegenseitigen Beziehungen der Projectionslinien zu einander, an ihren Kreuzungspunkten, bei der jedesmaligen ruhenden Augenstellung ist nicht ein Product der Erfahrung und secundär eingreifender höherer geistiger Thätigkeit. Denn wenn wir die einfachen Bilder oder Bildelemente, z. B. der Figur 31 oder 33 bei geeigneter binocularer Betrachtung bezüglich der Dimension der Tiefe in einer ganz bestimmten Weise aufzufassen gezwungen sind, so kann dieses, wie mir scheint, nur durch eine angeborene und spezifische Empfindungsweise, die durch die gegenseitige Einwirkung der Erregung durch die Conturen der beiden Netzhäute entsteht, vermittelt werden, nicht aber durch psychische Thätigkeiten, weil diese an solchen einfachen Conturen kein Object finden, bei welchen die eine Empfindungsweise bezüglich der Tiefe der anderen aus psychischen Gründen vorzuziehen wäre

Wenn die psychischen Thätigkeiten hier etwas vermöchten, so müsste es bei dem Bewusstsein der Lage aller Conturen in einer Ebene möglich sein, sie auch in einer Ebene zu sehen, dazu ist man aber, falls nur eine der Linien jeder Seite zur Deckung gekommen ist, gar nicht im Stande; man mag die Phantasie, die Aufmerksamkeit u. s. w. noch so sehr anstrengen, es ist nicht möglich, die Tiefenempfindung der binocularen Parallaxe, wie ich sie gemeint, zu beseitigen, wenn man sie erst kennen gelernt hat. Ja noch mehr, in complicirten Zeichnungen, die jede für sich genommen, perspectivisch richtig gezeichnet sind, und in welchen Schatten und alle jene Verhältnisse, welche beim Sehen mit einem Auge durch Vermittelung der Erfahrung und des Urtheils eine bestimmte sachgemässe Auffassung motiviren, kann man durch eine Veränderung der gegenseitigen Lage der Bildobjecte ganz unsinnige Resultate bei geeigneter binocularer Betrachtung derselben erzielen, wie in dem von mir in Fig. 57, gleichsam als Argumentum ad hominem, gelieferten Beispiele. Hiernit sollen die anderen ebenfalls auf unmittelbarer Sinnlichkeit beruhenden Momente, die auch beim monocularen Sehen für die Auffassung der dritten Dimension in Betracht kommen, natürlich in ihrer Bedeutung nicht geschmälert werden; ich habe dieselben vielmehr ausdrücklich hervorgehoben. Eben so wenig habe ich es in Abrede gestellt, dass die eigenthümlichen Empfindungen, welche bei den durch Muskelthätigkeit herbeigeführten Convergenzstellungen der Augenachsen und bei der Accommodation entstehen, die Auffassung der dritten Dimension wesentlich unterstützen, ich habe vielmehr auch diese Momente gewürdigt. Sie reichen aber zur Erklärung nicht allein aus, weil die specifische Empfindung der binocularen Parallaxe sich auch trotz der in entgegengesetztem Sinne redenden malarischen Effecte geltend macht, und weil diese specifische Empfindung auch, wie schon Dove nachwies, bei der durchaus momentanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken, wobei Convergenz- und Accommodationsbewegungen ausgeschlossen werden, zur entschiedenen Geltung kommt. Endlich habe ich auch den Einfluss der psychischen Thätigkeiten für

die Construction einer bestimmten, auf die dritte Dimension bezüglichen Vorstellung ausdrücklich eingeräumt, indem ich ihnen die erfahrungsmässige Verwerthung der verschiedenen durch die unmittelbare Sinnlichkeit dargebotenen Momente, unter welchen die spezifische Empfindung der binocularen Parallaxe nur einen hervorragenden Rang einnimmt, zugeschrieben habe. Das ist ja doch im Grunde wohl dasselbe, was Hasner ausdrücken will, indem er einerseits sagt, dass die Tiefenempfindung, als ein höherer Act des Sehorganes, sich nur aus der Empfindung von Bildern auf nicht identischen Retinapartien aufbaue, und andererseits, dass das Flächen- und Tiefensehen auf einem geometrischen Calcul des Sehorganes beruht.

Wir können nun alle diese Erklärungen der oben zur Sprache gebrachten Thatsachen folgendermassen übersichtlich zusammenfassen:

1. Ich habe es als eine spezifische binoculare Sinnesenergie hingestellt, dass verschiedene Färbungen mit einander zu einer binocularen Mischfarbe verschmelzen können. Dieses kommt besonders dann zur Beobachtung, wenn die verschiedenen, beiderseitig auf correspondirende Netzhautstellen einwirkenden Erregungen nicht zu intensiv, oder die Erregbarkeit des Sehorganes nicht zu gross ist. Künftig will ich dieses die binoculare Synergie der Farbmischung nennen.

2. Ich habe es als eine zweite spezifische binoculare Sinnesenergie hingestellt, dass verschiedenfarbige oder verschieden conturirte Einzelbilder mit einander alterniren können. Dieses wird besonders dann beobachtet, wenn die verschiedenen beiderseitig auf correspondirende Netzhautstellen einwirkenden Erregungen sehr intensiv sind, oder wenn die Erregbarkeit des Sehorganes sehr gross ist. Dieses werde ich künftig die binoculare Synergie des Alternirens nennen.

3. Ich habe es als eine dritte spezifische binoculare Sinnesenergie hingestellt, dass wir Bildpunkte, deren einer eine bestimmte Netzhautstelle des einen Auges trifft, während der andere innerhalb des jenem Punkte entsprechenden jedesmaligen individuellen correspondirenden Empfindungskreises fällt,

zu einem einfachen Bilde combiniren können. Diese specifische Energie will ich als die *binoculare Synergie* des Einfachsehens durch *correspondirende Empfindungskreise* bezeichnen.

4. Als eine vierte binoculare specifische Sinnesenergie habe ich hingestellt, dass wir die Combination der beiderseitigen, in ihrem Hauptumrisse einander entsprechenden, aber in ihrem gegenseitigen horizontalen Abstandsdifferenzen verschiedenen Bildtheile nach Angabe der Projectionslinien und ihrer Kreuzungsstellen auf die Dimension der Tiefe im Raum beziehen. Diese Energie habe ich die *Synergie der binocularen Parallaxe* genannt.

5. Ich habe es als einen ganz allgemein, auch für das monoculare Sehen gültigen Satz hingestellt, dass die objective Reizstärke der Conturen sowohl, als durch das den Conturen im Einzelbilde zunächst anliegende Grundfärbung eine ganz ausgezeichnete, diejenige der einfachen Grundfärbung an Intensität weit übertreffende ist. Hierdurch wurde einerseits die mosaikartige Ausfüllung des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes durch die beiderseitigen Conturen, sofern dieselben sich weder kreuzen noch berühren, erklärt, und andererseits wurde hierdurch diejenige Uebertragung der der Contur zunächst anliegenden Grundfärbung in das Sammelbild verständlich, wodurch die im Sammelbilde einander kreuzenden oder berührenden Conturen der beiden Einzelbilder, kraft der binocularen Synergie des Alternirens, zeitweilig undeutlich gemacht oder selbst ganz zum Verschwinden gebracht werden können. (Die Macht der Conturen und die Macht der den Conturen anliegenden Grundfärbung.)

6. Endlich habe ich die Einstellung der zwei Augen für das Binocularsehen von zwei wesentlich verschiedenen Grundmomenten abhängig gemacht, nämlich:

a) Von einem rein sinnlichen, als Reflexaction dem Sehaacte immanenten Momente, das einerseits die natürliche Augenstellung, andererseits den Einfluss der dominirenden (senkrechten oder schrägen) Linien bedingt. Um

eine einfache Bezeichnung für dieses rein sinnliche Moment zu haben, will ich dasselbe künftig den *binocularen Reflexinstinct* nennen.

b) Von einem psychischen Momente, indem wir uns besonders bei mangelnder Uebung in binocularen Experimenten unwillkürlich bemühen, die beiden Netzhautbilder zu einem verständlichen, sachgemässen Sammelbilde zu combiniren. In Ermangelung eines besseren Ausdruckes will ich dieses Moment künftig den *binocularen Intelligenzinstinct* nennen.

Dieses sind die Momente, die ich als die wesentlichsten Resultate meiner experimentellen Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes betrachte. Bei dieser experimentellen Analyse bin ich, wie bei einer chemischen Analyse, auf dem Wege der Exclusion vorgeschritten, bis es mir nach und nach gelang, die einzelnen Elemente zu isoliren und in isolirbarem Zustande, bezüglich ihrer charakteristischen Reactionen, zu prüfen. Wie der Chemiker nach praktischer Ausführung einer Analyse seine eigentliche Arbeit als beendigt ansieht, so that auch ich es, als ich soweit gekommen war. Wenn der Chemiker dann aber noch die allgemeine Frage aufwerfen will, inwiefern das Resultat seiner Analyse mit irgend einer hergebrachten Hypothese über die chemische Constitution der von ihm gefundenen Stoffe oder dergleichen übereinstimmt; so bleibt natürlich eine von ihm hierüber ausgesprochene Vermuthung ohne Einfluss auf die Richtigkeit seiner Analyse, und es wird keinem Chemiker einfallen, dass ein Angriff auf eine solche ganz allgemein gehaltene Muthmassung oder Meinungsäußerung das factische und praktische Resultat seiner Analyse erschüttern könnte. — Wenn ich nun nach Beendigung meiner experimentellen Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes die Frage aufgeworfen habe, wie denn das Resultat dieser Analyse mit der alten anatomischen Hypothese übereinstimmt, der zufolge je zwei correspondirende Stellen der beiden Netzhäute je einer empfindenden Stelle im Hirn entsprechen sollten, so konnten dadurch doch die Einzelresultate meiner experimentellen Analyse nicht gefährdet werden, denn falls sich eine

Nichtübereinstimmung herausstellen sollte, so würde diese doch nur eine Präsumpcion gegen jene Hypothese, nicht aber gegen obige Resultate meiner Untersuchung ergeben können. Ich habe nun im Schlussworte allerdings darauf aufmerksam gemacht, dass die von der binocularen Synergie in der Farbmischung und von der binocularen Synergie des Alternirens, so wie von der Macht der Conturen und der ihnen anliegenden Grundfärbung bezüglichen Thatsachen sich ohne Schwierigkeit mit dieser alten Hypothese vereinigen lassen; ich habe aber zugleich bemerkt, dass diese Hypothese nicht zur Erklärung ausreicht.¹⁾ Dasselbe gilt von den auf den binocularen Reflexinstinct und den binocularen Intelligenzinstinct bezüglichen Thatsachen; auch sie sind mit dieser Hypothese wohl vereinbar, sie reicht aber auch zur Erklärung der Erscheinungen nicht aus.²⁾

Bezüglich der Synergie der binocularen Parallaxe und der binocularen Synergie des Einfachsehens habe ich dahingegen ausdrücklich bemerkt, dass die

1) Für die Erklärung der binocularen Synergie der Farbmischung und des Alternirens müsste man neben dieser noch eine zweite Hypothese zu Hülfe nehmen, nämlich dass zwei qualitativ verschiedene Erregungszustände, die einander in den gemeinschaftlichen empfindenden Hirnpunkten begegneten, einmal die Mischfarbe als Resultate ergeben könnten, und dass ein anderes Mal der eine und der andere Erregungszustand abwechselnd in den empfindenden Hirnpunkten zur dominirenden Geltung gelangen könnte. — Für die Erklärung der Macht der Conturen und der den Conturen anliegenden Grundfärbung könnte man zu jener Hypothese eine andere zu Hülfe nehmen, nämlich dass die Erregung der von einer Contur getroffenen empfindenden Punkte die Erregbarkeit der angrenzenden Theile im Sinne des Contrastes modificiren.

2) Zur Erklärung ist noch die Annahme nöthig, dass der Reflexinstinct sowohl als der Intelligenzinstinct darauf ausgehen, diejenige Augenstellung herbeizuführen, bei welcher die Netzhautbilder eine solche Stellung einnehmen, dass sie einerseits im Sammelbilde möglichst vollständig zur Deckung gebracht würden, und dass sie andererseits dadurch ein sachgemässes oder wahrscheinliches Sammelbild entsteht.

auf sie bezüglichen Thatsachen nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten mit dieser Hypothese vereinbar sind! (S. 91.)

Ich habe nirgends behauptet, dass irgend welche anatomische Verbindung der einzelnen empfindenden Netzhautpunkte einerseits und der correspondirenden Empfindungskreise andererseits das Einfachsehen bedingen sollte, ich habe im Gegentheil (S. 92) gesagt: „dass wir über eine solche Verbindung Nichts wissen — ebensowenig als über die nähere anatomische Bedingung für das Verschmelzen der Erregungen der Mittelpunkte zweier correspondirenden Empfindungskreise zur einheitlichen Empfindung“, welche der Urheber der alten Aufstellung von den sogenannten identischen Punkten vermuthet und in Form jener Hypothese eingekleidet hatte. Ich habe es mir beispielsweise als ganz offene Fragen hingestellt, ob man hier an eigenthümliche anastomosirende Verbindungen benachbarter Zellen, welche Träger der Empfindung wären, denken könnte? oder ob man sich etwa vorstellen könnte, dass besondere Anastomosen, etwa die *Fibrae arcuatae* ant. des Chiasma eine Verbindung der correspondirenden Netzhautstellen zu Wege brächten? Ich habe aber nicht im Entferntesten daran gedacht, die eine oder die andere dieser ganz lose hingeworfenen Fragen zu bejahen; es sind mir diese Conjecturen vielmehr immer sehr unwahrscheinlich vorgekommen! (Solcher Fragen, wie die angeführten, liessen sich noch manche aufwerfen. Man könnte z. B. fragen, ob man sich nicht vorstellen könnte, dass die früher von Volkmann sehr wahrscheinlich gemachte Verbindung mehrerer oder vieler Stäbchen und Zäpfchen mit einer Faser des N. opticus für die Synergie des binocularen Einfachsehens und für die Synergie der binocularen Parallaxe in Betracht kommen könnte? Ich bemerke aber ausdrücklich, dass ich auch diese Conjectur durchaus nicht vertreten will! Ich führe dieselbe hier nur an, um Diejenigen, welche mehr Neigung haben als ich, in anatomischen Hypothesen zu machen, auf ein paar Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die sich gegen letztere Conjectur er-

heben, nämlich dass dieselben Stäbchen oder Zäpfchen bei verschiedenen Augenstellungen alsdann verschiedene räumliche Empfindungen vermitteln können, und dass die mosaikartige Eintragung einander sehr nahe liegender Punkte in das Sammelbild mit ihr schwer vereinbar sein würde.)

Ich habe ferner ausdrücklich gesagt, „dass ein jeder Versuch, die Synergie der binocularen Parallaxe mit der gegenseitigen Anordnung der betreffenden histologischen Elemente in Zusammenhang zu bringen, von vorn herein unmöglich ist“ und ich habe des grösseren Nachdrucks halber zwei Mal, S. 88 und 92, den Satz wiederholt: „Durch welche Anordnung und Qualität der Nerven-elemente des centralen Opticusgebietes wir in den Stand gesetzt werden, in dieser specifischen Weise nach Richtung der Projectionslinien zu empfinden, und beim binocularen Sehen die Dimension der Tiefe mittelst einer Wechselwirkung der durch die Conturen beider Netzhautbilder hervorgebrachten Erregungen so zu empfinden, wie sie empfunden wird, darüber wissen wir eben so wenig, als z. B. über das Wesen der Farbenempfindung.“ Den Vergleich mit der Farbenempfindung habe ich eben gewählt, um damit die Möglichkeit zu bezeichnen, dass die Synergie der binocularen Parallaxe nicht nur von der localen anatomischen Anordnung der Elemente, sondern vor Allem auch von der Qualität der Erregung abhängen könnte. An dieselbe Möglichkeit habe ich bezüglich der binocularen Synergie des Einfachsehens gedacht; das einheitliche Verschmelzen der beiderseits innerhalb correspondirender Empfindungskreise fallenden Netzhauterregungen könnte vielleicht in gewisser Beziehung stehen zu jener besonderen Qualität der Empfindung (der Tiefenempfindung), welche durch diese Art der Erregung der Farbenempfindung analog hervorgerufen wird. Es war eben die Rücksicht auf diese Möglichkeit: dass specifische, von der Qualität der Erregung abhängige Empfindungsweisen die Synergie der binocularen Parallaxe sowohl, als die binoculare Synergie des Einfachsehens (sofern sie nicht durch die Mittelpunkte der einander correspondirenden Empfindungskreise vermittelt wird) bedingen könnten,

welche mich abhielt, den Schwierigkeiten, welche die hierher gehörigen Thatsachen der alten anatomischen Hypothese entgegengesetzten, ein solches Gewicht beizulegen, dass dieselbe aufgegeben werden müsste. Wenn nämlich spezifische Qualitäten der Erregung in den genannten Fällen die Erscheinungen bedingen, so kann diese alte anatomische Hypothese, welcher ich übrigens, wie ausdrücklich S. 2 bemerkt, keinen weiteren Werth beigelegt habe, als dass sie der Auffassung und dem Gedächtnisse zu Hülfe kommt, trotz der in Rede stehenden Erscheinungen aufrecht erhalten werden, obgleich sie dieselben natürlich durchaus nicht erklärt und nach mir auch nicht erklären soll.

Man sieht, dass es auf einem vollständigen Missverständniss beruht, wenn Volkmann meiner Ansicht entgegen zu treten meint, indem er mit ganz besonderem Nachdrucke den Nachweis zu führen sucht, dass die binoculare Synergie des Einfachsehens nicht einer solchen Anordnung entspricht, bei der ein jeder empfindende Netzhautpunkt des einen Auges mit einer Summe anderer, innerhalb des correspondirenden Empfindungskreises des anderen Auges liegender empfindender Punkte zu einer solidarischen mit ihr identisch empfindenden Einheit verbunden sein sollte. An eine solche anatomische Anordnung habe ich wirklich niemals gedacht, und ich würde eine so unsinnige Meinung wahrlich nicht einer ausführlichen Widerlegung gewürdigt haben! Die vollständigste Widerlegung einer solchen widersinnigen anatomischen Hypothese ist ja eben in den von mir selbst mitgetheilten Thatsachen enthalten, indem ich nachgewiesen habe, dass ein jeder der vielen, innerhalb eines correspondirenden Empfindungskreises gelegenen, empfindenden Punkte, bei gleichzeitiger Erregung mit dem zugehörigen Punkte a im anderen Auge eine ganz andere Raumempfindung vermittelt, als die Erregung eines jeden anderen, innerhalb desselben correspondirenden Empfindungskreises liegenden Punktes, bei gleichzeitiger Erregung desselben Punktes a im anderen Auge.

(Schluss folgt.)

ist sie etwas höher, nämlich über 50° bei männlichen und ungefähr 60° bei weiblichen Becken.

7) Die bisher angenommenen Werthe für die Conjugationseigung im aufrechten Stehen gehören einer Spreizstellung ($40\text{--}60^\circ$ Divergenz der Beinaxen) mit Einwärtsrotation an.

Ueber die einheitliche Verschmelzung verschiedenartiger Netzhautindrücke beim Sehen mit zwei Augen.

Von

Prof. Dr. P. L. PANUM.

(Schluss der oben S. 111 abgebrochenen Abhandlung.)

Volkmann hat allerdings richtig gefühlt, dass ich einen recht nachdrücklichen Angriff auf die von ihm so beliebten psychischen Erklärungen in der physiologischen Optik überhaupt und hier speciell im Gebiete des Binocularsehens gemacht habe. Dieser Angriff geht aber weder von meiner zunächst rein empirischen, nur einen Ausdruck der Thatfachen enthaltenden Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise aus, auch nicht von irgend welcher anatomischen Hypothese, sondern er ist in den Resultaten meiner Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes und in der Begründung derjenigen Erklärungen enthalten, die ich oben im gedrängten Resumé hingestellt habe. Wenn Volkmann daher einen Versuch machen will, die psychischen Erklärungen in dem Umfange, in welchem er sie vertritt, zu retten, so muss er den Gründen entgegentreten, die ich seinen Auffassungen in meiner Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes entgegengestellt habe.

Anstatt aber die einzelnen, auf dem Wege der experimentellen Analyse ermittelten Momente unter möglichst vereinfachten Bedingungen zu untersuchen, hat Volkmann eine Reihe von Versuchen vorgeführt, bei welchen gleichzeitig mehrere der von mir hervorgehobenen Momente zur Geltung

kommen, und Volkmann hat gemeint, dass diese auf solche Weise mehr oder weniger complicirten Versuche einzig und allein durch seine psychologischen Hypothesen erklärt werden könnten. Er ist hiervon so fest überzeugt, dass er nicht im Entferntesten an die Möglichkeit einer anderen Erklärung, etwa durch die von mir hervorgehobenen Momente gedacht hat. Ich werde nun zeigen, dass diese Momente auch bei den von Volkmann angegebenen Versuchen sehr wesentlich in Betracht kommen, und wenn es gelingt diese durch dieselben zu erklären, so folgt daraus zunächst, dass diese Versuche für die von Volkmann vertretenen psychologischen Erklärungen Nichts beweisen.

Bevor ich aber zu den Einzelversuchen Volkmann's übergehe, sei es mir erlaubt einige kurze, allgemeinere Bemerkungen vorzuschicken. Ich habe in meiner Schrift S. 42—46 beispielsweise gezeigt, wie die verschiedenen, von mir festgestellten Einzelmomente bei complicirteren stereoskopischen Objecten in Betracht kommen, wie sie zur Gesammterscheinung im Sammelbilde zusammenwirken, und wie man ein solches complicirtes Bild mittelst meiner Erklärungen zu entwirren oder zu entziffern hat. In den complicirten Bildern können alle die oben angeführten Einzelmomente neben einander zur Geltung kommen, jedenfalls kommen aber mehrere derselben gleichzeitig in Betracht, wobei sehr oft das eine Moment modificirend und beeinträchtigend auf das andere einwirkt.

Die Einführung des einen oder des anderen Momentes in ein complicirtes Bild ist daher für den Einzelversuch bezüglich der reinen Sinnlichkeit durchaus kein zufälliger Umstand, wie Volkmann anzunehmen scheint. Ebenso wie die Reactionen eines chemischen Stoffes durch die Gegenwart eines anderen modificirt und getrübt werden können, so kann auch die Reaction des einen Sinnlichkeitsmodus durch das Hinzutreten eines zweiten und dritten modificirt werden, und es sind daher complicirte Bilder im Ganzen ebenso wenig geeignet, die elementaren Verhältnisse der Sinnlichkeit festzustellen, wie ein Gemisch von mehreren Stoffen geeignet ist, die Reaction der einzelnen Stoffe zu zeigen. Es kommt z. B. die binoculare

Farbenmischung in der Regel neben der binocularen Synergie des Alternirens und mit ihr abwechselnd zur Geltung. Die Macht der Conturen und der ihnen im Einzelbilde angrenzenden Grundfärbung greift in beide Synergien ein und kann bewirken, dass sie local, wenigstens zeitweilig, nicht zur Geltung kommen können. So ist z. B. in der nächsten Umgebung der freien Balkenenden im Sammelbilde der Kreuze in meinen Farbentafeln weder ein Alterniren, noch eine Mischung des Gelb und des Blau wahrnehmbar, indem die den Balken in den Einzelbildern anliegenden Grundfarben durch die Macht der der Contur anliegenden Grundfärbung zu einer so intensiven Componente werden, dass die andere Farbe, Blau oder Gelb, hier ganz unterdrückt wird. Dies wird aber wohl Niemand als einen Beweis gegen die binoculare Synergie der Farbenmischung oder gegen die binoculare Synergie des Alternirens geltend machen wollen.

Wie nun die Synergie des Alternirens die Synergie der Farbenmischung und die Macht der den Conturen anliegenden Grundfärbung beide jene Synergien stören kann, so kann auch die Synergie des Einfachsehens in complicirten Bildern durch verschiedene andere der angeführten Momente mehr oder weniger, zeitweilig oder local, beeinträchtigt werden. — Wenn z. B. diejenigen Momente, welche für die Einstellung der Augenachsen und für das Fixiren derselben von Belang sind, im Bilde verändert werden, so können begreiflicher Weise leicht Doppelbilder solcher Conturen auftreten, die vorhin im Sammelbilde einfach gesehen wurden, indem die zusammengehörigen Netzhautbilder hierdurch eine andere Lage bekommen, wodurch sie aus den correspondirenden Bezirken herausgerückt werden, und indem alsdann die Macht der Conturen eine mehr oder weniger vollständige mosaikartige Ausfüllung des Sammelbildes bewirkt. — Auch die Synergie des Alternirens kann die binoculare Synergie des Einfachsehens stören. Die Unklarheit, welche durch einander sehr ungleiche Conturen oder Farben im Sammelbilde hervorgebracht wird, macht nämlich die Augenstellung so unruhig, dass es dem Willen schwer oder unmöglich wird, diese Unruhe zu bewältigen, und

diese Unruhe der Augenstellung muss wiederum ein Zerfallen des vorhin einfachen Sammelbildes bewirken. — Es würde aber für meine Auffassung durchaus nichts Auffälliges haben, wenn die Grenzen der empirisch gefundenen Empfindungskreise durch solche Schwankungen der Netzhautfunction, wie sie bei der binocularen Synergie des Alternirens durch Ungleichheit der beiderseitigen Erregungen offenbar vorhanden sind, etwas kleiner würden, als wo solche die Klarheit des Bildes trübende Ungleichheiten nicht vorhanden sind. — Wenn nun durch Unruhe der Augenbewegungen, sei es durch Alterniren des Bildes, sei es durch die Möglichkeit verschiedene Bildtheile alternativ zur Deckung bringen zu können, sei es durch die Anstrengung des Auges bei einer schwierigen Einstellung u. s. w. ein Zerfall des vorhin einfach gesehenen Sammelbildes in Doppelbilder bewirkt wird, so können die Doppelbilder unwillkürlich in einer bestimmten Stellung festgehalten werden, wenn im Bilde Momente gegeben sind, welche eine solche bestimmte Lagerung der Doppelbilder, d. h. mit anderen Worten, eine bestimmte Augenstellung, motiviren, z. B. indem einander entsprechende dominirende Linien bei der neuen Stellung zur Geltung gebracht werden. Unter allen Umständen ergibt es sich von selbst, dass solche Momente um so leichter ein Zerfallen des bisher einfach gesehenen Sammelbildes in Doppelbilder bewirken können, je näher die eine der Componenten der äusseren Grenze des correspondirenden Empfindungskreises liegt, oder mit anderen Worten, je grösser die Differenz des Abstandes und der Form ist, welche durch die binoculare Synergie des Einfachsehens überwunden werden soll. Ich habe selbst nicht nur ausdrücklich bemerkt, dass die empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise verschiedener Individuen einen verschiedenen Durchmesser haben, sondern auch dass an den Grenzen derselben ein Schwanken der Synergie des Einfachsehens stattfindet, so dass das Einfachsehen nur schwierig und momentan gelingt, „indem die Linien des Sammelbildes in einzelnen Augenblicken wohl einfach erscheinen, dann aber wieder ein nebelhaftes Doppelbild, gewöhnlich zwischen den beiden Stri-

chen, bemerkbar wurde.“ (S. 54.) Es ist daher, um den Einfluss derjenigen Momente, welche ein Zerfallen des einfachen Bildes in ein Doppelbild bewirken können, zu untersuchen, nicht rathsam, sich auf so extreme Abstandsdifferenzen zu beschränken, dass die Doppelbilder zeitweilig von selbst hervortreten, sondern man hat namentlich die geringeren Abstandsdifferenzen auch in Betracht zu ziehen, wo ohne besondere Complicationen niemals Doppelbilder wahrgenommen werden, vorausgesetzt, dass die Augenstellung den Bildern entspricht. — Endlich muss ich noch bemerken, dass es sich, meiner ganzen Darstellung zufolge, von selbst versteht, dass die Macht der Conturen und der den Conturen anliegenden Grundfärbung in complicirten Bildern neben der binocularen Synergie des Einfachsehens zur Geltung kommen kann. Es versteht sich ferner, meiner ganzen Darstellung zufolge, von selbst, dass eine Contur in einem Gesichtsfelde nur mit einer ganz oder annähernd entsprechenden Contur im anderen Gesichtsfelde zum einheitlichen Sammelbilde combinirt werden kann, nicht aber etwa mit zwei oder drei solchen Conturen, und eben so wenig mit einer ganz abweichenden Contur oder mit einem Punkte. Ist ein Punkt oder eine Contur in einem Bilde enthalten, während sich an der entsprechenden Stelle im anderen Bilde nichts Derartiges, sondern nur eine gleichmässige Grundfärbung vorfindet, so kommt im Sammelbilde die Macht der Contur zur Geltung: und es wird jener nur einseitig vorhandene Punkt oder eine solche Contur mosaikartig in das Sammelbild eingetragen. Dieses kann natürlich auch dann geschehen, wenn ein solcher Punkt oder eine solche Contur einer der im Sammelbilde zur Deckung gebrachten Linien noch so nahe liegt, wenn er nur deutlich gesehen werden kann, und wenn an der correspondirenden Stelle des anderen Sehfeldes nur eine gleichmässige Grundfärbung, ohne differente, im Sammelbilde Kreuzung oder Berührung bedingende Conturen, vorhanden ist. Durch das Zusammenwirken der binocularen Synergie des Einfachsehens und der Macht der Conturen wird es möglich, dass das Vermögen der räumlichen Verschmelzung und der räumlichen Sönderung beim Binocularsehen in gewissem Sinne gleich-

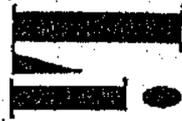
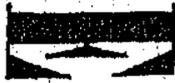
zeitig zur Geltung kommen kann, was für das deutliche Sehen mit zwei Augen, wie oben angedeutet wurde, ein nothwendiges Erforderniss und keineswegs, wie Hasner meinte (vgl. oben), ein in sich unlöslicher Widerspruch ist.

Wenden wir uns nach diesen Vorbemerkungen, die sich besonders auf Volkmann's 11 erste Versuche beziehen, zur näheren Untersuchung der von Volkmann angegebenen Experimente, welche seiner Meinung zufolge nur auf psychische Weise erklärt werden können.

Volkmann's Versuch 1 zeigt, dass man im Sammelbilde drei und nicht zwei Linien sieht, wenn in einem Bilde drei, im anderen zwei senkrechte, einander entsprechende Linien so angebracht sind, dass die zwei Linien des einen Gesichtsfeldes mit zwei unter den drei Linien des anderen Gesichtsfeldes zur Deckung gebracht werden, und dass dies selbst dann geschieht, wenn der Abstand der dritten Linie von einer der beiden zur Deckung gebrachten geringer ist, als der Durchmesser eines correspondirenden Empfindungskreises. Dieser Versuch entspricht im Wesentlichen ganz derjengien Erscheinung, welche die stereoskopische Betrachtung des von mir in Fig. 54 angegebenen Objects ergiebt, wobei ein Kreis des einen Gesichtsfeldes mit zwei etwa $1\frac{1}{2}$ Mm. von einander entfernten, ähnlichen Kreisen des anderen Gesichtsfeldes combinirt, im Sammelbilde zwei Kreise, nicht einen Kreis erkennen lässt. Ich leite das Auftreten der dritten Linie Volkmann's und des zweiten Kreises in meinem Versuche von der Macht der Contur ab, der zufolge dieselbe mosaikartig in das Sammelbild eingetragen wird.

Volkmann's Versuch 4 zeigt, dass ein Punkt mit kleinen Kreisen, Quadraten, Dreiecken u. s. w., deren grösste Ausdehnung nicht mehr als 1 Mm. beträgt, bei günstiger Augenstellung so combinirt werden kann, dass er frei schwebend in der Mitte der Figur gesehen wird. Dieser Versuch erinnert lebhaft an manche der von mir angegebenen, namentlich z. B. an den auf S. 42 angegebenen Versuch, wo die Buchstaben

... die ...



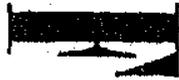
... die ...

und

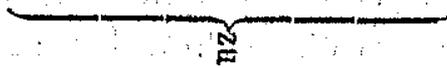
oder

und

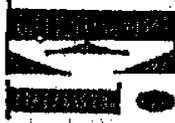
... die ...



... die ...



... die ...



... die ...

combinirt werden. Ich habe diese Erscheinung dadurch erklärt, dass die Conturen sich überall viel stärker geltend machen, als eine gleichmässige Grundfärbung, und dass sie dem zufolge mosaikartig in das Sammelbild eingetragen werden. Dass dies auch dann erfolgt, wenn sie einer der zur binocularen Deckung gebrachten Linie oder einer vom anderen Auge allein gesehenen Contur sehr nahe liegt, würde nur dann etwas Auffallendes haben, wenn sämtliche Punkte des correspon-

direnden Empfindungskreises ein solidarisch verbundenes und in jeder Beziehung identisch empfindendes Ganze ausmachen, in welchem, gleichzeitig mit dem correspondirenden Punkte a im anderen Auge, nur ein einzelner, nicht aber mehrere empfindende Punkte wirksam erregt werden könnten — eine Meinung, die mir vollständig fremd und nur von Volkmann aufgestellt ist, um sie, wie mir scheint, ganz unnöthiger Weise, experimentell zu widerlegen.

Bei Volkmann's drittem Versuche werden dem linken Auge drei senkrechte Linien a, b und c so dargeboten, dass a und b 2 Mm., b und c 5 Mm. von einander entfernt sind, während dem rechten Auge drei gleiche senkrechte Linien, d, e und f, so dargeboten werden, dass die Entfernung zwischen d und e 5 Mm., zwischen e und f 2 Mm. beträgt. Dieses Object erinnert lebhaft an dasjenige, das ich in meiner Schrift als Fig. 35 habe abdrucken lassen, nur mit dem Unterschiede, dass ich jederseits vier Linien angebracht habe, deren gegenseitige Abstandsdifferenz jedoch nur reichlich 1 Mm., anstatt in Volkmann's Objecte 3 Mm. beträgt. Beschränkt man die Abstandsdifferenz auch in Volkmann's Objecte auf reichlich 1 Mm., so erkennt man im Sammelbilde auch nur drei Linien, nach der Dimension der Tiefe geordnet, ebenso wie bei meinem Objecte vier Linien im Sammelbilde erscheinen. Vergrößert man die Abstandsdifferenzen bei gleichbleibender Augenstellung, so müssen natürlich Doppelbilder entstehen, und zwar zerfällt in Volkmann's Falle die eine mittlere Linie, in meinem Falle zerfallen die beiden mittleren Linien in ihre Componenten, indem dieselben nunmehr ausserhalb der correspondirenden Empfindungskreise fallen, und durch die Macht der Conturen mosaikartig in das Sammelbild eingetragen werden. Soweit entsprechen diese Fälle also so ziemlich den vorhergehenden. Volkmann giebt nun aber an, dass er die Linien a b und d e trotz ihrer Abstandsdifferenz von etwa 3 Mm. zum einheitlichen Bilde combiniren kann, während Doppelbilder auftreten, wenn die Linien c und f auch sichtbar sind. Er meint daher, dass die Linien c und f die Einheit des Bildes stören, und erklärt dies so, dass die Aufmerksamkeit für

die Abstandsdifferenz durch dieselben „aus ihrem Schlafe gerüttelt werde“. Bezüglich dieser Angabe ist jedoch erstens zu bemerken, dass die Abstandsdifferenz von 3 Mm. eine so bedeutende ist, dass die grosse Mehrzahl der Beobachter bei derselben immer Doppelbilder erkennt. Da Volkmann sich so ausspricht, als hätte ich dieses Maass angegeben, muss ich mir erlauben, die betreffende Stelle aus meiner Schrift wörtlich zu citiren. Es heisst S. 54: „Bei Anwendung gewöhnlicher Linsenstereoskope finde ich nun, dass zwei Doppellinien, deren Abstände um 1 Mm. von einander differiren, leicht und unfehlbar im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde beim binocularen Sehen mit einander verschmelzen. Beträgt der Unterschied der Abstände 2 Mm., so ist das Verschmelzen auch noch vollkommen möglich; bei einer Differenz von 3 Mm. sehe ich aber schon immer Doppelbilder. Professor Karsten gelang ein vollständiges Verschmelzen noch bei dieser Differenz der Abstände, bei einem Unterschiede von 4 Mm. aber treten die Doppelbilder entschieden auf.“¹⁾ Indem ich dann die Versuche mit dem von mir angegebenen Apparate ohne Linsen übergehe, bei welchen der Abstand des Objects vom Kreuzungsmittelpunkte eines jeden Auges 460 Mm. betrug, heisst es ferner: „Ich konnte bei Anwendung dieses Apparates zwei jederseits befindliche Linienpaare, deren Abstände um 2 Mm. von einander differirten, leicht ohne Nebenbilder im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde vereinigen; wenn der Unterschied der Abstände der Linien 3 Mm. betrug, gelang dies nur schwierig und momentan, indem die Linien des Sammelbildes in einzelnen Augenblicken wohl einfach erschienen, dann aber wieder ein nebelhaftes Doppelbild, gewöhnlich zwischen den beiden Strichen, bemerkbar wurde“ u. s. w. Die von Volkmann in seinem Versuche angewandte Abstandsdifferenz liegt also wenigstens an der äussersten Grenze der Empfindungskreise, für die meisten Augen fällt sie schon ganz ausserhalb derselben auf entschieden nicht

1) Die gegenseitige Entfernung des rechten und linken Bildes betrug bei diesen Versuchen 6—7 Centimeter.

correspondirende Netzhautstellen. Sofern also die störende Wirkung der Linien c und f überhaupt wirklich in Betracht kommt, so betrifft sie nur die äussersten Grenzen der correspondirenden Empfindungskreise, an welchen das Einfachsehen so unsicher ist, dass die Doppelbilder durch die geringsten Veranlassungen oder selbst spontan ab und zu sichtbar werden. Ich glaube es aber in Abrede stellen zu dürfen, dass die Linien c und f immer die angegebene störende Wirkung äussern, und bin der Meinung, dass die Veränderungen der Augenstellung, welche durch das Auftreten oder Verschwinden der Linien c und f unwillkürlich veranlasst werden, in diesem Versuche Ursache des Auftretens oder respective des Verschwindens der Doppelbilder an den äussersten Grenzbezirken der correspondirenden Empfindungskreise sind. Hier ist es nämlich keineswegs gleichgültig, ob die einander näher liegenden Linien c und f, oder die von einander entfernteren Linien b und e fixirt werden. Wenn Letzteres der Fall war, während e und f bedeckt waren, und dabei wenigstens augenblicklich ein einfaches Sammelbild mit drei Linien vorhanden war, so wird das plötzliche Erscheinen der Linien c und f in der Regel eine Augenbewegung veranlassen, wodurch sie fixirt werden, und bei einer solchen Augenbewegung zerfällt die vorhin fixirte Linie e f in ihre Componenten, sie wird aber wieder einfach, wenn beim Verschwinden der Linien c und f wiederum die Linien b und e fixirt werden. Das Erscheinen der Linien e und f oder das Verschwinden derselben hat dem entsprechend auch nicht die von Volkmann angegebene Wirkung, wenn man unausgesetzt die Linien a und d fixirt, und diese Augenstellung trotz aller Veränderungen im Bilde consequent behauptet, was allerdings eine ziemlich bedeutende Uebung voraussetzt. — Von dem Einflusse der Augenstellung auf die Grenzen, innerhalb deren das Einfachsehen noch möglich ist (oder auf die empirisch gefundenen Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise), kann man sich besonders durch Objecte mit verschiebbaren Linien überzeugen, wie ich sie für die Bestimmung der natürlichen Augenstellung

(S. 20) in Anwendung gebracht habe (Vgl. unten S. 168—173). Das Zerfallen der vorhin nur mit Mühe und etwas zweifelhaft einfach gesehenen Linie in ein Doppelbild und das Einfachsehen einer vorhin als Doppelbild gesehenen Linie erklärt sich somit durch die Veränderungen der Augenstellung, welche durch Veränderungen im Bilde meist ganz unwillkürlich hervorgerufen werden. Dass die Aufmerksamkeit hierbei irgend eine Rolle spielen sollte, erscheint mir als eine ganz willkürliche und durch die Erscheinungen nicht motivirte Annahme. Es würde übrigens offenbar meine ganze Auffassung durchaus nicht alteriren, wenn es sich durch andere Versuche ergeben sollte, dass es möglich wäre durch Uebung und Aufmerksamkeit auf die Doppelbilder den empirisch gefundenen Umfang seiner correspondirenden Empfindungskreise etwas zu vermindern; meine Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise und meine Erklärung des Einfachsehens bei Erregung anderer beiderseitiger Netzhautpunkte als eben der Mittelpunkte der correspondirenden Empfindungskreise durch eine unmittelbare Sinnesempfindung (die binoculare Synergie des Einfachsehens) würde offenbar nur dann ernstlich gefährdet sein, wenn es sich nachweisen liesse, dass die Aufmerksamkeit allein im Stande wäre, die correspondirenden Empfindungskreise auf wirkliche Punkte zurückzuführen, oder ihren Umfang auf Null zu reduciren, das hat aber Volkmann selbst als unmöglich erkannt. — In diesem Versuche ist dies aber so wenig der Fall, dass ich mich vergebens bemüht habe, irgend einen Unterschied in der Grösse der Empfindungskreise bei Anwendung einfacher Doppellinien in den beiden Sehfeldern und bei Anwendung eben solcher Doppellinien neben anderen, einander in beiden Sehfeldern so weit entsprechenden Conturen, dass sie zur binocularen Deckung im Sammelbilde gebracht werden können.¹⁾ Hierbei ist freilich vor-

1) Wenn ein Unterschied der Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise in einfachen und in complicirten Objecten wirklich in der Weise vorhanden wäre, dass dieselben im erstoren Falle grösser gefunden würden, so würde man zunächst veranlasst werden zu fragen, ob nicht bei den einfachen Bildern der in den Abständen der

auszusetzen, dass nicht Veränderungen im Bilde während der Beobachtung die Augen zur Bewegung verleiten, durch welche die objective Lage der Netzhautbilder verändert wird. Alsdann hat die Veränderung der Erscheinung aber offenbar zunächst eine sinnliche und nicht eine psychische Ursache, wenn auch eine psychische Erregung an der Veränderung der Augenstellung Antheil gehabt haben mag.

Bezüglich dieses dritten Versuches muss ich noch bemerken, dass Volkmann ihn zunächst nur gegen jene widersinnige, mir untergeschobene Hypothese von der solidarischen Verpflichtung sämtlicher in einem correspondirenden Empfindungskreise liegenden empfindenden Punkte, mit einem bestimmten empfindenden Punkte im anderen Auge identisch zu empfinden, gerichtet ist.

Volkmann's Versuch 4 zeigt, dass ein jederseits zwischen zwei einander entsprechenden aber verschieden weit von einander befindlichen Senkrechten angebrachter horizontaler Strich, der die beiden Senkrechten jederseits mit einander verbindet, die Einheit des Sammelbildes nicht stört (Fig. 4), während ein eben solcher Querstrich die Einheit des Bildes wesentlich beeinträchtigt, wenn er links und rechts in verschiedener Höhe angebracht ist (Fig. 5). Abgesehen davon, dass die Abstandsdifferenz der Doppellinien l und r in Volkmann's Figur 5 durch einen Zeichenfehler merklich grösser ist, als in Fig. 4, ergibt sich aus einer näheren Untersuchung der von Volkmann eingeführten Complication Folgendes: Wenn die horizontalen Abstandsdifferenzen, wie in Volkmann's Objecte, recht ansehnlich sind ($2\frac{1}{2}$ Mm. in Fig. 5, 2 Mm. in Fig. 4), so werden bei der von Volkmann verzeichneten Stellung der Horizontalen zu einander allerdings in der Regel Doppelbilder sichtbar, obgleich in einzelnen Augenblicken die Verschmelzung gelingt (vgl. meine Schrift S. 54). Das mit Doppelbildern behaftete Sammelbild erscheint aber keineswegs im-

beiderseitigen Linien im äusseren Bilde beobachtete Unterschied durch ungleiche Accommodationsveränderungen beider Augen in den Netzhautbildern verhältnissmässig geringer werden könnte, was natürlich bei complicirten Bildern unmöglich ist (Vgl. oben S. 15).

mer in der von Volkmann angegebenen Weise, so dass die links gelegenen Senkrechten der beiden Bilder combinirt werden, sondern es können auch die rechts gelegenen Senkrechten beider Bilder zur Deckung kommen, oder die rechts gelegenen des einen mit der links gelegenen des anderen, oder es erscheinen alle vier senkrechte Linien im Sammelbilde und bemerkenswerther Weise oft in schräger Stellung zu einander. In der Regel wechseln alle diese verschiedenen Phasen des Sammelbildes und es ist besonders von der Entfernung des rechten und linken Sammelbildes von einander abhängig, ob die eine oder die andere Phase bei längerer Betrachtung bleibend sichtbar wird. Macht man den senkrechten Abstand der Horizontalen grösser, so kann man bei mässigen Abstandsdifferenzen der Senkrechten (von $1-1\frac{1}{2}$ Mm.) nur zwei senkrechte Linien im Sammelbilde erkennen. Das einheitliche Bild wird besonders auch durch eine grössere Länge der senkrechten Linien wesentlich befördert; die Doppelbilder treten dahingegen bei kurzen Linien, wie Volkmann sie gewählt hat, leichter auf. Es gelingt ferner die einheitliche Verschmelzung leicht, wenn man die Unterschiede der Horizontalen um so viel geringer macht, dass auch sie zu einer einfachen Linie im Sammelbilde verschmelzen können, was noch immerhin bei einer Abstandsdifferenz von reichlich 1 Mm. vollkommen möglich ist. Bei einer senkrechten 2 Mm. grossen Abstandsdifferenz der Horizontalen und einer gleichen Abstandsdifferenz der Senkrechten gelingt die totale Verschmelzung der Senkrechten schwierig, die der Horizontalen gar nicht, aber bei geringeren (horizontalen) Abstandsdifferenzen der Senkrechten gelingt doch ihre einheitliche Combination bleibend, indem man eine vordere und eine hintere senkrechte Linie sieht, welche durch zwei horizontale Querstriche verbunden sind; die Combination gelingt auch hier leichter bei Anwendung langer als kurzer senkrechter Linien. Diese von Volkmann nicht beachteten oder wenigstens nicht besprochenen Verhältnisse weisen nun, wie mir scheint, unzweifelhaft darauf hin, dass die Unruhe der Augenbewegungen, welche durch Einführung der beiderseitigen, in ungleicher Höhe gelegenen Horizontalen hervorge-

rufen wird, einen sehr wesentlichen Einfluss auf das Zerfallen des Sammelbildes der senkrechten Linien hat. Dieser Einfluss macht sich um so stärker geltend, je kürzer die senkrechten Linien sind, weil dadurch ihre dominirende Wirkung auf die Augenstellung geringer wird. Eine solche Unruhe der Augenstellung macht sich überall bemerkbar, wenn solche Ungleichheiten in den Einzelbildern vorhanden sind, dass sie im Sammelbilde zur Wahrnehmung kommen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Ungleichheit, wie im vorliegenden Beispiele, derartig ist, dass sie gleichsam auffordert zu versuchen, ob nicht die durch die Ungleichheit der Einzelbilder bedingte Unklarheit im Sammelbilde durch eine andere Augenstellung gehoben werden könnte? Dieses würde hier freilich nur unvollkommen, aber beim Fixiren der Querlinien doch einigermaassen dadurch erreicht werden können, dass der eine Bulbus etwas nach oben, der andere etwas nach unten rotirt würde. Die Aufforderung diesen Versuch zu machen, ist bei grossen Abstandsdifferenzen der Querstriche kaum vorhanden, bei so geringen Abstandsdifferenzen, dass die beiden Querlinien, trotz ihrer ungleichen Lage, doch noch mit einander zum einfachen Bilde combinirt werden können, ist sie auch nicht merklich, sie ist aber besonders stark, wenn der senkrechte Abstand der Querlinien nur gering, aber doch zu gross ist, um durch die binoculare Synergie des Einfachsehens gehoben zu werden. Diese Combinationsbewegung der Augen ist freilich nicht unmöglich, sie ist aber sehr schwierig; sie müsste durch ein ganz ungewohntes und beiderseits ungleiches Zusammenwirken der Mm. recti sup. und inf. und der Mm. obliq. sup. und inf. ausgeführt werden. Hieraus würde die schiefe Stellung, welche die senkrechten Doppellinien so oft im Sammelbilde zu einander einnehmen, ihre Erklärung finden. Es wird in diesem Falle das Fixiren aber auch noch dadurch erschwert, dass die Stellen, wo die horizontalen und die senkrechten Linien einander schneiden, zufolge der Macht der Conturen, den Blick stärker auf sich ziehen, als die übrigen einander entsprechenden Punkte der gegenseitigen Senkrechten; bei einer solchen Augenstellung, die hierdurch indicirt

wird, fallen aber die anderen Bildtheile zum grossen Theil auf solche Netzhautpartieen, welche nicht zu einander in der Beziehung correspondirender Empfindungskreise stehen. Dass die Schwierigkeit, den geeigneten Fixationspunkt zu finden und vollkommen zu fixiren, den wesentlichsten Antheil an der Störung des Einfachsehens der Senkrechten in diesem Falle hat, lässt sich dadurch beweisen, dass man die Einfachheit der Senkrechten im Sammelbilde (bei mässigen Abstandsdifferenzen) wieder herstellen kann, indem man in gleicher Höhe an, neben oder zwischen den Senkrechten (also in verschiedener Lage zu den Querstrichen) beiderseits einen Punkt oder ein kleines Kreuz anbringt, das man fest fixirt.

Die oben besprochene Unruhe der Augenstellung wird übrigens auch dann bemerkt, wenn irgend welche Unklarheit im Sammelbilde vorhanden ist, auch dann, wenn sie, wie bei einander kreuzenden oder berührenden ganz ungleichartigen Conturen, nicht durch eine richtige und bestimmte Augenstellung gehoben werden könnte. Bei derselben kommt endlich das Auge zeitweilig in der einen oder anderen Stellung zur Ruhe, und bei Gegenwart dominirender Linien im Bilde werden diese für die Augenstellung massgebend, wenn die Augenstellung bei ihrer Fixation nicht allzu unbequem ist. — Es bleibt noch eine offene Frage, ob nicht einerseits die objective Stärke, und andererseits die Ungleichheit der Erregung der beiden Netzhäute, welche sowohl bei ungleicher Deutlichkeit der beiderseitigen Bilder, als durch Alterniren der einander im Sammelbilde kreuzenden und berührenden Conturen vorhanden ist, nicht einen merklichen Einfluss auf die Grösse der jedesmaligen individuellen empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise hat? Dieses würde aber, wie bereits bemerkt, für mich nichts Auffallendes haben, da ich, wie oben angeführt, ein zeitweiliges Schwanken der Grösse der empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise schon anerkannt hatte, bevor Volkman dasselbe betont hatte. Es ist hiernach wohl klar, dass es keinesweges, wie Volkman behauptet, „offenbar“ ist, dass die Senkrechten nicht verschmelzen, „weil die Seele, wenn sie der Un-

gleichheit der Längen der Querstriche ihre Aufmerksamkeit zuwendet, nun auch die Begrenzung derselben durch ungleich distante Senkrechte mit wahrnimmt“, und es ist sehr übereilt, daraus, wie Volkmann es thut, zu schliessen: „Es ist also das Einfachsehen der Senkrechten in den beiden ersten Fällen nur einem Mangel an Aufmerksamkeit zuzuschreiben.“

Volkmann's Versuch 5 ist nur eine ganz unwesentliche Modification seines Versuchs 3. Es soll nämlich die Abstandsdifferenz zweier senkrechten Linien in beiden Gesichtsfeldern etwas weniger als 3 Mm. betragen; Volkmann sieht dann ein einfaches Sammelbild, wenn aber z. B. beiderseits links eine gleiche Anzahl gleicher und gleichweit von einander entfernter Linien sichtbar werden, soll es nicht gelingen, die am weitesten rechts gelegene Linie des Sammelbildes einfach zu sehen. Es kommen hier meines Erachtens ganz die beim dritten Versuche angeführten Momente in Betracht. Bei Beschränkung der Abstandsdifferenz auf $1\frac{1}{2}$ —2 Mm. gelingt das Einfachsehen der rechts gelegenen Linie mir vollkommen, trotz der Gegenwart der anderen Senkrechten und bei der Abstandsdifferenz von 3 Mm., die in Volkmann's Objecte in der That angewandt ist, kann ich die beiderseitig rechts gelegenen Doppellinien, auch wenn sie allein sind, nicht combiniren. Die grössere Auswahl der möglichen Augenstellungen und die Veränderung der Fixationspunkte bei plötzlichen Veränderungen im Bilde erklärt es leicht, dass das Einfachsehen gestört wird, wenn das Einfachsehen von vorn herein dadurch unsicher gemacht ist, dass die Bilder an die alleräussersten Grenzen der correspondirenden Empfindungskreise oder vielleicht schon etwas jenseits derselben fallen.

Volkmann's Versuch 6 ist im Wesentlichen gleichbedeutend mit seinen Versuchen 1 und 2. Dass die Punkte a und b, von denen jener links, dieser rechts von einer durch Einstellung der Augenachsen zur Deckung gebrachten Senkrechten liegen, nicht verschmelzen können, das verbietet die Macht der Conturen. Die Punkte c und d, welche beide rechts an der Senkrechten oder unter etwas verschiedenen Breitengraden in den concentrischen Kreisen liegen, verschmelzen in der That

im Sammelbilde zu einem einfachen Punkte, wenn die Abstandsdifferenz, namentlich in senkrechter Richtung, nicht zu gross ist. Ich muss Volkmann's Behauptung, „dass durch die Erregung identischer Netzhautpunkte das Verschmelzen von Bildern, welche auf differente Punkte fallen, verhindert wird“, entschieden in Abrede stellen, wenn es sich um mässige Abstandsdifferenzen handelt, und wenn man den von mir schon angeführten und von Volkmann bestätigten Umstand berücksichtigt, dass die Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise von oben nach unten merklich kleiner sind, als von rechts nach links. Es ist mir unbegreiflich, wie Volkmann dazu kommt, zu behaupten, „dass die den beiden Augen unter den gewöhnlichen Verhältnissen der stereoskopischen Versuche gebotenen Bilder nur differente Punkte erregen“ und „dass die Seele dann diesen Unterschied übersieht“, während sie denselben, wenn nicht blös differente, sondern auch identische Punkte erregt werden, des Gegensatzes wegen wahrnimmt.“ Nur differente Punkte werden nur bei solchen stereoskopischen Bildern erregt, wie ich sie in meiner Schrift Fig. 3 gezeichnet habe, bei gewöhnlichen stereoskopischen Bildern, ja schon in solchen, wie in meiner Fig. 10, werden doch immer sowohl „identische“ als auch „differente“ Punkte erregt.

In Volkmann's Versuch 7 werden zwei ungleich lange Doppellinien jederseits angebracht, deren Abstand linkerseits 5 Mm., rechterseits 7,5 Mm. beträgt. Sucht man diese ungleichen Linien zu combiniren, so sieht man (in der Regel) kein einfaches Sammelbild, sondern meistens drei Linien, oder vorübergehend vier. Dies erklärt sich meines Erachtens folgendermaassen: Die Macht der den Enden der kurzen Linien anliegenden Grundfärbung bringt eine Continuitätsstörung und Unklarheit im Sammelbilde hervor. Diese Unklarheit im Sammelbilde, welche von einer solchen Ungleichheit der Conturen und Färbungen der beiderseitigen Bilder herrührt, dass die Synergie des Einfachsehens sie nicht zu heben vermag, macht die Augenstellung so unruhig, dass es dem Willen schwer oder unmöglich wird, vollkommen zu fixiren, und es muss schon in

Folge dieser Unruhe der Augenstellung das Sammelbild leicht zerfallen. Dies geschieht besonders dann, wenn man denjenigen Theil des Sammelbildes betrachtet, wo nur einerseits Doppelbilder vorhanden sind, weil hier dem einen Auge ein jeder Anhaltspunkt für die richtige Einstellung fehlt. Von dem Einflusse dieses Umstandes kann man sich dadurch überzeugen, dass es, wenigstens bei mässigen Abstandsdifferenzen und bei hinlänglicher Uebung im Fixiren, gelingt, die Einheit des Sammelbildes, auch bei der genannten Anordnung, zu bewahren, wenn man beiderseits an entsprechenden Stellen der Gesichtsfelder z. B. ein kleines Kreuz anbringt, das man unverändert fixirt. Dieser Versuch erfordert aber viel Uebung, schon weil es überall schwer ist, die Einstellung der Augen auf den Bildtheil, dem man die Aufmerksamkeit besonders zuwendet, zu verhindern, noch mehr aber hier, wo die Synergie des Alternirens, unabhängig vom Willen und von der Aufmerksamkeit, bald die eine, bald die andere Componente hervortreten lässt. Bei senkrechten Linien von grösserer Länge gelingt das Fixiren besser als bei kürzeren senkrechten oder schrägen Linien, weil erstere die Augenstellung stärker dominiren. Ausser dem Einflusse des Fixirens könnte bei diesem Versuche indess vielleicht auch noch das durch die Ungleichheit der Componenten hervorgerufene Schwanken der Netzhautfunction an sich das Einfachsehen in ähnlicher, mehr directer Weise beeinträchtigen, wie die Empfindung der binocularen Parallaxe durch Ungleichheit der zur Deckung kommenden Conturen beeinträchtigt wird. Es ist somit doch keinesweges, wie Volkmann meint, „offenbar“, dass die Einheit der Bilder hier nur dadurch gestört wird, „dass hier die Hinzufügung neuer Unterschiede zu den schon vorhandenen die Aufmerksamkeit aus ihrem Schlafe rüttelt“ (sic!).

In Volkmann's Versuch 8 sind im linken Bilde zwei gleiche senkrechte Reihen von Punkten verzeichnet, im rechten Bilde ist eine eben solche Reihe vorhanden, in der zweiten Reihe stehen aber die Punkte nicht senkrecht unter einander, sondern sind den Punkten der ersten Reihe theils mehr, theils weniger genähert. Volkmann konnte die beiderseitigen Punkte

der zweiten Reihe des linken und des rechten Bildes nicht gleichzeitig zur Deckung bringen, sondern sieht in der Richtung mehrerer Horizontalen deutlich drei Punkte, die sich sofort in zwei zusammenzogen, wenn er sie scharf fixirte. Erfolgte diese Verschmelzung, welche für Volkmann mit einem Gefühle von Anstrengung verbunden war, so wurden die Doppelbilder der benachbarten Horizontalen um so auffälliger. Volkmann findet, dass dieser Versuch die Augen in hohem Grade ermüdet und fast schmerzhaft ist, wohingegen die Vereinigung zweier ungleich distanter Doppelpunkte gar nicht anstrengend ist und sogar ohne Mitwirkung des Willens erfolgt. Bei diesem Versuche muss ich zunächst bemerken, dass ich sämtliche Punkte der zweiten Reihe im Sammelbilde einfach, ohne Doppelbilder sehe, wenn die seitlichen Abstandsdifferenzen mässig sind, d. h. für mich, wenn sie nicht über 2 Mm. hinausgehen; ich finde den Versuch auch nicht ermüdend, indem er eigentlich ganz gleich ist dem Dove'schen Versuch zur Erkennung falscher Banknoten. Es ist aber allerdings gewiss, dass es bei einer Vielheit solcher einander gleicher Punkte schwieriger ist, ohne Hülfe dominirender Linien die rechte Augenstellung zu finden, als wenn nur zwei oder je zwei Punkte combinirt werden, weil die Schwierigkeit richtig zu fixiren im ersteren Falle grösser ist; hierin liegt meines Erachtens die ganze Schwierigkeit, und nicht in den von Volkmann als „offenbar“ hingestellten psychischen Verhältnissen. Volkmann meint nämlich, „dass die Seele hier gar keinen Anlass hat, die von differenten Netzhauptpunkten ausgehenden Impressionen zu verschmelzen, indem die Verschmelzung ihrem Drange, in dem Gesehenen schon Bekanntes wiederzufinden, nicht Genüge leisten würde.“ Es ist doch schwer einzusehen, wie diesem „Drange der Seele“ dann mehr oder weniger Genüge geschieht, wenn je zwei ungleich weit von einander entfernte Punkte oder Linien zu einem Sammelbilde combinirt werden, in welchem der eine Punkt oder die eine Linie schräg vor dem oder der anderen erscheint, als wenn, wie hier, mehrere Punkte bezüglich der dritten Dimension verschieden geordnet erscheinen. Dass ferner „die in drei senkrechten Reihen dis-

ponirten Punkte die Seele veranlassen, alle Punkte in solcher Richtung zu suchen, wodurch sie auf das Abweichen der vierten Punktreihe von der Senkrechten mit Nachdruck hingewiesen wird," muss ich in Abrede stellen, da ich bei mässigen seitlichen Abstandsdifferenzen, ja selbst bei dem ziemlich ansehnlichen in Volkmann's Objecte, die Punkte rechts einfach, aber nicht in senkrechter Reihe geordnet, sehe. Ich glaube, dass dies auch Volkmann gelingen wird, wenn er zwei zusammengehörige Punkte z. B. durch ein kleines Kreuz markirt, oder sonst eine geeignete Fixationsmarke in den beiderseitigen Bildern anbringt.

In Volkmann's ziemlich complicirtem neunten Versuch werden jederseits zwei Nadeln in etwas verschiedener Entfernung von einander in der Weise mit drei entfernteren Linien zur Deckung gebracht, dass die eine der letzteren durch zwei combinirte Nadelbilder, ein linkes und ein rechtes, gedeckt wird, während die beiden anderen Linien je durch eine der anderen im Sammelbilde ebenfalls combinirten Nadeln bedeckt wird. Man soll dann zwei Nadeln aber drei Linien im Sammelbilde sehen. Da Volkmann auf eine specielle Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung verzichtet und sich begnügt „anzudeuten“, dass auch hier die Verschiedenheit der Erscheinung unter psychischen Einflüssen zu Stande kommt, so darf ich hier wohl von diesem Versuche absehen, den zu constatiren ich mich vergebens bemüht habe, und erlaube mir nur zu fragen, ob nicht die ungleiche Accommodation für die nahen Nadeln und die fernen Linien die Erscheinung Volkmann's bedingt haben könnte? ob nicht ferner das Fixiren unter diesen Verhältnissen sehr erschwert wird? und ob nicht die einander deckenden, aber doch ungleichen Conturen der Nadeln und der Linien vielleicht an der Störung des einfachen Bildes Antheil gehabt haben könnten?

Volkmann's Versuch 10 zeigt, dass zwei beiderseitig senkrechte Linien, deren Abstandsdifferenz 2,5 Mm. beträgt, nicht beide einfach gesehen werden können, wenn man, vom Mittelpunkt der beiden links gelegenen Senkrechten aus, beiderseits concentrische Kreise zieht, so dass die beiderseits rechts gele-

gene Linie in nicht entsprechenden Punkten von den Kreisen geschnitten werden, und dies erscheint Volkmann merkwürdig, weil dieselben Doppellinien ohne Gegenwart der concentrischen Kreise einfach gesehen werden können. Hierbei ist in Betracht zu ziehen, dass die Abstände der durch die Kreuzung und überdies durch starke Punkte als zusammengehörig bezeichneten Stellen in der rechts und links gelegenen Senkrechten das Maass der Empfindungskreise überschreite. Während der Abstand der Senkrechten von einander im Verhältniss der Sinus wächst, wächst nämlich der Abstand der markirten Punkte im Verhältniss der Bögen. Es wird den Augen durch diese Figur zugemuthet, nicht die wirklich zusammengehörigen Punkte der beiderseitigen Senkrechten zur Deckung zu bringen, was, obgleich nur schwierig, noch gelingen könnte, sondern es wird verlangt, ganz verschiedenartige, durch die Kreuzung und die Punkte fälschlicher Weise als zusammengehörig bezeichnete Punkte der beiden Senkrechten zu combiniren, was bei der Abstandsdifferenz unmöglich ist. Bei der grossen Verschiedenheit der beiderseitigen Bilder und bei der Unmöglichkeit, sie durch irgend eine Einstellung der Augen sämmtlich innerhalb correspondirender Empfindungskreise zu bringen, werden solche Bildtheile fixirt, welche beiderseits identisch sind und die beiden nicht mit einander übereinstimmenden Linien werden durch die Macht der Conturen mosaikartig in das Sammelbild eingetragen. Dass in diesem Versuche ein Doppelbild der rechts gelegenen Senkrechten nur dadurch entsteht, dass das Maass der correspondirenden Empfindungskreise überschritten ist, geht daraus hervor, dass Jedermann dasselbe Bild vollkommen einfach sieht, wenn man die horizontale Abstandsdifferenz der beiden Senkrechten geringer macht, etwa $1-1\frac{1}{2}-2$ Mm. — Es ist mir ganz unverständlich, wenn Volkmann bezüglich dieses Versuches sagt, dass bei stereoskopischer Betrachtung der rechts gelegenen Senkrechten dieselben Punkte verschmelzen, welche im System der concentrischen Kreise, als bezüglich der Polarkreise identisch gelegen, bezüglich der Meridiane aber als different, eine Duplicität der Raumanschauung erfordern und als unver-

einbar auseinander gehalten werden. Bei der Combination zweier einfachen Senkrechten werden nämlich doch nicht solche Punkte combinirt, welche in verschiedener, sondern welche in gleicher Höhe liegen. Es ist mir daher auch Volkmann's Schlussfolgerung hieraus unverständlich, dass deshalb „jenes Verschmelzen nur auf Rechnung der Seele kommen kann, welche Reize, die ihr in Folge der Nervenleitung als verschieden zufließen, zu identischen Raumanschauungen ausprägt.“

In seinem elften Versuche notirt Volkmann auf einer durchgehenden feinen Horizontalen links zwei Punkte a b, 4 Mm. von einander entfernt, und rechts zwei andere, c d, 4,75 Mm. von einander entfernt. Unter dem Stereoskope decken sich diese Punkte so, dass sie als zwei erscheinen. Darauf zieht er durch sämtliche Punkte kleine schräge Linien. Die beiden durch a und c gezogenen Linien weichen nach entgegengesetzten Seiten etwa um 2° , die durch b und d gezogenen aber ungefähr um 45° von einer imaginären Senkrechten ab. Im Sammelbilde sieht Volkmann nun die durch a und c gezogene Linie einfach, die durch b und d gezogenen kreuzen sich aber oberhalb der Horizontalen. Dies Bild kann man bei gewisser Augenstellung sehen, dann nämlich, wenn man die Augen so rotirt, dass die schrägen Linien a und c nahezu auf die Mittelpunkte der betreffenden correspondirenden Netzhautstellen fallen. Alsdann bildet auch, was Volkmann übersehen zu haben scheint, die Horizontale des rechten Feldes einen stumpfen Winkel mit der des linken Feldes. Wenn man aber im Fixiren geübt ist, oder demselben durch Fixationszeichen zu Hülfe kommt, so kann man noch manche andere Sammelbilder erhalten, z. B. man kann den früheren Fixationspunkt in der Horizontalen festhalten und sieht dann zwei Kreuze, etwa wie in Volkmann's idealem Sammelbilde s', oder man kann die oberen Enden der schrägen Linien a und c, oder der Linien b und d, oder die unteren Enden der einen oder der anderen fixiren und in jedem dieser Fälle bekommt man ein ganz anderes Sammelbild, jedesmal bestimmt durch die mosaikartige Eintragung der verschiedenen Conturen in das Sammelbild, kraft der Macht der Conturen. Nur durch

ihre Vermittelung vermag die Seele bei der Volkmann'schen Combination die differenten Netzhauptpunkte b und d zu unterscheiden, nicht „weil sie von x aus eine nachdrückliche Mahnung erhält, es mit dem Betrachten genauer zu machen, als in dem Falle, wo sie (NB. bei anderer Augenstellung. P.) beide Punkte identificirte.“ Es ist aber ein gänzlich Missverständniss, wenn Volkmann meint, dass meine correspondirenden Empfindungskreise hier nahezu auf 0 d. h. auf 0,75 Mm. reducirt seien, denn meine correspondirenden Empfindungskreise kommen nur für solche Conturen in Betracht, die einander so ähnlich sind, dass sie innerhalb der durch die correspondirenden Empfindungskreise gesetzten Grenzen zur binocularen Deckung gebracht werden können; für ganz heterogene Conturen kommen sie gar nicht in Betracht, sondern für sie kommt die Macht der Conturen zur Geltung.

Volkmann hat somit in seinen 11 ersten Versuchen Nichts vorgebracht, das irgend einen Beweis dafür enthielte, dass diejenige Function, die ich als binoculare Synergie des Einfachsehens auf die unmittelbare Sinnesempfindung zurückgeführt habe, von psychischen Ursachen, vom Spiele der Aufmerksamkeit und der Phantasie abhängen sollte. Diejenigen Veränderungen und Complicationen der Bilder, die nach Volkmann's Meinung beziehungsweise zum Organismus zufällig und rein psychische Factoren sein sollten, sind, wie ich glaube im Vorstehenden nachgewiesen zu haben, Factoren, welche unabhängig von der psychischen Thätigkeit sehr direct in einer von Volkmann übersehenen Weise in die unmittelbare Sinneserregung eingreifen und als sinnliche Momente in gesetzmässiger Weise für die Wahrnehmung des Sammelbildes bestimmend sind. Die von mir gegen die psychische Erklärung des Einfachsehens bei Erregung differenter Netzhauptpunkte und für die Erklärung desselben durch unmittelbare Sinnlichkeit, bei den reinen und einfachen Versuchen geltend gemachten Gründe sind aber durch Volkmann's Versuche gar nicht berührt worden, und ich muss sie nach wie vor festhalten.

Aus den von Volkmann als Versuch 12—26 aufgeführten

Experimenten scheint es mir ganz unmöglich zu sein, auch nur irgend den Schein eines Argumentes für die von ihm beliebten psychischen Erklärungen abzuleiten. Sie zeigen nach Volkmann selbst, „dass die Neigung differenter Netzhautpunkte, statt räumlich getrennter Erscheinungen einfache Bilder hervorzurufen, von ihrer gegenseitigen Lage abhängt, sie enthalten mit anderen Worten nur eine nähere Präcisirung der von mir aufgestellten empirischen correspondirenden Empfindungskreise! Wie diese Versuche dafür sprechen sollten, dass das Einfachsehen unter diesen Verhältnissen von psychischen Thätigkeiten, dem Einflusse der Aufmerksamkeit und Phantasie anstatt von der unmittelbaren Sinnesempfindung abhängen sollte, ist wirklich schwer abzusehen. Es werden der freien Aufmerksamkeit und Phantasie hierdurch doch allzu eigenthümliche, an die Localitäten der Netzhaut gebundene Gesetze vorgeschrieben! Mir scheint im Gegentheil der Umstand, dass das Einfachsehen in so gesetzmässiger Weise von der gegenseitigen Lage der beiderseits erregten differenten Netzhautpunkte abhängt, ein recht wichtiges Argument für meine Auffassung darzubieten, der zufolge dieses Einfachsehen eine specifische binoculäre Sinnesenergie ist.

Eben so wenig beweisend sind nun ferner diejenigen Versuche Volkmann's, welche darthun sollen, dass es ein psychisches Moment, ein Spiel der Aufmerksamkeit ist, wodurch die Doppelbilder unterdrückt werden. Diese von Volkmann als Versuch 27 und 28 angeführten Experimente habe ich nämlich sehr oft, sowohl vor als nach dem Lesen seiner Abhandlung angestellt, ich sehe dabei aber die für Volkmann unsichtbaren Doppelbilder in der That! Wenn ich, wie Volkmann in seinem Versuche 27 angegeben, eine Stelle der Tapete fixire und die daneben liegenden Stellen derselben mit je einem Doppelbilde des nicht fixirten Fingers bedecke, so sehe ich immer abwechselnd das rechte oder linke Doppelbild des Fingers und die dahinter liegende Partie der Tapete. Es ist mir durchaus unmöglich bei längerer Betrachtung das ganze

Tapetenbild stetig festzuhalten; trotz der auf die Tapete concentrirten Aufmerksamkeit macht sich bald der rechte, bald der linke Finger in ganz unwillkürlichem Wechsel bemerkbar, und macht die betreffende Stelle der Tapete unsichtbar, nachdem sie vorher undeutlich geworden ist. Ebenso erkenne ich beide Doppelbilder des hellen Punktes, welche in Versuch 28 ungleich weit seitlich vom fixirten Finger liegen; sie sind bei gleichmässigem Hintergrunde beide bleibend sichtbar, natürlich vorausgesetzt, dass nicht das eine Doppelbild auf die Eintrittsstelle des N. opticus fällt, was bei der von Volkmann angegebenen Weise den Versuch anzustellen allerdings wohl geschehen kann. Ist der Hintergrund contourirt, so dass die beiden Doppelbilder des hellen Punktes im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde durch einander kreuzende oder berührende Conturen erheblich gestört werden, so treten beide mit diesen abwechselnd hervor. Alsdann ist es aber offenbar die binoculare Synergie des Alternirens, welche die bleibende Wahrnehmung der Doppelbilder stört. Dass übrigens der Mangel an Aufmerksamkeit beim gewöhnlichen Sehen den Hauptgrund enthält, warum die Doppelbilder von der grossen Mehrzahl der Menschen so wenig beachtet werden, das habe ich vollkommen eingeräumt und ausdrücklich bemerkt, zugleich habe ich aber gemeint, dass dieses Moment bei einem physiologischen Beobachter, der gerade die Doppelbilder studirt, nicht in Betracht kommen dürfte. Wenn man sagt, dass Menschen, welche nur praktisch sehen, ohne das Sehen zu studiren, den Doppelbildern als „werthlosen Phänomenen“ ihre Aufmerksamkeit entziehen, so hat das einen vernünftigen Sinn, obgleich dieser Umstand auch für den blossen Praktiker im Sehen nicht allein die Doppelbilder unsichtbar macht, indem ausser den Accommodationsverhältnissen auch das von mir hervorgehobene Moment des Alternirens jedenfalls einen sehr wesentlichen Antheil an dem Verlöschen und Unsichtbarwerden der Doppelbilder haben muss und wirklich hat. Wenn man aber sagt (a. a. O. S. 65), dass auch „die Seele“ eines physiologischen Beobachters, der über die Doppelbilder specielle Studien macht, „die Doppel-

bilder mit deprimirender Nichtachtung behandelt“ (sic!), so gestehe ich, dass eine solche Naturforscherseele mir ein vollkommen unbegreifliches Ding ist. Wenn Volkmann also auf seinem Beobachtungsergebnisse besteht, so muss ich ja allerdings einräumen, dass unsere psychische Organisation eine merkwürdige Verschiedenheit darbietet, indem Volkmann wirklich für Alles blind zu sein scheint, worauf er nicht seine Aufmerksamkeit speciell gerichtet hat, während es scheint, dass ich mehrere gleichzeitige Eindrücke besser percipiren kann, als Volkmann.

Eine solche allerdings höchst merkwürdige individuelle Eigenthümlichkeit der Volkmann'schen Psyche berechtigt aber jedenfalls nicht dazu, diejenigen Fälle, wo Niemand, weder Volkmann noch ich, noch irgend ein Beobachter, bei geeigneter Augenstellung im Stande ist, irgend eine Spur eines Doppelbildes wahrzunehmen, z. B. bei geeigneter Betrachtung obiger Fig. 31 (S. 11) in eine Reihe mit denjenigen zu stellen, wo unzweifelhaft Doppelbilder vorhanden sind. Denn in jenen Fällen sind die Doppelbilder unsichtbar, obgleich ich ihnen meine volle Aufmerksamkeit zuwende, und obgleich der Grund gleichmässig gefärbt ist, so dass die Synergie des Alternirens die Wahrnehmung derselben nicht stört; in ihnen erfolgt daher das Einfachsehen nicht aus Mangel an Aufmerksamkeit, sondern trotz der Aufmerksamkeit! Deshalb schien es mir nöthig zu sein, jene Art des Einfachsehens, wo die Doppelbilder Allen unsichtbar sind, als etwas ganz Besonderes hinzustellen, für dieselben den Begriff der correspondirenden Empfindungskreise aufzustellen und sie als binoculare Synergie des Einfachsehens, als eine specifische unmittelbare Empfindungsweise zu bezeichnen.

Diese Unterscheidung derjenigen Fälle, wo Doppelbilder effectiv vorhanden sind, welche nur zeitweilig, unter geeigneten Verhältnissen und durch nachweisbare Bedingungen (Mangel an Aufmerksamkeit, Synergie des Alternirens, Accommodation) unterdrückt werden können, von denjenigen, wo Niemand die Doppelbilder erkennen kann, obgleich er mit vollster Aufmerksamkeit nach ihnen späht, und obgleich sie hier nach-

weisbarer Massen weder durch die Synergie des Alternirens, noch durch Accommodationsverhältnisse unterdrückt werden können, muss man meines Erachtens entschieden festhalten. Es sind dies zwei ganz verschiedenen Ordnungen angehörige Erscheinungen, wie ich es im zweiten Capitel meiner Schrift eingehend erörtert habe.¹⁾

1) Auch Herrn Bergmann gegenüber muss ich diese Unterscheidung des Verlöschens und zeitweiligen Verschwindens effectiv vorhandener Doppelbilder, und des vollständigen Fehlens des einen, der ursprünglichen Aufstellung der identischen Punkte zufolge erwarteten Doppelbildes z. B. im Sammelbilde der beiderseitigen Doppellinien mit geringen Abstandsdifferenzen festhalten. Herr Bergmann sagt (a. a. O.): „Da es äusserst leicht ist Doppelbilder wahrzunehmen, welche weit diesseits oder jenseits des Horopters liegen, sofern dieselben sich nur ungefähr in der Richtung des fixirten Punktes befinden, da man ferner durch Übung es dahin bringt, Doppelbilder auch dann wahrzunehmen, wenn die Punkte nicht fern vom Horopter oder auch etwas seitwärts liegen, so darf man sie consequenter Weise für alle ausser dem Horopterkreise liegende Punkte als vorhanden annehmen, wenn auch ihre Abweichungen so schwach sein können, dass man sie nicht als Doppelbilder erkennt (siet). Wollte man nun von hier aus das Erkennen der Tiefe bei ruhenden Augen erläutern, so dürfte man sich allerdings nicht auf das Sehen oder Wahrnehmen der Doppelbilder, auf ihr Erkennen als solche berufen, da man sich derselben bei der gewöhnlichen Praxis des Sehens überhaupt nicht bewusst wird und in manchen Fällen selbst durch Übung sie nicht sicher erkennen kann. Aber es schien mir consequent sie überall anzunehmen und es war ganz natürlich, wenn man sich vorstellte, dass ihr Vorhandensein dem Bilde einen eigenthümlichen Charakter verleihe, welcher es von dem durch ein Auge gelieferten Bilde unterscheidet und das Zusammenwirken beider Augen zu dem bedeutenden Hilfsmittel des Erkennens der dritten Dimension machen, welches es offenbar ist. Diese einfache und durchgreifende Erklärung, zu welcher die Wirkung der Muskeln dann nur als ein allerdings sehr gewichtiges Complement hinzutritt, hat Referent seit dem Erscheinen der Wheatstone'schen Beobachtungen immer für richtig gehalten“ u. s. w. Insofern aber die Doppelbilder als solche nicht wahrnehmbar sind, muss man, wie mir scheint, doch consequenter Weise zugeben, dass sie als solche für den Beobachter und für die sinnliche Empfindung gar nicht vorhanden sind! Die von Bergmann aufgestellte Consequenz enthält also den directen und sehr inconsequenten Widerspruch, dass die Doppelbilder als solche vor-

Volkman will nun allerdings auch speciell nachweisen, dass es einen psychischen Grund habe, dass wir bei geringen Abstandsdifferenzen, innerhalb der Grenzen der correspondirenden Empfindungskreise einfach sehen. Das folgert Volkman aus seinen Versuchen 29—31 und Versuch 32, welche zunächst zeigen sollen: 1) dass die im Sammelbilde wahrgenommene Abstandsdifferenz nahezu gleich wird der halben Summe der beiderseitigen Abstände und 2) dass nur diejenigen Theile eines Bildes Lagen-

handen seien, und als solche doch nicht vorhanden sein sollen! Herr Bergmann würde vielleicht seine eigentliche Meinung besser ausgedrückt haben, wenn er gesagt hätte, dass diejenige eigenthümliche Sinneserregung, welche bei den Doppelbildern bezüglich der dritten Dimension des Raumes oft wahrgenommen wird, auch dann oft noch vorhanden ist, wenn die Doppelbilder als solche nicht mehr wahrnehmbar oder vorhanden sind. Wenn man aber dies unbedingt zugeben muss, so stellt sich ja die Erscheinung der Doppelbilder als solcher als etwas für die Tiefenempfindung ganz Unwesentliches heraus; da diese gerade dann in der allerausgezeichnetsten Weise empfunden wird, wenn die Doppelbilder nicht wahrnehmbar sind! Gerade bei den geringen, den correspondirenden Empfindungskreisen entsprechenden Abstandsdifferenzen, bei welchen die Doppelbilder nicht „zum Theil“, „beinahe“ oder „zeitweilig“, sondern immer und ganz vollständig — fehlen, ist die Empfindung der dritten Dimension so ausserordentlich bestimmt markirt, wie niemals bei Gegenwart effectiver Doppelbilder, und wie z. B. aus Dove's bekanntem Versuche zur Erkennung falscher Banknoten hervorgeht, so ausserordentlich fein, dass man oft erst durch sie auf sehr geringe Unterschiede der seitlichen Abstandsdifferenzen in den beiderseitigen Bildern aufmerksam wird. Es erscheinen mithin diesen Thatsachen gegenüber die als solche wahrnehmbaren Doppelbilder als eine unwesentliche Zugabe, welche die reine Empfindung der binocularen Parallaxe eher stört als befördert. Dass sie wirklich nur eine solche, unter Umständen unvermeidliche Zugabe sind, geht auch noch aus den Versuchen hervor, bei welchen diese Tiefenempfindung unter solchen Verhältnissen zum Vorschein kommt, bei welchen die Doppelbilder gar nicht vorhanden sein können, z. B. wenn eine einzige Linie des linken Bildes mit einer von zwei parallelen entsprechenden Linien des rechten Bildes, oder ein einfacher Kreis mit einem Doppelkreise combinirt wird, welcher Versuch Herrn Bergmann nach meinen obigen Bemerkungen nachträglich hoffentlich vollständig gelingen wird.

veränderungen im Sehfelde erfahren, für welche im anderen Auge Punkte und Linien geboten sind, mit welchen sie verschmelzen können. Wie dies aber auf eine psychische Erklärung hinweisen soll, indem die Seele die scheinbare Mittelgrösse berechne und in das Sammelbild hineinzeichnen sollte, das ist mir ganz unbegreiflich. Mir scheint dieses Factum sich vielmehr als ein Act rein und unmittelbar sinnlicher Empfindung zu manifestiren, analog der binocularen Synergie der Farbmischung der ungleich gefärbten, verschieden weit von einander entfernten Doppellinien. — Wenn Volkman mit Beziehung auf diese Versuche behauptet, dass die Seele, nachdem sie gründlich gelernt habe die Doppelbilder zu ignoriren, auch lerne, dieselben zu einem einfachen Bilde zu verschmelzen, so lässt sich diese Behauptung schon vom psychologischen Standpunkte aus widerlegen, wenn es feststeht, dass die geistige Thätigkeit beim Erlernen immer von bestimmten, zunächst in der Organisation der Sinnesorgane begründeten sinnlichen Wahrnehmungen ausgeht. Die verschiedenen unmittelbaren sinnlichen Eindrücke kann die Seele nämlich wohl auf verschiedene Weise verwerthen, je nach dem Grade der Aufmerksamkeit, der ihnen zugewandt wird, treten sie lebhafter für das Bewusstsein hervor, oder sie treten anderen Eindrücken gegenüber so ganz in den Hintergrund, dass sie gar nicht zum Bewusstsein gelangen.¹⁾ Es kann dieses Ignoriren für bestimmte Eindrücke auch zur Gewohnheit, und gewissermassen zur anderen Natur werden.²⁾ Der unmittelbare sinn-

1) Bezeichnend hierfür ist folgende kleine Geschichte, die mir von einem vollkommen zuverlässigen Augenzeugen berichtet worden ist: Ein sehr leidenschaftlicher Kegelspieler war über das Spiel in einen heftigen Streit gerathen, als er gerade werfen sollte. Ein Spassvogel legte ihm einen zusammengerollten Igel an die Stelle der Kugel hin; er ergriff das Thier zu wiederholten Malen, liess es aber immer wieder fallen und seine Handbewegungen zeigten deutlich, dass er die Stiche der Stacheln empfand. In seiner Aufregung verwerthete er aber diese „nachdrücklichen Mahnungen“ gar nicht, bis das Gelächter der Umstehenden ihn zur Besinnung und zur Erkenntniss der empfundenen aber nicht beachteten Stiche brachte.

2) Bezeichnend hierfür ist die Gewöhnung eines Gelehrten an den Lärm eines Handwerks oder einer Fabrik.

liche Eindruck ist aber trotz dieses Ignorirens immer nicht nur vorhanden, sondern er wird auch von der Seele wahrgenommen, sobald sie ihn wahrnehmen will, d. h. sobald sie ihm die Aufmerksamkeit zuwendet, und es werden alsdann die Eindrücke unwandelbar in der von der unmittelbaren Sinnlichkeit dictirten, ursprünglichen Weise percipirt. Dies geschieht selbst dann, wenn die Seele sich vollkommen bewusst ist, dass das Gesehene der Wirklichkeit nicht entspricht und auf Täuschung beruht, z. B. bei stereoskopischer Betrachtung der Halske'schen Objecte oder meiner Fig. 57. Nach Volkmann sollte dahingegen die Seele sich selbst durch consequentes Ignoriren gewisser Eindrücke zuerst bleibend und absolut unfähig machen, diese Eindrücke beim besten Willen, trotz angestrenzter Aufmerksamkeit und trotz aller Uebung zu percipiren, und darauf sollte sie noch die unmittelbare Empfindung in anderer Form wieder in's Leben rufen können. Das Eine wie das Andere ist aber meines Erachtens eine psychologische Unmöglichkeit. Die von Volkmann angeführten Urtheilstäuschungen bezüglich der scheinbaren Grössen haben auch, insofern wir uns von ihnen nicht freimachen können, ganz gewiss immer bestimmte, unmittelbar sinnliche Grundlagen, von welchen die Täuschungen des Urtheils ausgehen, wie ich das in meiner Abhandlung: Ueber die scheinbare Grösse der gesehenen Objecte im Archiv für Ophthalmologie von Arlt, Donders und Gräfe Bd. IV. 1. Heft. S. 1—36 für verschiedene hierher gehörige Fälle nachgewiesen habe.

Die Erscheinungen, welche Volkmann in seinen sieben letzten Versuchen, Versuch 33—39 bespricht, werden von ihm selbst als paradox bezeichnet. Er meint freilich, es sei unstrittig, dass es auch hier psychische Vorgänge seien, welche durch ihr Hinzutreten zu den rein sinnlichen Bedingungen die letzten Erfolge umgestalten, er findet aber, dass die Art und Weise, wie dies hier geschehe, minder klar sei.

In seinem Versuche 33 wirft Volkmann zunächst die Frage auf, wie es zugehe, dass die zwei einander zugewandten Bögen, die er in seiner Fig. 19 verzeichnet hat, zu einer Linse, ohne

Tiefenempfindung verschmelzen, wenn man ihre Endpunkte fixirt, während man eine einfache, nach vorn gebogene Linie wahrnimmt, wenn man die Mitte fixirt? Ich kann diese Beobachtung aber nicht constatiren, denn wenn ich die Mitte der Bögen fixire, so sehe ich ganz deutlich die Doppelbilder der Enden in einem)(förmigen Sammelbilde; wenn ich aber die Endpunkte der Bögen fixire, so sehe ich, wie Volkmann, die linsenförmige Figur, indem die Mitte der Bögen doppelt gesehen wird. Meine Beobachtung entspricht ganz dem Umstande, dass die Abstandsdifferenz zwischen der Mitte und den Enden dieser beiderseitigen Bögen volle 6 Mm. beträgt, also die mittleren horizontalen Durchmesser der empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise nach meinen und Volkmann's eigenen Bestimmungen etwa um das Dreifache übertreffen! Auch alle anderen Personen, denen ich Volkmann's Object gezeigt habe, sehen deutlich die Doppelbilder der Enden der Bögen, wenn sie die Mitte fixirten. Es fragt sich bezüglich dieser „paradoxen“ Erscheinung also zuuächst nur, wie es zugegangen sei, dass Volkmann die Doppelbilder der Bogenenden, die doch unzweifelhaft vorhanden waren, übersehen konnte, während er die Doppelbilder der Mitte der Bögen bei veränderter Augenstellung nicht übersah? Hier muss auch ich allerdings eine psychische Erklärung annehmen. Wenn man nämlich die Mitte der Bögen fixirt, so verschmelzen ihre Mitten soweit, als die Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise es erlauben, zu einem einfachen Bilde. Dieses einfache Bild der combinirten Mitten stellt aber einen nach vorn gekrümmten Bogen dar. Diese Erscheinung entspricht ganz und gar der von mir aufgestellten allgemeinen Regel, dass das Sammelbild bei der Combination solcher beiderseitigen Bildpunkte, deren Abstand von einander geringer ist, weiter nach vorn, und dahingegen bei gleichzeitiger Combination zweier solcher beiderseitigen Bildpunkte, deren Abstand grösser ist, weiter nach hinten zu liegen scheint, kurz es entspricht die Erscheinung vollkommen meiner Aufstellung der binocularen Parallaxe. Diese Empfindung hat nun, vermute ich, Volkmann frappirt, indem es

ja auch wirklich auffallend ist, dass die Seele genöthigt ist, das Sammelbild in dieser Gestalt hinzunehmen, obgleich sie die Einzelbilder kennt, und obgleich sie also weiss, dass das Sammelbild den Objecten nicht entspricht. Ueber diese Wahrnehmung der Tiefe hat Volkmann dann vermuthlich die Doppelbilder der Enden übersehen, und indem er die Aufmerksamkeit seiner Zuhörer auf die Tiefenerscheinungen hingelenkt hat, ist es ihnen wohl ebenso ergangen. Beim Fixiren der Enden der Bögen wächst der gegenseitige Abstand in einem sehr starken Verhältnisse und es kann keine Tiefenempfindung zur Beobachtung kommen, sondern es macht sich die mosaikartige Eintragung allein, ohne Complication geltend und wird dann von einem Jeden bemerkt. — Wenn man aber die Bögen so flach macht, dass die Abstandsdifferenz ihrer Mitten und ihrer Enden das Maass der individuellen correspondirenden Empfindungskreise nicht übertrifft, so verschmilzt die ganze Linie zu einem ganz einfachen, nach vorn gekrümmten Bogen, einerlei ob man die Enden oder die Mitten der Bögen fixirt! Volkmann findet es ferner „paradox“, dass verschiedene Personen, die er zur Wiederholung des Versuches aufforderte, das Linsenbild erst fanden, als er sie auf die Art und Weise, wie man es willkürlich hervorrufen kann, aufmerksam gemacht hatte, bei unbefangener Beobachtung aber immer den nach vorn gekrümmten Bogen sehen. Dies erklärt sich aber nach dem, was ich über die Einstellung der Augen beim binocularen Sehen entwickelt habe, wie mir scheint, sehr leicht. Einmal beträgt nämlich die Entfernung der Mitte des rechten Bogens von der des linken 60 Mm., die der Bogenenden nur 54 Mm. Ersteres Maass aber entspricht näher der „natürlichen Augenstellung“ der meisten Menschen als letzteres. Dazu kommt noch hinzu, dass die Mitten der Bögen dominirende Linien abgeben, indem gleichzeitig viele ihrer Punkte auf einheitlich empfindenden Netzhautstellen zur Deckung gebracht werden können, was bei der Einstellung für die Enden der Bögen nicht der Fall ist, da die Linien sich hier so schnell von einander entfernen. Bringt man nach aussen neben den Bogenenden oder anderswo in der Tangente für die Mittel-

punkte der Bögen jederseits eine Fixationsmarke an, so kann man natürlich auch mit ihrer Hülfe dasjenige Sammelbild erhalten, das man wahrnimmt, wenn man die Mitte der Bögen fixirt.

In Volkmann's Versuch 34 sind zwei eben solche, einander zugewandte Bogen, deren jeder mit einer senkrechten Sehne versehen ist, beiderseits verzeichnet. Diese können nun entweder zu einer durch eine senkrechte Linie in 2 Hälften getheilten Linse, oder zu einer schmäleren Linse, ohne senkrechte Theilung combinirt werden. Letzteres soll nach Volkmann bei unbefangenen Sehen, Ersteres schwieriger und bei absichtlicher Anstrengung der Augen erfolgen, und dies findet Volkmann paradox. Diese Angabe ist aber nicht unbedingt richtig, sondern es hängt zum Theil von der Entfernung der beiderseitigen Bilder von einander und zum Theil von der natürlichen Augenstellung ab, ob das eine oder das andere Bild wahrgenommen wird. Die von Volkmann benutzten Entfernungen sind aber geringer, als das gewöhnliche Maass der natürlichen Augenstellung (nur 55 Mm.). Wenn nun schon dieser Umstand die letztere der Volkmann'schen Combination begünstigt, so kommt auch noch ein anderer Umstand der diesem Sammelbilde entsprechenden Augenstellung zu Hülfe, nämlich dass jederseits zwei, freilich etwas ungleiche dominirende Linien zur Geltung kommen. Bei bedeutenderen, die natürliche Augenstellung übertreffenden Entfernungen tritt dahingegen bei unbefangenen Sehen das andere Sammelbild leichter auf, indem sich hier alsdann die senkrechten Sehnen als dominirende Linien geltend machen. Volkmann findet es aber ferner noch paradox, dass dieselben Figuren bei horizontaler Lage der Sehnen als Sammelbild entweder eine horizontale Linse, welche durch eine horizontale Linie in zwei Hälften getheilt ist, oder ein über einander gelegtes (etwas undeutliches) Bild der beiden einander entgegengesetzten Bögen blicken lassen, je nachdem man beide Sehnen in gleicher Höhe lagert, oder je nachdem man die Sehne des einen und den Bogen des anderen Bildes einander gegenüber legt. Volkmann sucht im letzteren Falle den Grund der Nichtverschmelzung in dem

äusserst geringen Werthe der Grenzdistanz in der Richtung des Perpendikels. Bei genauerer Untersuchung findet man aber, dass diese „paradoxe“ Erscheinung sich wesentlich daraus erklärt, dass die senkrechten Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise, wie ja auch Volkmann selbst gefunden hat, erheblich kleiner sind, als die horizontalen Durchmesser derselben. Denn wenn man die durch die binoculare Synergie des Einfachsehens auszugleichende Abweichung der Bögen von ihren Sehnen, dem geringen senkrechten Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise entsprechend, vermindert, so gelingt die einheitliche Verschmelzung der horizontalen Kreisabschnitte zu einer linsenförmigen Figur vollkommen. Es war also der Werth der Grenzdistanz in der Richtung des Perpendikels in Volkmann's Figur nicht, wie er meint, zu gering, sondern zu gross. Eine gewisse Schwierigkeit bleibt jedoch bei der Combination dieser horizontalen Kreissegmente, indem es schwierig ist, die rechte Augenstellung zu finden. Diese Schwierigkeit lässt sich aber heben, wenn man durch die Mitte des Bogenabschnittes jederseits eine Senkrechte anbringt, oder beiderseits an entsprechenden Stellen eine Fixationsmarke anbringt. Die Combination der horizontalen Kreissegmente zu einer durch eine Horizontale getheilten liegenden Linse tritt mittelst mosaikartiger Eintragung ein, wenn die Sehnen der beiderseits angebrachten Bögen in gleicher Höhe liegen.

Volkmann's Versuch 35, bei welchem 5° grosse, mit ihrer Oeffnung nach oben gerichtete, aber etwas verschieden geneigte Winkel jederseits angebracht werden, zeigt, dass dieselben entweder so combinirt werden können, dass die im Scheitel vereinigten Winkel im Sammelbilde neben einander erscheinen, oder so, dass ein einfacher Winkel sichtbar wird. Volkmann findet es auffallend, dass bald das eine, bald das andere Sammelbild sich am leichtesten darbietet, läugnet den Einfluss der Distanz der im Stereoskop befindlichen Bilder auf die Form des Sammelbildes und erklärt sie dadurch, dass für einige Augen die Senkrechte eine solche Anziehungskraft habe, dass diese vor Allem auf „identische“ Punkte gebracht wird, wäh-

rend es für andere Augen etwas mehr Befriedigendes hat, die beiden Winkelbilder zur Einheit zu bringen. Wenn man aber die betreffenden Winkel einmal so beweglich macht, dass man sie einander nähern und sie von einander entfernen kann, und ein anderes Mal so, dass man sie in ihrem Scheitelpunkte drehbar macht, während man sie im Stereoskope betrachtet, so wird man nicht umhin können, den Einfluss der Distanz auf die Form des Sammelbildes anzuerkennen, indem Jedermann bei gewisser Entfernung der beiderseitigen Winkel oder bei gewisser Drehung ihrer Oeffnungen nach aussen nur das Volkmann'sche Sammelbild S' und bei gewisser Näherung der Winkel oder bei gewisser Drehung der Winkelöffnungen nach innen nur das Sammelbild S sehen kann. Es kommen für dieses Object zwei verschiedene Augenbewegungen in Betracht, nämlich einerseits der Convergenzgrad und andererseits die Rotationsbewegung der Bulbi; in der letzteren sind die meisten Augen viel weniger geübt, als in der ersteren. Meines Erachtens kommen nun bei diesem Versuche, wie bei so vielen anderen von mir angeführten Beispielen (vgl. z. B. meine Fig. 12—16), zwei Momente für die Einstellung der Augen in Betracht, nämlich ein sinnliches (der binoculare Reflexinstinct) und ein psychisches (der binoculare Intelligenzinstinct). Der Versuch 35 Volkmann's zeigt nur eben dasselbe. Der von Volkmann nicht besprochene, besonders bei beweglichen Winkelbildern sehr interessante körperliche oder Tiefeneffect, entspricht übrigens vollkommen den Gesetzen der Synergie der binocularen Parallaxe.

Volkmann's Figur 36 zeigt, dass zwei krumme Linien, deren Halbmesser = 2 Mm. und deren Spannweite 3 Mm. beträgt, bei ihrer Combination im Sammelbilde nicht einheitlich verschmelzen, und dass es für den Eindruck, den die Bögen machen, von grösstem Belange ist, ob die innere Seite derselben nach rechts oder nach links gewendet ist. Indem er diesen Fall mit Versuch 33 zusammenstellt, bei welchem ihn die einheitliche Verschmelzung grösserer Bogen mit viel beträchtlicherer Abstandsdifferenz der Mitten und der Endpunkte der Bogen gelang, schliesst er, dass die Doppelbilder des Versuchs 36

mit den von mir aufgestellten correspondirenden Empfindungskreisen in Widerspruch stehen. Der Unterschied der entgegengesetzten Richtungen soll nach Volkmann selbstverständlich von der Seele um so lebhafter empfunden werden, je mehr Grade des Kreises er umfasst. — In der That zeigt dieser Versuch jedoch nur, dass die correspondirenden Empfindungskreise in der Gegend des deutlichsten Sehens, in welche hier das ganze Bild fällt, bedeutend kleiner sind, als auf den mehr seitlichen Netzhautpartieen, was ja auch aus anderen Versuchen Volkmann's (Versuch 12 ff.) hervorgeht. Bei den kleinen Bogen mit Radien von 2 Mm. und einer Spannung von 3 Mm. beträgt der Abstand der Mitte der Sehne von der Mitte des Bogens 1,32 Mm., also die Abstandsdifferenz (oder Grenzdistanz Volkmann's) zwischen den Mitten und den Enden der beiderseitigen Bogen 2,64 Mm. Dies übersteigt aber in der Gegend des deutlichsten Sehens weit das Maass der correspondirenden Empfindungskreise; denn bei Anwendung senkrechter paralleler Doppellinien nach meinem Vorgange fand Volkmann je nach dem Werthe der Constanten, welche die Entfernung von der Stelle des deutlichsten Sehens ausdrücken, folgende Verhältnisse (a. a. O. S. 38):

Werth der Constanten	Werth der Grenzdistanzen für die Substitute a	für die Substitute b
1,5 Mm.	0,59 Mm.	1,75 Mm.
5,3 „	1,84 „	2,27 „
8,0 „	2,09 „	2,99 „

Wenn also die Empfindungskreise 1,5 Mm. vom Punkte des deutlichsten Sehens entfernt einer Grenzdifferenz von nur 0,59 Mm. entsprechen, ¹⁾ wie sollten dieselben denn hier, bei einer Grenzdistanz von 2,64 Mm. Einfachsehen vermitteln können? Wenn man die Abstandsdifferenzen (Grenzdistanzen) zwischen den Endpunkten der Bogen dem billigen Maasse der correspondirenden Empfindungskreise entsprechend geringer macht, so tritt auch bei ihnen, trotz der viel grösseren

1) Meine Bestimmungen wurden mit grösseren Werthen der Constanten gemacht, daher auch das Maass der correspondirenden Empfindungskreise (bei mittlerer Augenstellung) grösser ausfallen musste, eben so wie in Volkmann's anderen Versuchen.

Gradzahlen des Kreises, die sie, verglichen mit den Kreisen grosser Durchmesser, umfassen, vollkommen einheitliche Verschmelzung mit entsprechendem Tiefeneffecte ein, vorausgesetzt, dass die Mitten der Tangente der Bogen fixirt werden. — Schliesslich ist nur noch zu bemerken, dass der Vergleich, den Volkmann mit seinem Versuch 33 hier anstellt, in dem von ihm gewünschten Sinne doch wohl nicht zutreffen kann, da er bei diesem durchaus die Doppelbilder der Bogenenden, deren Grenzdistanz volle 6 Mm. beträgt, wie bereits oben angeführt, übersehen haben muss.

In seinem Versuch 37 hat Volkmann links eine Senkrechte, rechts einen nach oben geöffneten Winkel angebracht, dessen rechter Schenkel senkrecht steht, so dass die 5° grosse Winkelöffnung links von demselben liegt. Bei der Combination dieses Bildes erkennt man im Sammelbilde einen Winkel, dessen Oeffnung nach Volkmann derjenigen des im rechten Sehfelde verzeichneten Winkels vollkommen an Grösse gleichkommt, einerlei, ob die Senkrechte des linken Sehfeldes mit dem senkrechten oder dem schrägen Schenkel combinirt wird.

Diese Angabe ist richtig, sofern sich kein Tiefeneffect im Bilde bemerkbar macht, d. h. sofern beide Schenkel des im Sammelbilde gesehenen Winkels in der Ebene des Papiers zu liegen scheinen. Dies kann und muss aber erfolgen, wenn die Augen sich so einstellen, dass die im Sammelbilde einander deckenden Conturen auf zusammengehörige Mittelpunkte der correspondirenden Empfindungskreise oder nach der alten Nomenclatur auf wirklich correspondirende Netzhautpunkte gebracht werden. Für die Combination der beiderseitigen Senkrechten kann das einfach durch Convergenzbewegungen geschehen, für Combination der Senkrechten des linken Feldes mit dem schrägen Winkel des Schenkels im rechten Felde kann aber dasselbe durch entsprechende Rotationsbewegungen der Bulbi erreicht werden. Dass solche Rotationsbewegungen der Bulbi ausführbar sind, geht schon daraus hervor, dass ich zwei nach unten convergirende Linien noch dann einfach sehen kann, wenn der Convergenzwinkel bis 10° beträgt, wogegen es beim Convergiren der Linien nach oben kaum noch

bei einem Convergenzwinkel von 4° gelingt (s. meine grössere Schrift S. 23). Dass sie aber bei diesem Versuche auch wirklich zur Ausführung kommen, geht aus folgenden Erscheinungen hervor: Wenn man in den beiden Bildern andere, vom Winkel unabhängige, beiderseitige senkrechte Linien anbringt, welche im Sammelbilde nicht zur Deckung kommen, so nehmen sie im letzteren eine geneigte Stellung zu einander ein, wenn man die ursprüngliche Senkrechte des linken Feldes mit dem schrägen Schenkel des Winkels im rechten Felde combinirt; dahingegen bewahren sie ihren Parallelismus, wenn man die beiderseitigen Senkrechten zur gegenseitigen Deckung bringt. Wenn man ferner die Lage des Sammelbildes in toto berücksichtigt, und dieselbe mit derjenigen des rechten Einzelbildes vergleicht, so erkennt man, dass die Winkelöffnung des Sammelbildes mehr gerade nach oben gerichtet ist, wenn man die Senkrechte mit der Schrägen combinirt, wohingegen dieselbe bei Combination der beiden Senkrechten im Sammelbilde eben so wie im rechts gelegenen Einzelbilde nach links und oben geöffnet ist. Dieses erklärt sich vollkommen durch die Rotation der Bulbi, an welche Volkmann gar nicht gedacht zu haben scheint, und durch die einfache mosaikartige Eintragung der nur in einem Bilde vorhandenen Contur in das Sammelbild.

Wenn sich aber ein Tiefeneffect im Bilde bemerkbar macht, was den Regeln der binocularen Parallaxe zufolge alsdann erfolgen muss, wenn in einem Auge die Mittelpunkte, im anderen seitlich gelegene Punkte der correspondirenden Empfindungskreise von den Netzhautbildern getroffen werden (wenn also die Rotation nicht erfolgt oder nicht den gehörigen Grad erreicht), so ist es nicht wahr, dass der Winkel des Sammelbildes dem Winkel des rechts liegenden Einzelbildes gleich erscheint. Denn alsdann tritt der aus der links gelegenen Senkrechten und dem schrägen Schenkel des rechts gelegenen Winkels combinirte Schenkel des im Sammelbilde sichtbaren Winkels aus der Ebene des Papiers heraus und über die wirkliche Neigung desselben zu dem einfach mosaikartig in die Ebene des Papiers eingetragenen anderen Schenkel, ist in der

That kein bestimmtes Urtheil möglich. Will man die Neigung alsdann auf die Ebene des Papiers beziehen, so ist dies nur durch einen Act psychischer Abstraction möglich, und man bleibt in Zweifel, ob man diejenige Winkelöffnung angeben soll, welche man im rechten Einzelbilde sieht, oder ob man eine kleinere Winkelöffnung wahrnimmt, gebildet aus der mosaikartig eingetragenen Linie und aus derjenigen, welche durch Combination der ungleich geneigten Linien der beiden Einzelbilder entstanden ist.

Es ist indess noch eine Combination dieser beiderseitigen Bilder möglich. Es können nämlich die Augen auch so eingestellt werden, dass die Senkrechte des linken Feldes weder mit dem senkrechten, noch mit dem schrägen Schenkel des im rechten Einzelbilde sichtbaren Winkels zur Deckung kommt, sondern so in einer Mittelstellung verharret, dass dieselbe sich mit dem schrägen Schenkel des Winkels im Sammelbilde kreuzt. Alsdann muss die binoculare Synergie des Alternirens der sich im Sammelbilde kreuzenden oder berührenden Conturen zur Geltung kommen. Man kann alsdann die senkrechte Linie des linken Gesichtsfeldes mit einer etwas veränderten Neigung neben dem senkrechten Schenkel des im linken Bilde vorhandenen Winkels sehen, während die schräge Linie in der Gegend der Kreuzung durch die Macht der der Contur der Senkrechten anliegenden Grundfärbung zeitweilig unsichtbar wird, um bei fortgesetzter Betrachtung nach einiger Zeit wieder hervorzutreten. Wenn dann die Kreuzung der Senkrechten des linken Feldes mit dem schrägen Schenkel des Winkels im rechten Felde dem Scheitelpunkte nahe liegt, so kann demnach durch die Macht der der Contur (der Senkrechten) anliegenden Grundfärbung zeitweilig die Continuität des im Sammelbilde wahrgenommenen Winkelbildes gestört erscheinen.

Es geht aus dem Vorstehenden, wie mir scheint, deutlich hervor, dass es durchaus nicht exact ist, wenn Volkman n sagt, die Seele schwanke zwischen Beibehaltung des Winkels und den Ansprüchen der Senkrechten des linken Feldes, entscheide sich aber fast immer zu Gunsten der ersteren und gebe nur in selteneren Ausnahmefällen die Continuität des Winkels

zu Gunsten der Ansprüche jener Senkrechten auf. Die Seele hat nämlich freilich ihren Antheil an der Einstellung der Augen, und sie kann hierdurch dazu beitragen, dass verschiedene unmittelbare Sinnesempfindungen durch binoculare Betrachtung des Objects zur Perception kommen, sie kann freilich auch ferner die verschiedenen unmittelbaren Sinnesempfindungen in verschiedener Weise durch die Aufmerksamkeit und durch den Denkaet combiniren, und sie kann dadurch dasselbe sinnliche Object verschieden beurtheilen, sie kann aber nicht, wie Volkmann meint, aus eigener Machtvollkommenheit wesentlich neue, von der Sinnlichkeit nicht gebotene Erscheinungen im Bilde unmittelbar hervorrufen.

Volkmann's Versuch 38 schliesst sich vollkommen an den vorhergehenden an. Auch hier kommen unzweifelhaft Rotationsbewegungen der Bulbi in Betracht, wenn die links gelegene Senkrechte mit einer von zwei einander parallelen schrägen Linien des rechten Sehfeldes so combinirt wird, dass im Sammelbilde zwei einfache parallele Linien ohne Tiefenempfindung erscheinen. Denn es wäre sonst das Einfachsehen bei der vorhandenen, 4 Mm. betragenden Abstandsdifferenz der beiden Enden der Senkrechten und einer der schrägen Linien nicht möglich. Dasselbe geht aus der schrägen Stellung beiderseits gezogener senkrechter, nicht zur Deckung kommender Hilfslinien hervor, und die steilere Haltung des Sammelbildes, als des rechts gelegenen Einzelbildes, welche hier auch von Volkmann bemerkt worden ist, entspricht ganz einer solchen Rotation der Bulbi. Wenn nun die Senkrechte mit einer der schrägen Linien auf die Mittelpunkte correspondirender Empfindungskreise gebracht ist, so erklärt die mosaikartige Eintragung der im rechten Einzelbilde allein vorhandenen schrägen Linie vollkommen die von Volkmann angegebene Erscheinung, dass sie der combinirten Linie im Sammelbilde parallel erscheint; denn mit der Rotation des Bulbus würde ja auch ihre Lage ebenso verändert werden, wie die der ihr parallelen schrägen Linie, welche mit der Senkrechten des anderen Feldes combinirt würde. Auch in diesem Versuche kann sich aber ein Tiefeneffect bemerkbar machen, den Volkmann nicht

erwähnt. Dieser Tiefeneffect wird dann, meiner Meinung nach, dadurch bedingt, dass eine solche Augenstellung gewählt wird, bei der die Senkrechte des linken Feldes und die eine schräge Linie des anderen Feldes nicht auf die zusammengehörigen Mittelpunkte, sondern auf excentrisch gelegene seitliche Punkte der correspondirenden Empfindungskreise gebracht und dadurch im Sammelbilde combinirt wird. Sobald dieser Tiefeneffect wahrgenommen wird, erscheinen die beiden Linien des Sammelbildes auch nicht länger parallel, sondern die aus der Senkrechten und der schrägen combinirte Linie tritt, der Regel der Synergie der binocularen Parallaxe entsprechend, aus der Ebene des Papiers heraus. Es kann dann für die unmittelbar sinnliche Wahrnehmung nicht von einem Parallelismus der Linien des Sammelbildes die Rede sein. Die Beziehung der beiden im Sammelbilde wahrgenommenen Linien auf die Ebene des Papiers kann dann nur auf unsichere Weise durch eine psychische Abstraction zu Stande kommen, und es ist nicht möglich, den Parallelismus in der Ebene des Papiers vom Tiefeneffect so zu abstrahiren, dass die Wahrnehmung zwingend würde.

Volkmann's Versuch 39 unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, dass die Augenbewegungen nicht im Stande sind, die Verschiedenheiten der Einzelbilder im Sammelbilde auszugleichen. Es wird nämlich eine senkrechte Linie des linken Sehfeldes mit einem von zwei flachen parallelen Bögen combinirt. Der combinirte Bogen des Sammelbildes erscheint hierdurch verflacht, wie Volkmann angiebt; über den Parallelismus des aus der Senkrechten und dem Bogen combinirten Bogens des Sammelbildes mit dem anderen, nur mosaikartig in das Sammelbild eingetragenen Bogen, spricht Volkmann sich nicht aus, er zeichnet sie aber im Sammelbilde, S. Fig. 31, parallel. Es ist ihm sehr wahrscheinlich, dass Individualitäten vorkommen werden, bei welchen sich die Sammelbilder anders gestalten, als bei ihm, und er fügt schliesslich hinzu: „Sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so würde sie nur einen neuen Beweis liefern, dass der Mangel an Uebereinstimmung zwischen dem realen Bilde der vereinigten Netzhäute

von der einen Seite und dem imaginären Bilde des Sehfeldes von der anderen Seite, welche den Punkt angiebt, um welchen sich alle stereoskopischen Erscheinungen drehen, nicht von Structurverhältnissen des Sehorgans, sondern von psychologischen Einflüssen abhängt.“

Ich sehe dieses Object folgendermassen, wenn ich, je nach der gegenseitigen Entfernung der beiden Bilder, die Senkrechte mit dem einen oder dem anderen der beiden Bögen combinire. Die aus der senkrechten geraden Linie und dem flachen Bogen combinirte Linie erscheint nach vorn, aus der Ebene des Papiers heraus, gekrümmt, die Krümmung ist aber zugleich etwas nach links gewandt. Dies entspricht ganz der für die Synergie der binocularen Parallaxe allgemein gültigen Regel. Wenn der Beobachter auf den Tiefeneffect d. h. die Krümmung nach vorn, nicht aufmerksam geworden ist, sondern die Krümmung auf die Ebene des Papiers bezieht, so ist es ganz richtig, dass der Bogen verflacht erscheint. Der andere Bogen erscheint in der Ebene des Papiers, durch die Macht der Contur, mosaikartig so eingetragen, wie er sich im Einzelbilde findet. Es können aber die verschiedenen Beobachter in der That darüber in Zweifel sein, ob die gleiche Krümmung oder der Parallelismus mit der anderen krummen Linie im Sammelbilde zur Geltung kommt; denn die sinnliche Empfindung der Krümmung der combinirten Linie nach vorn drängt sich auch dann dem Beobachter auf, wenn sie nicht als solche vom Bewusstsein aufgefasst und gewürdigt wird, weil ihr nicht die nöthige Aufmerksamkeit zugewandt wurde.¹⁾ Ein schräg nach vorn

1) Viele Menschen kennen die Empfindung der binocularen Parallaxe nicht als eine besondere und ganz eigenthümliche Empfindung, bevor sie sie von den anderen sinnlichen Momenten, welche das Urtheil über Tiefe und Abstand bestimmen helfen, isolirt kennen gelernt haben. Sie behaupten oft hartnäckig mit einem Auge die Tiefe eben so wohl als mit zweien wahrzunehmen. Wenn man solchen Leuten aber zuerst die von Halske zuerst angegebenen beweglichen stereoskopischen Objecte, und dann ganz einfache Objecte zeigt, worin nur der specifisch binoculare Tiefeneffect zur Geltung kommt, so lernen sie sehr bald dieselbe auch in den complicirten Bildern als besondere Em-

gekrümmter Bogen, wie er hier empfunden wird, kann aber mit einem nur seitlich gekrümmten Bogen weder rücksichtlich der Krümmung, noch rücksichtlich des, auf die Ebene des nur seitlich gekrümmten Bogens bezogenen Parallelismus mit Sicherheit verglichen werden. Es ist dieser Versuch daher in der That ganz geeignet, das Urtheil verschiedener Beobachter zu verwirren und dem entsprechend verschiedene Beschreibungen des trotz seiner scheinbaren Einfachheit doch wirklich so complicirten Sammelbildes zu veranlassen. Bei allen Beobachtern ist aber doch, meiner Erfahrung zufolge, eine Verständigung über das in diesem wie in jedem Sammelbilde wirklich Wahrnehmbare möglich, wenn sie auf die verschiedenen zu berücksichtigenden Momente aufmerksam gemacht werden, 1) auf die verschiedenen möglichen Einstellungen der Augen, die Motive, wodurch dieselben veranlasst werden, und die Erfolge für das Sammelbild; 2) auf die von der Synergie des Einfachsehens (oder von den correspondirenden Empfindungskreisen) abhängigen Formveränderungen des mit der Senkrechten combinirten flachen Bogens, sofern dieselbe auf die Ebene des Papiers bezogen gedacht wird; 3) auf die von der Synergie der binocularen Parallaxe abhängige Krümmung des combinirten Bogens schräg nach vorn, und endlich 4) auf die einfache mosaikartige Eintragung des anderen nicht combinirten Bogens in seiner ursprünglichen Gestalt und Lage in die Ebene des Papiers, durch die Macht der Contur. Wenn es gelungen ist, die verschiedenen Beobachter auf alle diese in Betracht kommenden Momente aufmerksam zu machen, so überzeugt man sich, dass sie Alle von vorn herein dasselbe gesehen und empfunden haben, dass ihre verschiedenen Beschreibungen nur davon herrührten, dass sie nicht von vorn herein auf Alles das, was in Betracht kommt, aufmerksam geworden waren, und dass ihre Urtheile und Angaben eben hierdurch verwirrt und einander widersprechend wurden. — Die verschiedenen Beschreibungen dieses Sammelbildes, für welches Volkman n übrigens

empfindungsweise kennen, der sie nur bisher keine specielle Aufmerksamkeit geschenkt hatten.

keine psychische Erklärung bisher versucht hat, beweisen also keineswegs, wie Volkmann meint, dass der Mangel an Uebereinstimmung der einzelnen Netzhautbilder einerseits und des binocularen Sammelbildes andererseits von psychischen Einflüssen abhängt.

Es dürfte aus vorstehender Analyse der trotz ihrer scheinbaren Einfachheit doch mehr oder weniger complicirten Versuche Volkmann's hervorgehen, dass dieselben durchaus nicht beweisen, was sie beweisen sollen, nämlich, dass die Unterschiede, welche das binoculare Sammelbild bei Vergleichung mit den einzelnen Netzhautbildern darbietet, von psychischen Thätigkeiten abhängen sollten. Es lassen sich dieselben vielmehr ganz ungezwungen auf diejenigen unmittelbar sinnlichen und somit in der Organisation begründeten Momente zurückführen, welche bei der experimentellen Analyse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes festgestellt wurden. Die Gründe, welche ich, auf möglichst vereinfachte Versuche gestützt, gegen die exclusiv psychischen Erklärungen beigebracht, und die Beweise, die ich für den Antheil der unmittelbaren Sinnlichkeit an diesen Erscheinungen aufgeführt habe, sind aber von Volkmann gar nicht berührt worden. Insofern es also Volkmann's Absicht gewesen ist, seine freilich sehr bequemen und sehr elastischen, meiner Ueberzeugung nach aber auch sehr unwahren und illusorischen Erklärungen durch seine neuen Versuche zu retten, so ist seine Vertheidigung eben so verfehlt zu nennen, wie sein Angriff auf meine, von jeder Erklärung unabhängige, rein empirische Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise, bezüglich deren er nur eine von ihm selbst erfundene, mir aber völlig fremde, von ihm sogenannte anatomische Hypothese wirklich widerlegt hat.

Um neuen Missverständnissen vorzubeugen, sei es mir hier nun noch schliesslich erlaubt, ein paar allgemeine Bemerkungen hinzuzufügen.

Indem ich versucht habe, die Erscheinungen des Binocularsehens auf die Grundlage gewisser eigenthümlicher unmittelbarer Sinnlichkeitsweisen zurückzuführen, die nur beim Sehen mit zwei Augen möglich sind, so habe ich damit natürlich

keineswegs einen sehr grossen Einfluss der psychischen Thätigkeiten auf die Wahrnehmungen geläugnet. Dieser Einfluss ist, meiner Meinung nach, ein doppelter. Einerseits vermögen wir durch geistige Thätigkeit zum Theil die Bedingung für diese oder jene unmittelbare Empfindung herbeizuführen, indem die Augenstellung zum Theil (aber freilich nicht ausschliesslich) durch sie bestimmt wird. Andererseits sind es aber auch psychische Thätigkeiten, durch welche Vorstellungen und Begriffe (zum Theil ohne dass wir uns des dabei stattfindenden Denkacts bewusst sind) aufgebaut werden. Die unmittelbaren Empfindungen können von der Seele oft auf verschiedene Weise verwerthet werden, und es können daher aus denselben unmittelbaren Empfindungen verschiedene Vorstellungen und Begriffe resultiren, aber doch nur insofern, als diese Constructions der Seele nicht mit der unmittelbaren Sinnlichkeit in Widerspruch kommen. Die unmittelbar sinnlichen Eindrücke können auch von der Seele durch Ableiten der Aufmerksamkeit ignorirt werden, sie machen sich aber immer wieder in derselben unwandelbaren Weise geltend, sobald man ihnen die Aufmerksamkeit zuwendet. Der Beobachter ist alsdann gezwungen, sie so und nicht anders zu sehen, wie sie von der unmittelbaren Sinnlichkeit percipirt werden. Es sind die auf die sinnlichen Empfindungen gestützten Vorstellungen und Begriffe mithin, innerhalb der durch die unmittelbare Sinnlichkeit gesetzten Grenzen, wandelbar und veränderlich. Die unter gegebenen Umständen vorhandenen, unmittelbar sinnlichen Eindrücke oder Empfindungen sind aber durch ihre Unwandelbarkeit und durch den unerbittlichen Zwang charakterisirt, durch welchen sie allen Bemühungen unserer Psyche Trotz bieten, wenn diese ein anderes Resultat herauszubringen sucht, als das durch die unmittelbare Sinnlichkeit gebotene, oft der Wirklichkeit und der vorgefassten Meinung widersprechende. Diese Charaktere müssen uns, meine ich, leiten, wenn wir versuchen wollen, zu unterscheiden, wie viel von unseren Wahrnehmungen auf unmittelbarer Sinnlichkeit beruht, und wie viel die psychischen Thätigkeiten bei der Con-

struction von Vorstellungen und Begriffen hinzugethan haben. Nur wenn wir consequent diesen Charakter der unmittelbaren Sinneseindrücke einerseits und andererseits der aus ihnen abgeleiteten Vorstellungen und Begriffe festhalten, können wir, meiner Meinung nach, diese von jenen unterscheiden, und die Grenzen der Psychologie und der Physiologie in diesem Gebiete richtig abstecken.

Die Aufstellung der vier oben angeführten, dem Binocularsehen eigenthümlichen specifischen unmittelbaren Sinnesempfindungen: der Synergie der Farbenmischung, des Alternirens, des Einfachsehens durch correspondirende Empfindungskreise und der binocularen Parallaxe betrachte ich insofern nur als eine vorläufige, als die Beziehungen dieser specifischen Sinnesenergien zu einander, so wie zum binocularen Reflexinstinct, zur Macht der Contur und zur Macht der der Contur zunächst anliegenden Grundfärbung, noch nicht in erschöpfender Weise festgestellt sind. Ich habe darüber nur einige Andeutungen geben können. So habe ich nachgewiesen, dass bei dem abwechselnden Verlöschen und wieder Sichtbarwerden derjenigen Stellen, wo verschiedenartige Conturen im Sammelbilde einander kreuzen oder berühren, einerseits die Macht der Contur und andererseits die der Contur des anderen Bildes anliegende Grundfärbung ungleiche Componenten abgeben, welche theils die bei verschiedenen sehr lebhaften Farben so hervortretende binoculare Synergie des Alternirens zur Geltung kommen lassen, theils aber im verwischten Bilde eine Mischempfindung, ganz derjenigen entsprechend, welche bei verschiedenen, recht matten Farben als binoculare Farbenmischung so deutlich ist, und welche ich daher der binocularen Synergie der Farbenmischung zugerechnet habe. — Ferner habe ich auf die genaue Beziehung des binocularen Reflexinstincts, bei welchem nur senkrechte oder schräge Linien dominirende Objecte abgeben, zur Synergie der binocularen Parallaxe hingewiesen, welche ebenfalls nur bei senkrechten oder schrägen, nicht aber bei horizontalen Linien zur Geltung kommen. Endlich habe ich bezüglich der binocularen Synergie des Einfachsehens durch correspondirende Empfindungskreise die Frage aufgewor-

fen, ob sie nicht vielleicht auf das Unterdrücktwerden der einen Contur durch die ihrer Componente anliegende Grundfärbung, also auf die Macht der der Contur anliegenden Grundfärbung zurückgeführt werden könnte? Dieselbe Frage wurde später von Bergmann aufgeworfen. Die experimentelle Untersuchung ergab aber, dieser Supposition gegenüber, ein negatives Resultat, indem zwei beiderseits ungleichfarbige Linien im Sammelbilde beide in der Mischfarbe erscheinen, indem ferner Schraffirungen am äusseren Rande der engen und am inneren Rande der weiten Doppellinien ein Sammelbild ergeben, worin beide Linien auf beiden Seiten, innen und aussen, schraffirt erscheinen, und indem endlich sich der specifisch binoculare Tiefeneffect bei Abstandsdifferenzen in horizontaler Richtung geltend macht. Hieraus ging also hervor, dass nicht die eine Linie einfach unsichtbar geworden war. Man könnte aber ferner noch, wie Hasner es gethan, die Frage aufwerfen, ob nicht die Synergie des Einfachsehens durch correspondirende Empfindungskreise auf die Synergie der binocularen Parallaxe zurückgeführt werden könnte? Für das Einfachsehen solcher beiderseitig ungleichen, einfachen oder doppelten Conturen, bei welchen die Abweichung auf kleine Abstandsdifferenzen der zusammengehörigen Punkte in horizontaler Richtung zurückzuführen sind, würde diese Annahme in der That sehr gut zutreffen. Folgender von Herrn Dr. Lehmann hier selbst mir angegebene Versuch, den ich durchaus constatiren kann, schien auf den ersten Blick sehr für eine solche Zurückführung der binocularen Synergie des Einfachsehens durch correspondirende Empfindungskreise auf die Synergie der binocularen Parallaxe zu sprechen: Man fertigt ein in horizontaler Richtung verschiebbares Object an, in welchem jederseits eine gleiche Senkrechte und ein Punkt so angebracht sind, dass die beiderseitigen Punkte in gleicher Höhe, beiderseits links oder beiderseits rechts neben der Senkrechten liegen, und dass die Entfernung der beiderseitigen Punkte von einander um 1 bis 2 Mm. grösser ist, als die Entfernung der beiderseitigen Linien von einander. Bei stereoskopischer Betrachtung dieses Objects erscheint nun beim Fixiren der beiderseitigen Senkrechten der

Punkt doppelt, die Linie aber noch einfach, wenn man die beiderseitigen Bilder über ein gewisses Maass hinaus von einander entfernt. Treibt man die Entfernung der beiderseitigen Bilder noch um ein Weniges weiter, so entstehen Doppelbilder, sowohl der Punkte als auch der senkrechten Linien. Dieses liesse sich, so scheint es beim ersten Blick, so deuten, dass das Doppelbild des Punktes aufträte, wenn die beiderseitige Entfernung der Bilder denjenigen Grad erreicht hätte, wo die Projectionslinien der Senkrechten noch im Raum mit einander zusammenstossen könnten, während die Projectionslinien der weiter von einander entfernten Punkte bereits divergirten, also nicht im Raum zusammentreffen würden, und man könnte meinen, dass dies der Grund des Auftretens des Doppelbildes sei, während die Linie noch einfach erscheint. (Vgl. obige Fig. 56 S. 76.) Dass indess die Synergie des Einfachsehens doch nicht einfach auf die Synergie der binocularen Parallaxe zurückgeführt werden kann, sondern von ihr unabhängig ist, geht daraus hervor, dass auch horizontale Doppellinien, von ungleicher Abstandsdifferenz in senkrechter Richtung, vollkommen einfach, aber ohne Tiefeneffect im Sammelbilde gesehen werden (Siehe meine grössere Schrift S. 66 Fig. 38). Dieser interessante Versuch Lehmann's, der auf den ersten Blick die Selbständigkeit der Synergie des Einfachsehens durch correspondirende Kreise zu bedrohen schien, enthält aber bei genauerer Untersuchung gerade eine schöne Bestätigung derselben. Wenn man sich nämlich bemüht die beiderseitigen Senkrechten zu fixiren, während sie sich seitlich von einander entfernen, so muss endlich nothwendig eine Stellung eintreten, bei der es nicht mehr möglich ist die Augen so auf das Object einzustellen, dass die Bildpunkte, die wir fixiren wollen, auf die Mittelpunkte der correspondirenden Empfindungskreise gebracht werden können. Es fallen dann nothwendig die Netzhautbilder der Senkrechten, die wir zu fixiren uns bemühen, auf peripherische Partieen der beiderseitig correspondirenden Empfindungskreise, und sie erscheinen hierbei im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde noch einfach, eben durch die binoculare Synergie des Einfachsehens

durch correspondirende Empfindungskreise. Die beiden weiter von einander entfernten Punkte müssen alsdann aber schon beiderseits ausserhalb der Bezirke der correspondirenden Empfindungskreise fallen, und sie erscheinen dem entsprechend doppelt. Dass diese Erklärung des Lehmann'schen Versuches richtig ist, das geht aus folgenden Abänderungen desselben hervor. Wenn man die beiderseitigen Bilder desselben Objectes einander so stark nähert, dass die Bilder bei einer ein wenig weiter gehenden Näherung als Doppelbilder aus einander fahren, so tritt zuerst das Doppelbild der senkrechten Linie auf, während die weiter von einander entfernten Punkte noch einfach erscheinen. Hierbei ist es gleichgültig, ob man sich bemüht, die beiderseitigen Senkrechten oder die beiderseitigen Punkte zu fixiren. Wenn man anstatt den Abstand der Punkte von einander grösser zu machen, als den gegenseitigen Abstand der Senkrechten, das Object so einrichtet, dass der Abstand der beiden Punkte von einander geringer ist, als der gegenseitige Abstand der beiden Senkrechten, so erscheinen, bei sehr grosser Entfernung der Bilder von einander (also bei möglichst paralleler oder divergenter Augenstellung) zuerst die Linien doppelt, während die Punkte noch einander decken; bei sehr grosser Näherung der Bilder an einander (also bei möglichst convergenter Augenstellung) erscheinen umgekehrt zuerst die Punkte doppelt, während die Linien noch einander decken.

Dieser Versuch ist mir darum besonders interessant, weil durch ihn das Verhältniss der empirischen Aufstellung der correspondirenden Empfindungskreise und der Synergie des Einfachsehens durch Vermittelung der wirklichen correspondirenden Empfindungskreise zu einander so bestimmt und richtig markirt wird. Es geht nämlich aus demselben hervor, dass die empirische Feststellung der Grenzen der correspondirenden Empfindungskreise durch Schwierigkeiten, welche es unmöglich machen die zusammengehörigen Netzhautbilder auf die Mittelpunkte der correspondirenden Empfindungskreise zu bringen (oder welche ein vollkommenes Fixiren verhindern), wesentlich beeinträchtigt werden kann. Hieraus folgt, dass die

Veränderlichkeit der empirisch gefundenen Durchmesser der correspondirenden Empfindungskreise bei verschiedenen Augenstellungen nicht beweist, dass die wirklichen correspondirenden Empfindungskreise ebenfalls in ihrer Grösse veränderlich sind. Auch die bei demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten wechselnde Grösse der empirisch gefundenen correspondirenden Empfindungskreise könnte davon abhängen, dass das Vermögen vollkommen, d. d. durch die Mittelpunkte der correspondirenden Empfindungskreise zu fixiren, zeitweiligen Veränderungen unterworfen wäre, und es könnten dann die wirklichen correspondirenden Empfindungskreise bei demselben Individuum, auf denselben Netzhautpartieen eine constante Grösse haben. Dasselbe Moment könnte vielleicht theilweise auch für die individuellen und bezüglich der Lage auf der Netzhaut localen Verschiedenheiten der empirisch gefundenen Empfindungskreise in Betracht kommen. — Es ist dieses Verhältniss der empirisch gefundenen und der wirklichen correspondirenden Empfindungskreise der Netzhäute in gewisser, aber freilich durchaus nicht in jeder Beziehung analog demjenigen Verhältnisse, das zwischen den empirisch gefundenen Empfindungskreisen der Haut und den idealen, theoretischen oder wirklichen Empfindungskreisen derselben z. B. der Auffassung Weber's zufolge besteht.

Vorläufig meine ich demnach, dass die binoculare Synergie des Einfachsehens durch correspondirende Empfindungskreise neben den oben angeführten specifischen binocularen Sinnes-synergien und neben den drei anderen oben angeführten sinnlichen Momenten, der Macht der Contur, der Macht der der Contur zunächst anliegenden Grundfärbung und dem binocularen Reflexinstinct als selbständige binoculare Sinnesenergie aufrecht zu erhalten ist, bei voller Anerkennung des Einflusses der höheren Seelenthätigkeiten auf die Einstellung der Augen und auf die Bildung der Vorstellungen und Begriffe.