

Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen.

Von

W. Wundt.

Mit 19 Figuren im Text.

Die Beiträge zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen, die in den folgenden Blättern mitgetheilt werden sollen, verfolgen nicht den Zweck einer systematischen oder gar erschöpfenden Neubearbeitung dieses so oft verhandelten und noch immer so viel umstrittenen Problems. Meine Absicht bei dieser Veröffentlichung ist allein darauf gerichtet, theils einige Beobachtungen mitzuthemen, die mir für die Beurtheilung mancher noch zweifelhafter Fragen von Bedeutung zu sein scheinen, theils aber auch durch eine erneute kritische und theoretische Beleuchtung entscheidender Punkte vielleicht einiges zur Klärung der Ansichten beizutragen. Nicht eine Neubearbeitung, sondern eine Revision der Theorien und ihrer Grundlagen ist also der Zweck dieser Studie. Vergleicht man den gegenwärtigen Zeitpunkt mit jener Zeit, da zuerst die im Folgenden zu berührenden Streitfragen verhandelt wurden, so ist in der That nicht zu verkennen, dass nicht nur der sachliche Stand der Dinge vielfach ein veränderter geworden ist, sondern dass sich auch die allgemeinen psychologischen Gesichtspunkte, von denen aus wir die Dinge betrachten und demnach die Fragen beantworten müssen, allmählich verändert haben. In Anbetracht dieser Verhältnisse wird man, wie ich hoffe, diesem Versuch einer Revision der Thatfachen und Theorien die Berechtigung nicht versagen.

Als mich im Sommer des Jahres 1859 zum ersten Mal die Probleme des räumlichen Sehens eingehender beschäftigten, fielen mir gewisse constante optische Täuschungen auf, die sich, wie ich glaubte, mit der Anordnung des Bewegungsapparates des Auges in Zusammenhang bringen ließen. Diese Vermuthung glaubte ich bestätigt zu finden, als ich die damals vor kurzem beschriebenen merkwürdigen Localisationsstörungen bei partiellen Augenmuskellähmungen aus der Literatur kennen lernte. Da überdies die in normalen wie pathologischen Zuständen untersuchten Verhältnisse des Tastsinnes auf eine Abhängigkeit der räumlichen Wahrnehmungen von psychologischen Bedingungen hinwiesen, so ergaben sich hieraus die Grundzüge einer Theorie, die ich später zur Unterscheidung von andern sogenannten Localzeichentheorien die »Theorie der complexen Localzeichen« genannt habe. Im Laufe der beinahe vierzig Jahre, die seitdem verflossen sind, ist nun das damals noch spärliche Material an Beobachtungen nach allen Seiten erweitert worden. Der in jener Zeit nur in einigen älteren physiologischen Hypothesen vorbereitete Streit des »Nativismus« und »Empirismus« ist seitdem gekämpft, vielleicht darf man sogar sagen zu Ende gekämpft worden. Denn schwerlich wird dieser Gegensatz, falls sich die Gesetze des Wandels wissenschaftlicher Anschauungen auch hier bewähren, in den alten Formen fortdauern. Dass der Streit nutzlos gewesen sei, auch wenn sich die streitenden Theorien selber als vergänglich erweisen sollten, wird gleichwohl Niemand behaupten. Er hat die Anschauungen geklärt, hat zur Sammlung und kritischen Prüfung neuer Thatsachen angeregt, und er hat in nicht geringem Grade dazu beigetragen, der heutigen experimentellen Psychologie, die noch immer in den Wahrnehmungsproblemen ihre grundlegenden Aufgaben sehen muss, den Boden zu bereiten. Mittlerweile ist aber doch, eben durch die mehr und mehr ins Bewusstsein getretene Forderung einer psychologischen Analyse, die nicht nur mit den sonstigen Thatsachen psychologischer Erfahrung im Einklang stehen, sondern auch der allgemeinsten erkenntnisstheoretischen Forderungen eingedenk bleiben soll, der Standpunkt der Beurtheilung ein etwas anderer geworden. Niemand, der sich über die heutigen Wege und Ziele der Psychologie näher orientirt hat, wird mehr glauben, dass mit den Schlagworten des »Nativismus« und »Empirismus« sonderlich viel gethan sei. Auch ist es ja für

den Psychologen unerlässlich, dass er die Wahrnehmungsprocesse mit der Gesamtheit der Bewusstseinsvorgänge irgendwie in Verbindung bringe, während der Physiologe sich allenfalls mit ad hoc ersonnenen Erklärungsgründen zufrieden geben kann. Nun sind aber die Wahrnehmungstheorien zunächst auf dem Boden der Physiologie entstanden. Eine Psychologie, die zur selbständigen exacten Bearbeitung der Probleme befähigt gewesen wäre, existirte zur Zeit der Entstehung dieser Theorien überhaupt noch nicht. Es ist darum wohl selbstverständlich, dass künftighin die Psychologie, wenn sie nicht fortdauernd von den Anlehen leben will, die sie bei der Physiologie macht, nicht bei jenen provisorischen, außerhalb des Zusammenhangs ihrer eigenen Arbeitsaufgaben unternommenen Interpretationsversuchen stehen bleiben kann. Wenn sie gegenwärtig diese Selbständigkeit noch vermissen lässt, so ist dies wohl bei der Kürze der Zeit, die seit ihrer Abzweigung aus der Sinnesphysiologie verflossen ist, begreiflich. Aber irgend einmal muss doch der Augenblick kommen, wo sie auch auf diesen ursprünglich der Physiologie entlehnten Gebieten ihre eigenen Wege wandelt und sich die werthvollen Aufschlüsse nicht länger entgehen lässt, die aus der Analyse der Sinneswahrnehmungen für die Erkenntniss der fundamentalsten psychischen Processe zu gewinnen sind.

Wenn ich im Folgenden das Problem der räumlichen Gesichtswahrnehmungen einer nochmaligen Revision unterziehen will, so ist es, wie ich sogleich hervorheben möchte, hauptsächlich der zuletzt erwähnte Gesichtspunkt, der mir dabei im Vordergrund steht. Es ist weniger der Gegenstand um seiner selbst willen als der Gewinn, den seine Bearbeitung für die Erkenntniss der elementaren Vorgänge des psychischen Lebens überhaupt abzuwerfen verspricht, der für diese Betrachtung maßgebend sein soll. In dieser Beziehung ist, wie ich glaube, die große psychologische Bedeutung der Wahrnehmungsprobleme noch lange nicht zureichend gewürdigt. Zuweilen scheint es, als meine man die Psychologie am meisten zu fördern, wenn man mit den verwickeltsten Aufgaben anfängt. Nun will ich gewiss nicht leugnen, dass schon jetzt die Lösung solcher Aufgaben einen praktischen und manchmal auch einen theoretischen Nutzen habe. Doch wird mindestens der letztere so lange fragwürdig bleiben, als man sich über die elementaren Bedingungen der untersuchten complexen

Phänomene im Ungewissen befindet. Das ist nun aber gerade der hohe Werth, der dem Wahrnehmungsproblem wie keiner andern psychologischen Aufgabe zukommt, dass es sich auf die relativ einfachsten Gebilde unseres Bewusstseins und zugleich auf diejenigen bezieht, die am vollkommensten einer experimentellen Variation ihrer Bedingungen zugänglich sind. Insbesondere sind sie es, mit deren Hülfe sich allein eine zureichende Analyse der Associationsprocesse gewinnen lässt. Darum würde sich, wie ich meine, der Psychologe, der die einzelnen Wahrnehmungsinhalte wie einen ihm von der Physiologie fertigt überlieferten Besitzstand ansehen wollte, selbst der Grundlage berauben, deren er zum Verständniss der verwickelteren Bewusstseinsvorgänge nöthig hat. Eben deshalb ist es aber auch einleuchtend, dass in diese Lücke die im allgemeinen von einem ganz andern Standpunkte und zu anderen Zwecken gewonnenen Ergebnisse rein physiologischer Untersuchungen nicht als zureichender Ersatz eintreten können.

Das Geschick hat es so gefügt, dass der nämliche Kreis von Thatsachen, der mir vor langer Zeit zuerst die eigenthümlichen Schwierigkeiten des Problems der Gesichtswahrnehmungen nahe brachte, auch bei der folgenden Revision dieses Problems wieder die Hauptrolle spielen wird: es sind dies die Thatsachen, die wir heute mit dem von J. Oppel zuerst vorgeschlagenen, keinerlei theoretische Anticipationen in sich schließenden Namen der »geometrisch-optischen Täuschungen« belegen. Vor allem diesen Erscheinungen möchte ich eine weit über den Umfang der Wahrnehmungsvorgänge hinausreichende allgemeine psychologische Bedeutung zuschreiben. Sie erlauben es, wie kein anderes Gebiet von Beobachtungen, die Bildung von Sinnesvorstellungen so zu sagen im »status nascendi« zu belauschen und sie in ihre einzelnen Associationselemente exact zu zerlegen. Was wir überhaupt von elementaren Associationsgesetzen wissen, verdanken wir darum, wie ich meine, vorzugsweise dem Studium dieser Täuschungen, die zugleich in besonderem Maße geeignet sind, gewisse eingewurzelte, auf die schematische Auffassung complexer Associationswirkungen gestützte Vorurtheile zu widerlegen.

Da ich die geometrisch-optischen Täuschungen vor kurzem an anderer Stelle¹⁾ eingehend behandelt habe, so sollen hier nur die

1) Abhandl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Cl. XXIV, Nr. 2.

allgemeinen Gesichtspunkte dieser Untersuchung erörtert, zugleich aber soll auf diejenigen Ergebnisse derselben näher eingegangen werden, die dort nicht oder nur andeutungsweise berührt wurden: auf die Folgerungen nämlich, die sie theils für das Wahrnehmungsproblem selbst theils für die allgemeine Theorie der Associationen gestatten. Im Hinblick auf den ersten dieser Zwecke sollen zugleich noch einige weitere Fragen behandelt werden, die speciell für die Beurtheilung der Entstehung räumlicher Gesichtswahrnehmungen von Interesse sind. Dahin gehören in erster Linie die Erscheinungen der »Metamorphopsie«, über die ich Gelegenheit hatte selbst mehrjährige Beobachtungen zu machen, und sodann die »Convergenzversuche«, die einer erneuten Revision bedürfen und eine solche zum Theil in den in diesen Studien mitgetheilten Versuchen von Max Arrer¹⁾ erfahren haben. Ich werde die Besprechung dieser Punkte, die in psychologischer Hinsicht gegenüber den geometrisch-optischen Täuschungen immerhin eine untergeordnete Wichtigkeit haben, der Erörterung der letzteren voranstellen, um dann auf Grund dieses ganzen Materials die hauptsächlichsten Theorien der räumlichen Gesichtswahrnehmung einer erneuten kritischen Prüfung zu unterziehen. Bei dieser Prüfung sollen, neben der Brauchbarkeit für die Wahrnehmungsprobleme selbst, etwas mehr, als es bisher geschehen ist, die psychologischen Voraussetzungen der verschiedenen theoretischen Anschauungen berücksichtigt werden.

I. Die Metamorphopsien.

Unter »Metamorphopsien« verstehen die Ophthalmologen bekanntlich Bildverzerrungen, die in Folge von Netzhautablösungen oder von Lageänderungen einzelner Netzhautstellen durch Exsudate der Chorioidea entstehen. Am auffallendsten sind diese Störungen des Sehens dann, wenn durch zerstreute Exsudate auf der Aderhaut (sogenannte Chorioiditis disseminata) die Netzhaut an verschiedenen Orten emporgehoben wird. Hierbei treten die mannigfaltigsten Verzerrungen der gesehenen Objecte auf, die im allgemeinen der Regel folgen, dass der Eindruck auf jeden Netzhautpunkt so in den äußeren Raum

1) Philos. Studien. XIII, S. 116, 222.

verlegt wird, wie es der ursprünglichen, normalen Lage des Netzhautpunktes entspricht. Demnach erscheint, wenn in irgend einem Meridian der Netzhaut mehrere Erhebungen durch unterliegende Exsudate eingetreten sind, eine auf diesem Meridian sich abbildende gerade Linie mehrfach geknickt. Werden durch das Exsudat an einer Stelle die Netzhautelemente enger zusammengedrängt, so erscheinen Gegenstände, die sich hier abbilden, vergrößert; werden die Netzhautelemente auseinandergezerrt, so erscheinen jene verkleinert. Alle diese Erscheinungen können in einem und demselben, durch Metamorphopsien veränderten Sehfelde mehrfach wiederholt und verbunden vorkommen. Der Ausgang ist in der Regel entweder Resorption der Exsudate, Rückkehr der Netzhaut in ihre normale Lage und damit auch Wiederherstellung der normalen Gesichtswahrnehmungen, oder Erblindung der betroffenen Netzhautstellen.

Es liegt natürlich nahe, in diesen Thatsachen eine Stütze für eine nativistische Auffassung des Sehactes zu sehen. In diesem Sinne ist wohl zuerst von A. Classen¹⁾ auf sie hingewiesen worden. Es ist jedoch unschwer zu sehen, dass die Erscheinungen nicht einmal gegenüber der geläufigen empiristischen Theorie von entscheidendem Belang sind. Denn dass die sogenannten Localzeichen der Netzhaut von Moment zu Moment ihre räumliche Bedeutung ändern sollten, wenn die Netzhautelemente aus ihrer gewöhnlichen Lage gerathen, das würde auch nach ihr kaum annehmbar sein. Auf wiederholte Erfahrung und Einübung legt ja diese Theorie das größte Gewicht. Zu einer solchen Einübung ist aber bei einem pathologischen Process, der nicht stille hält, bis entweder der normale Zustand wieder eingetreten oder aber die Netzhaut ganz functionsunfähig geworden ist, kaum Gelegenheit gegeben. Immerhin werden durch diese Erfahrungen jedenfalls alle diejenigen Theorien des Sehens hinfällig, die etwa annehmen wollten, dass die räumliche Ordnung so zu sagen in jedem einzelnen Sehacte neu erworben werden müsse, eine Annahme, die übrigens nur in einigen philosophischen Theorien, z. B. in derjenigen Herbart's, vorkommt, und die auch aus andern naheliegenden Erfahrungsgründen nicht durchführbar sein würde.

1) Arch. f. Ophthalmologie. X, 2. Gesammelte Abhandlungen über physiologische Optik. 1868. S. 84 ff.

Abgesehen von jenen aus den Metamorphopsien wohl nicht ganz mit Recht gezogenen Folgerungen würde es jedoch offenbar wünschenswerth sein, mit Sicherheit festzustellen, ob die aus den Beobachtungen abstrahirte Regel, dass eine Lageänderung von Netzhautpunkten immer eine entsprechende Bildverzerrung im Gefolge habe, wirklich für alle Fälle zutrifft, oder ob vielleicht dann, wenn eine solche Lageänderung während einer längeren Zeit stabil geworden ist, eine Anpassung an den neuen Zustand eintritt. Sollte das letztere sich bestätigen, so würde das natürlich noch kein Beweis für die empiristische Theorie sein. Aber es würde doch ein gewichtiges Argument zu Gunsten einer genetischen Theorie abgeben, da eine solche Anpassung kaum denkbar wäre ohne die Annahme, dass die Bedingungen, die diese Anpassung herbeiführen, auch bei der ursprünglichen Bildung der Gesichtswahrnehmungen wirksam seien.

Ich bin nun in die — soll ich sagen glückliche oder unglückliche — Lage versetzt worden, über einen solchen, wie ich vermüthe, seltenen Fall an mir selbst Beobachtungen anzustellen. Meine Augen waren, abgesehen von einer ziemlich erheblichen, aber beiderseits gleichen Myopie (von etwa 8 Dioptrien) und einem sehr geringgradigen regulären Astigmatismus des linken Auges, von normaler, auch durch ungewöhnliche Anstrengungen nicht leicht zu ermüdender Leistungsfähigkeit gewesen. Nur das rechte Auge war, seit ich es vor mehr als 30 Jahren bei Versuchen mit Sonnenlicht einmal über die Gebühr angestrengt hatte, für optische Versuche, mikroskopische Beobachtungen u. dergl. wegen rasch eintretender Ermüdung und Hyperästhesie nicht mehr verwendbar, so dass ich mich für solche Zwecke stets des linken Auges bediente. Im Sommer 1885 bemerkte ich nun plötzlich, eines Morgens an meinen Schreibtisch tretend, starke Bildverzerrungen, als deren Sitz sich sofort das rechte Auge erwies. Die Untersuchung mit dem Augenspiegel, zuerst von A. Graefe in Halle und dann im Lauf der Jahre wiederholt von Prof. Schröter hier ausgeführt, ergab das gewöhnliche Bild der Chorioiditis disseminata. Die Erkrankung schien zuerst still zu stehen und sogar etwas rückwärts zu gehen, schritt dann aber immer weiter fort, so dass in den Jahren 1888—90 schließlich die ganze Aderhaut von fleckenförmigen Exsudaten übersät war. Von da an gingen diese allmählich zurück, während die in der ganzen Zeit vorhanden

gewesene erhöhte Lichtempfindlichkeit abnahm. Zugleich waren aber im centralen Sehen zuerst punktförmige blinde Stellen und totale Farbenblindheit, dann endlich vollständige Erblindung in einem Umfang von etwa 12° im verticalen und 10° im horizontalen Durchmesser symmetrisch um den Fixirpunkt herum eingetreten: dieser selbst war am längsten sehend geblieben und hat noch jetzt die Empfindlichkeit nicht ganz verloren. Im Jahre 1895 war der Process abgeschlossen. Eine große centrale Narbe, dem centralen Skotom entsprechend, war zurückgeblieben, aber die andern Exsudate waren verschwunden.

Die Bildverzerrungen im rechten Sehfelde, die während des so über zehn Jahre sich erstreckenden Processes eintraten, waren nun von höchst mannigfaltiger und wechselnder Art. Auf der Höhe der Krankheit glich ein Gegenstand etwa einem in Sand gezeichneten Bilde desselben, dessen Conturen beliebig nach allen möglichen Richtungen hin- und hergeschoben worden sind. Dennoch störte, da in Folge der Functionsunthätigkeit des gelben Flecks Strabismus eintrat, dieses verzerrte Bild das gewöhnliche Sehen, das nun ganz von dem durch diese Vorgänge nicht alterirten linken Auge übernommen wurde; nicht allzu sehr, abgesehen davon, dass in der ersten Zeit die Orientirung über die Richtung der Blicklinie etwas unsicher war. Bei der Verfolgung der Bildverzerrungen im Laufe der Zeit war es augenfällig, dass eine und dieselbe Netzhautstelle successiv zuerst Makropsie, dann Mikropsie darbieten konnte oder umgekehrt, dass also z. B. ein einzelnes Feld eines quadratischen Netzes an einer und

derselben Stelle des Sehfeldes bald mit nach außen convexen Conturen, wie in *A* (Fig. 1), bald mit nach innen convexen, wie in *B*, sich darstellte. Eine ungefähre Vorstellung von den Bildverzerrungen des ganzen Sehfeldes, aus einem Stadium jedoch, wo der Process



Fig. 1.

schon im Rückgang begriffen und das centrale Skotom, abgesehen von dem oben erwähnten centralsten Punkt, perfect geworden war, gibt die Fig. 2. In diesem Stadium schien sich die Bildverzerrung bereits so langsam zu ändern, dass ich sie als endgültig ansah. Ich

war daher selbst in hohem Grade überrascht, als ich, etwa ein Jahr nach der letzten Beobachtung, um das Frühjahr 1895 das Sehfeld wieder prüfte und alle

Metamorphopsien vollständig verschwunden fand, abgesehen von einer geringen Einwärtsbiegung der Linien an der Grenze der erblindeten Stelle, ähnlich der, die sich bei Kurzsichtigen um den blinden Fleck zu finden pflegt. Die Fig. 3 stellt das Bild des quadratischen Musters in diesem Zustande dar, in dem es sich unverändert bis jetzt erhalten hat.

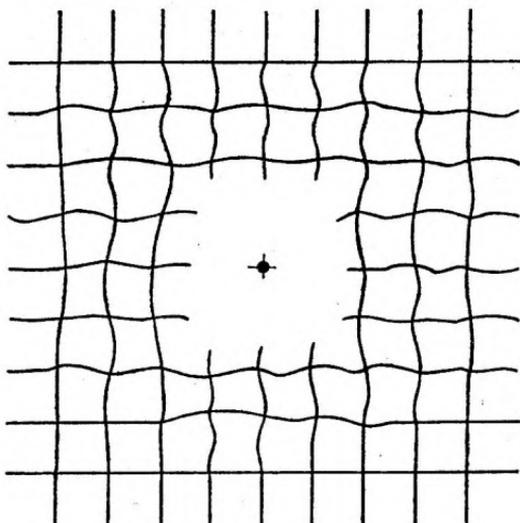


Fig. 2.

Nun lässt sich natürlich diese Wiederherstellung der normalen Ordnung des Sehfeldes so deuten, dass man annimmt, es sei die Netzhaut an allen Punkten durch das Schwinden der Exsudate in ihre normale Lage zurückgekehrt; und gewiss ist es ja auch, dass sie sich dieser wieder in hohem Grade genähert hat. Aber dass nach so gewaltigen Dislocationen, wo, wie es die Fig. 1 zeigt, einzelne Theile successiv nach ganz entgegengesetzten Richtungen gezerrt worden sind, wo eine beträchtliche Stelle durch Narbengewebe ersetzt worden ist, und wo geringgradigere Texturänderungen ähnlicher Art wohl an den übrigen entzündet gewesen Aderhautstellen

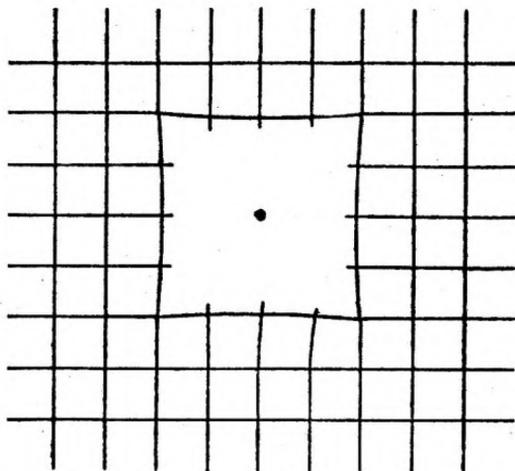


Fig. 3.

ähnlicher Art wohl an den übrigen entzündet gewesen Aderhautstellen

nicht fehlen, — dass hier jeder Netzhautpunkt genau seine ursprüngliche Lage wiedergefunden haben sollte, dies ist jedenfalls im höchsten Maße unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher dürfte es sein, dass überhaupt kein Punkt vollständig in seine frühere Lage zurückgekehrt, sondern dass der eine mehr, der andere weniger durch die Zerrungen und Dehnungen des Gewebes dislocirt worden ist. Dann aber werden wir zu dem Schlusse gedrängt, dass eine durch die Bedingungen des Sehens erzwungene Neuordnung der räumlichen Beziehungen der Netzhautpunkte eingetreten sei, welche Neuordnung sich natürlich erst von dem Augenblicke an allmählich entwickeln konnte, wo der Zustand wieder stabil wurde, wodurch wieder constante Bedingungen der Localisation eintraten. Daraus, dass dies für die unmittelbare Umgebung des centralen Skotoms nicht gilt, sondern dass hier noch eine fortwährende langsame Zusammenziehung des Narbengewebes stattfindet, erklärt es sich wohl, dass rings um die erblindete Stelle noch eine schwache Verbiegung der geraden Linien zu bemerken ist; ebenso wie sich ja auch die bei Myopischen vorkommenden ähnlichen Verbiegungen um den normalen blinden Fleck aus solchen fortdauernden Veränderungen erklären dürften.

Muss nun aber immerhin zugegeben werden, dass bis jetzt — so lange nicht Beobachtungen vorliegen, bei denen die bleibenden Lageänderungen der Netzhauttheile ophthalmoskopisch nachgewiesen sind — das Schwinden der Metamorphopsien bei längerem Bestande eine doppelte Deutung zulässt, so ist dies anders bei Erscheinungen, die man dioptrisch erzeugte Metamorphopsien nennen könnte, und bei denen eine Wiederherstellung des richtigen räumlichen Sehens, ohne dass eine entsprechende Lageänderung der Netzhautpunkte angenommen werden kann, außer Zweifel steht. Prismatische Gläser, zuweilen aber auch die gewöhnlichen biconcaven Gläser für Myopische, wenn sie in Folge ungenügender Centrirung zum Auge prismatisch wirken, können bekanntlich Bildverzerrungen bewirken, so dass gerade Linien gebogen, ebene Flächen gewölbt erscheinen. Ich erinnere mich selbst, dass ich vor vielen Jahren, in den Anfängen meines Brillen-tragens, durch eine solche prismatisch wirkende Concavbrille außerordentlich gestört wurde. Ich ergab mich aber geduldig darein, und nach mehreren Tagen waren die Bildverzerrungen vollständig verschwunden. Dieselbe Beobachtung ist, wie ich höre, von Augen-

ärzten bei der Anwendung prismatischer Brillen mehrfach gemacht worden. Ein ophthalmologischer Colleague, Herr Dr. O. Schwarz hier, hat aber, wie er mir mittheilte, in einem Falle, wo eine prismatische Brille wegen sogenannter »dynamischer Convergence« längere Zeit beständig getragen und dann plötzlich wieder abgelegt wurde, diese Erfahrung noch durch eine andere sehr interessante Beobachtung ergänzt. Die zuerst gesehenen Verzerrungen verschwanden auch hier nach längerem Tragen der Brille. Als jedoch die Brille abgelegt wurde, traten sie wieder ein, und zwar im entgegengesetzten Sinne wie vorher, bis nach einiger Zeit durch die Gewöhnung an das Sehen ohne prismatische Brille auch diese Verzerrungen wieder verschwanden¹⁾.

In diesen Beobachtungen scheint mir ein so unumstößlicher Beweis für die Möglichkeit der allmählichen Adaptation der Netzhaut an eingetretene constante Abweichungen der Bilder zu liegen, dass sich wohl nur noch über den Umfang, in dem eine solche Adaptation stattfinden kann, nicht aber über ihr thatsächliches Vorkommen Zweifel möglich sind. Ueber diese secundäre Frage können natürlich nur weitere, eigens darauf gerichtete Beobachtungen und Versuche, zu denen es den Augenärzten an Gelegenheit nicht fehlen dürfte, entscheiden.

II. Die Convergenceversuche und die Innervation der Blickbewegungen.

Dass die Convergencebewegungen und aushülfsweise vielleicht auch die Accommodation bei der Wahrnehmung der Entfernung des fixirten Punktes eine wichtige Rolle spielen, ist eine alte Annahme der Physiologen. Um sie experimentell zu prüfen und eventuell den Antheil beider Momente an dem Erfolg zu ermitteln, stellte ich Versuche an, die in meinen »Beiträgen zur Theorie der Sinneswahrnehmung« beschrieben sind²⁾. Bei monocularen Versuchen wurde ein zwischen einem entfernten weißen Hintergrund und dem Beobachter herabhängender dünner Seidenfaden in der durch die Gesichtslinie eines

1) Herr Dr. Schwarz, der mir die Mittheilung dieser Beobachtung freundlichst gestattet hat, bemerkt, dass der nach außen gekehrte brechende Winkel der beiden prismatischen Gläser nach seiner Erinnerung $2\frac{1}{2}$ — 3° betragen habe.

2) Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. S. 105, 182 ff.

Auges gelegten Verticalebene verschoben; das beobachtende Auge blickte, während das andere verdeckt war, durch eine Röhre, die nur einen Theil des Fadens und den entfernten weißen Hintergrund sichtbar ließ. Bei den binocularen Versuchen geschah das gleiche mit einem in der Medianebene gelegenen binocular fixirten Faden. Beidemale wurde die Unterschiedsschwelle für Annäherung und Entfernung bestimmt. Um den Einfluss secundärer Kriterien, namentlich des Hin- und Herpendelns des Fadens, zu vermeiden, wurden die Versuche als »Gedächtnissversuche« ausgeführt: zwischen dem Normalversuch und dem Vergleichsversuch blickte der Beobachter hinweg und stellte dann von neuem auf den indessen in seiner Lage veränderten Faden ein. Es wurden also im einen Fall zwei Accommodationseinstellungen, im zweiten zwei Convergenzeinstellungen mit einander verglichen. Theils aus der verschiedenen Anordnung der Versuche, theils aus den wesentlich verschiedenen Resultaten der monocularen und der binocularen Versuche wurde geschlossen, dass in den ersteren ausschließlich die Wirkung der Accommodation, in den letzteren die der Convergenz auf die Tiefenwahrnehmung zur Geltung komme.

Da diese vor nun beinahe 40 Jahren angestellten und, wie ich schon damals hervorhob, an Zahl unzureichenden Versuche unseren gegenwärtigen Anforderungen nicht mehr genügen, so war es ein verdienstliches Unternehmen von F. Hillebrand¹⁾, die Frage von neuem in Angriff zu nehmen. Die Einwände, die er bei dieser Gelegenheit gegen meine früheren Versuche richtete, kann ich aber freilich nur theilweise als berechtigte anerkennen. Diese Einwände sind im wesentlichen die folgenden: 1) es sei nicht unmöglich, dass die bei der Entfernung und Annäherung stattfindende Ab- und Zunahme des Gesichtswinkels, unter dem der Faden gesehen wurde, eine entscheidende Rolle gespielt habe; 2) es sei wahrscheinlich, dass bei den binocularen Versuchen die Doppelbilder und die je nach ihrer gekreuzten oder ungekreuzten Beschaffenheit mit ihnen verbundenen »Tiefengefühle« die Wahrnehmung der Entfernungsänderung vermittelt hätten; 3) es sei wegen des bekannten Zusammenhangs von Accommodation und Convergenz durchaus anzunehmen, dass bei

1) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane. VII, S. 97 ff.

den monocularen Versuchen überhaupt nicht die Accommodation, sondern nur die Convergenz zur Geltung gekommen sei. Da nun, um den Einfluss dieser auf die Entfernungsschätzung zu erklären, die Annahme genüge, dass der »Wille« zu einer bestimmten Einstellung der Gesichtslinien den »Kernpunkt des Sehraums« bestimme, so sei damit die Existenz irgend welcher »Winkелеmpfindungen« nicht nachgewiesen; wohl aber seien solche monocularen Versuche die allein geeigneten, um die Wirkung der Convergenz, losgelöst von dem der binocular Disparation der Doppelbilder, zu bestimmen.

Unter diesen Einwänden ist jedoch der erste nicht stichhaltig. Dass sich bei den in Anwendung gekommenen Verschiebungen des Fadens Aenderungen des Gesichtswinkels, die über der räumlichen Unterschiedschwelle lagen, geltend gemacht haben sollten, ist in Anbetracht des Umstandes, dass das Object ein dünner Seidenfaden war, von vornherein äußerst unwahrscheinlich. Es muss aber anerkannt werden, dass, um den Gedanken an diese Möglichkeit ganz auszuschließen, eine Angabe über den Durchmesser des Fadens wünschenswerth gewesen wäre. In seinen neueren, im wesentlichen nach derselben Methode ausgeführten Versuchen hat Max Arrer¹⁾ diesem Umstande Rechnung getragen. Dabei hat sich, wie zu erwarten war, ergeben, dass die Aenderungen des Gesichtswinkels in der That in diesem Fall innerhalb der beobachteten räumlichen Unterschiedsschwellen völlig verschwindende Größen sind.

Der zweite Einwand widerspricht zunächst den bei der Ausführung der Versuche zu machenden subjectiven Beobachtungen. Diese bewahren den Charakter von »Gedächtnissversuchen« stets auch darin, dass man sich der wechselnden Blickbewegungen, die jeder einzelnen Fixation vorausgehen, kaum bewusst wird, dass man sich aber die bei der Fixirstellung des Normalversuchs vorhandenen dauernden Empfindungen genau einprägt, um nachher die die Fixirstellung des Vergleichsversuchs begleitenden damit zu vergleichen. Der ganze Vorgang spielt sich also deutlich als eine Vergleichung zweier durch ein gleichgültiges Intervall getrennter Empfindungszustände ab; und damit stimmt denn auch vollkommen überein, dass man von Doppelbildern überhaupt nichts bemerkt, dagegen deutlich in der Umgebung

1) Philos. Studien. XIII, S. 139.

des Auges eine Spannungsempfindung wahrnimmt, die man, wenn man über sie Rechenschaft geben soll, auf die vorhandene Augenstellung bezieht. So wenig wie mit den subjectiven Beobachtungen, ebenso wenig ist aber die Erklärung aus der Disparation der Netzhautbilder mit den objectiven Ergebnissen der Versuche vereinbar. Wäre jene Erklärung richtig, so müsste die Unterschiedsschwelle für Convergenzstellungen mit der Unterschiedsschwelle für die Disparation der Netzhautbilder identisch, und sie müsste für die verschiedensten Convergenzgrade annähernd constant sein. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Vielmehr übertrifft die erstere Schwelle die letztere mit wachsender Convergenz immer mehr, so dass sie schon bei einer Distanz des Fixirpunkts von 50—70 cm das vier- bis fünffache der Größe des kleinsten erkennbaren Netzhautbildes beträgt. Dagegen bleibt innerhalb ziemlich weiter Grenzen die relative Unterschiedsschwelle der Entfernungsschätzung constant, ein Resultat, das sich unter der Annahme einer mit dem Grade der Convergenz proportional an Intensität zunehmenden Empfindung aus der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes für Empfindungsintensitäten erklärt.

Der dritte, gegen die monocularen Versuche gerichtete Einwand würde ohne weiteres als ein vollkommen berechtigter anzusehen sein, wenn die Verschiebungen des Fadens in der Medianebene erfolgt wären. Da sie aber in der Ebene der immer die gleiche Stellung einnehmenden Gesichtslinie selbst stattfanden, so ist wohl anzunehmen, dass die gewöhnliche Synergie zwischen Convergenz und Accommodation, wo jene als das primäre, diese als das secundäre Moment anzusehen ist, hier nicht Platz griff, sondern dass umgekehrt in diesem Fall, wenn überhaupt jene Synergie zur Wirksamkeit kam, die passende Accommodation auf den Fixirpunkt zuerst eintrat, worauf dann erst die zugehörige Convergenzstellung des verdeckten Auges erfolgen konnte. Die Möglichkeit des letzteren Erfolgs muss natürlich anerkannt werden, und in dem Uebersehen dieses Umstandes liegt nach dem Stand unserer heutigen Kenntnisse zweifellos eine Lücke meiner früheren Versuche. Gleichwohl ist es aber, auch wenn man dies berücksichtigt, darum noch keineswegs gerechtfertigt, nun mit Hillebrand anzunehmen, dass die monocularen Versuche, abgesehen von der durch die Verdeckung des einen Auges verhinderten Disparation der Netzhautbilder, als vollkommen äquivalent den

binocularen anzusehen seien. Wie man auch über das ob und das wie des Einflusses von Convergenz und Accommodation auf die Tiefenwahrnehmung denken möge, so steht jedenfalls dies fest, dass an die Convergenz auf einen beschränkten Punkt eine viel bestimmtere Vorstellung seiner Tiefendistanz geknüpft ist als an die Accommodation auf denselben. Wenn wir binocular fixiren, wo ohne Zweifel die Accommodation nach der Convergenz sich richtet, nicht umgekehrt, so wird die Accommodation überhaupt bei der Entfernungsbestimmung gegenüber der sie an Genauigkeit weit übertreffenden Convergenz gar nicht in Frage kommen. Wenn wir aber, wie es bei den monocularen Versuchen geschieht, die Bedingungen so stellen, dass die Accommodation zum primären Moment wird, nach dem erst die Convergenz sich richten kann, so mag es zwar sein, dass bei der Entfernungsbestimmung des Fixirpunktes die Convergenzstellung des verdeckten Auges mitwirkt. Aber da diese Stellung von der Accommodation abhängig ist, so wird sie schwerlich genauer sein können, als die Accommodation selbst ist. Es würde also, wenn man voraussetzt, dass sowohl die Accommodations- wie die Convergenzanstrengung von Empfindungen begleitet sei, auch unter dieser Voraussetzung bei der Folgerung bleiben, dass die Entfernungsschätzung bei den monocularen Versuchen nicht sowohl ein Maß für das, was die Convergenz leisten kann, als vielmehr ein solches für die Leistung der Accommodation sei. Legt man dagegen die von Hillebrand bei dieser Gelegenheit zur Geltung gebrachte Annahme zu Grunde, dass ausschließlich der »Wille« zur Herbeiführung irgend einer an sich gar nicht durch Empfindungen gekennzeichneten Convergenzstellung die Entfernung vom »Kernpunkt« des Sehraums bestimme, so sind wieder verschiedene Interpretationsweisen möglich. Nimmt man an, dass die Accommodation auf den Faden unwillkürlich erfolge, und dass vermöge des mechanischen Zusammenhangs von Accommodation und Convergenz nun auch die Gesichtslinie des verdeckten Auges auf den accommodirten Punkt sich einstelle, so würde diese letztere Einstellung offenbar keine willkürliche sein; es würde also angenommen werden müssen, dass nicht bloß der Wille eine Convergenzstellung herbeizuführen, sondern dass diese Convergenzstellung selbst auch abgesehen vom Willen eine Bestimmung des Fernpunktes vermitteln könne. Dann wäre aber nicht abzusehen,

wie wir von einer solchen unwillkürlich eingetretenen Convergenzstellung anders als durch irgend welche an die Augenstellung gebundene Empfindungen eine Vorstellung erhalten sollten. Es bliebe daher nur übrig anzunehmen, dass auch die Accommodation auf den Faden eine Wirkung des Willens sei, welche hierauf erst die Wirkung des Willens auf die Blickbewegungen auslöse. Der Vorgang würde sich dann offenbar in der folgenden etwas complicirten Weise gestalten: der im ersten Moment undeutlich gesehene Faden erweckt den Willen ihn deutlich zu sehen; in Folge dessen probirt der Beobachter seine Accommodation und mit ihr zugleich seine willkürliche Convergenz so lange hin und her, bis sein Auge richtig accommodirt ist, und nun erzeugt der Wille zur Einstellung der Sehlinie des verdeckten Auges auf den deutlich gesehenen Punkt die Vorstellung der Entfernung des fixirten Punktes. Dass sich ein so complicirter Willensprocess bei diesen Versuchen abgespielt haben sollte, scheint mir allerdings, auch abgesehen von den Bedenken, die dieser Anwendung des abstracten Willensbegriffs überhaupt im Wege stehen, wenig wahrscheinlich. Immerhin würde eine derartige Hypothese an sich nicht ganz unmöglich sein, und es war daher dankenswerth, dass Hillebrand die Frage von dieser Seite aus von neuem in Angriff nahm.

Leider erweist sich jedoch die von Hillebrand gewählte Versuchsanordnung nicht als geeignet, um den gestellten Zweck zu erreichen. Von der vollkommen richtigen Erwägung ausgehend, dass eine im mathematischen Sinne lineare Grenze ein günstigeres Fixationsobject sein würde als ein Faden, der, wenn auch noch so dünn, immerhin einen gewissen Durchmesser hat, wählte er nämlich als Fixirlinie die Grenze zwischen einem schwarzen Schirm und einer von zwei Lampen erleuchteten Milchglasplatte. Nun ist aber eine solche Grenze zwischen einem dunklen und einem erleuchteten Felde, mag sie auch objectiv einer mathematischen Linie noch so nahe kommen, im subjectiven Netzhautbilde, das hier doch allein entscheidet, nichts weniger als eine solche, wie man sich leicht bei der Herstellung dieser Versuchseinrichtung überzeugt¹⁾. Die Grenze zwischen dem dunkeln und dem erleuchteten Felde erscheint nämlich nicht als eine Linie, sondern in Folge der starken Wirkung der Irradiation,

1) Vgl. Arrer, Philos. Studien. XIII, S. 280.

die durch den Contrast gegen das in seinem ganzen sonstigen Umfang dunkle Gesichtsfeld noch bedeutend gehoben wird, als ein breiter Streifen, der durch eine mehr oder weniger verwaschene Zone in das helle Feld übergeht. Da man bei keiner Accommodationsstellung im Stande ist, diese Irradiationszone zu überwinden, so versagt hier die Accommodation völlig, und man ist ganz außer Stande, überhaupt eine Aussage über die eingetretenen Verschiebungen des schwarzen Schirmes zu machen. So ergaben denn auch sowohl die Versuche von Hillebrand wie die von Arrer, die nach dieser Methode ausgeführt wurden, ein vollkommen negatives Resultat¹⁾.

Etwas besser, aber immer noch äußerst unsicher gelang die Erkennung der Tiefenunterschiede, wenn abwechselnd zwei Schirme in ansehnlicher Distanz von einander in das Gesichtsfeld geschoben wurden. Nach den auf solche Weise auch von Dixon²⁾ und Arrer³⁾ ausgeführten Versuchen ist es aber kaum zweifelhaft, dass dabei die Urtheile nach secundären Kriterien gefällt wurden. Da nun diese wahrscheinlich nur deshalb zur Anwendung kamen, weil die normalen Bedingungen für die Accommodation fehlten, so bleibt das Resultat der letzteren Versuche wenigstens für die vorliegende Frage ebenfalls ein negatives.

Unter diesen Umständen schien es wünschenswerth, die Versuche nach der bei meinen früheren Beobachtungen angewandten Methode, wo die Irradiation nur einen minimalen Einfluss haben konnte und jedenfalls der genauen Accommodation kein Hinderniss in den Weg legte, zu wiederholen, dabei aber auf die Verbesserung der Methode,

1) In einer Besprechung der Arrer'schen Versuche in einem erst nach dem Abschlusse der vorliegenden Arbeit erschienenen Aufsätze (*Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* XVI, S. 104) bemerkt Hillebrand in Bezug auf diesen, schon von Arrer erhobenen Einwand wegen der Irradiation: diesem Uebelstande lasse sich »doch leicht abhelfen: man macht einfach den hellen Hintergrund nicht allzu lichtstark«. Dieser Anweisung kann man natürlich nachkommen; trotzdem lässt sich auch dann, wie ich glaube, solange man im übrigen an der Hillebrand'schen Versuchsanordnung festhält, die Irradiation nicht vermeiden. Ich bestreite natürlich nicht, dass es überhaupt möglich sei, eine Grenzlinie ohne Irradiation zu sehen; ich bestreite aber allerdings, dass dies in den Versuchen Hillebrand's und in den nach den Angaben Hillebrand's ausgeführten Versuchen Arrer's möglich gewesen sei.

2) *Mind*, N. S. Vol. IV. 1895. S. 200 ff.

3) Arrer, a. a. O. S. 283.

die Variirung der Bedingungen und die Ergebnisse der subjectiven Beobachtung so viel als möglich Bedacht zu nehmen. Ich kann mich damit begnügen, aus der nach diesem Plane von Max Arrer mit großer Sorgfalt ausgeführten Untersuchung die Hauptergebnisse hervorzuheben. Objectiv stellten sich bei den binocularen Versuchen ähnliche, nur, wie aus der länger fortgesetzten Uebung der Beobachter zu erklären ist, im allgemeinen etwas kleinere Schwellenwerthe heraus als in meinen früheren Versuchen; auch die Constanz der relativen Unterschiedsschwelle bestätigte sich. Ebenso ergaben sich für die monocularen Versuche etwas größere Schwellenwerthe; doch zeigten diese mit wachsender Uebung eine deutliche Tendenz, sich den binocularen Werthen zu nähern. Der früher gefundene Unterschied zwischen Annäherungs- und Entfernungsschwelle bestätigte sich nicht oder fand sich doch nur bei einzelnen Beobachtern. Von besonderer Bedeutung sind unter den zugleich gemachten subjectiven Beobachtungen namentlich zwei: 1) Doppelbilder wurden durchweg bei den binocularen Versuchen nicht beobachtet; und ihre absichtliche Erzeugung förderte keineswegs die Tiefenwahrnehmung, sondern erwies sich als ein störendes Moment¹⁾. 2) Es zeigte sich allgemein, dass die Auffassung von Entfernungsunterschieden an eine, wenngleich sehr unsichere und unbestimmte absolute Entfernungsvorstellung gebunden war, die, wenn die Beobachter aufgefordert wurden, über dieselbe nähere Rechenschaft zu geben, auf eine zusammengesetzte geometrische Vorstellung zurückgeführt werden konnte: die meisten Beobachter dachten sich nämlich den fixirten Punkt als die Spitze eines Dreiecks, zu dem eine im Kopfe liegende Basis gehörte; doch kamen auch beliebige andere Vorstellungen vor, nur nahm in dieser stets der fixirte Punkt eine ausgezeichnete Stelle ein²⁾.

Die erste dieser Wahrnehmungen spricht jedenfalls nicht für die Annahme, dass die Disparation der Netzhautbilder bei diesen Versuchen eine entscheidende Rolle spielte. Die zweite zeigt, dass von einer etwa unmittelbar an die Convergenzempfindung oder gar an die Convergenz als solche gebundenen Tiefenvorstellung nicht die Rede sein kann. Vielmehr weist diese bei allen Beobachtern vorgefundene Thatsache der subjectiven Wahrnehmung darauf hin, dass

1) Arrer, a. a. O. S. 225.

2) Ebenda, S. 239 ff.

die Convergenz der Blicklinien nur wirksam werden kann, indem sie associativ ein ganzes Vorstellungsbild des Raumes, in welchem sich der Fixirpunkt befindet, hervorruft. Nun bestehen unsere Wahrnehmungen oder Vorstellungen aus Empfindungen. In die Vorstellung eines Dreiecks z. B., in welchem die Distanz der Augenmittelpunkte die Grundlinie und die Sehlinien beider Augen die Seiten bilden, muss nothwendig die Richtung der Sehlinien als Partialvorstellung mit eingehen, und zu dieser gelangen wir, wie zu allen Vorstellungen über die Lagen und Bewegungen unseres Körpers, durch Empfindungen. Dass sich mein Arm in einer erhobenen Lage befindet, weiß ich ebenso gut nur aus bestimmten Gelenk- und Muskelempfindungen, wie ich von der Existenz eines äußeren leuchtenden Objectes nur mittelst der Lichtempfindungen des Auges etwas weiß. Demnach können wir uns die Entstehung jener zusammengesetzten räumlichen Vorstellungen, an die sich die binoculare Wahrnehmung der Tiefenänderungen gebunden zeigt, psychologisch kaum anders denken als so, dass, ähnlich wie bei allen andern psychischen Assimilationen, die an die Augenstellungen gebundenen Empfindungen eine Menge reproductiver Vorstellungselemente wach rufen, wobei namentlich für die aus diesen Elementen zusammengesetzte Vorstellung jene directen Empfindungen aber insofern maßgebend sind, als sie die Entfernung des Fixirpunktes vom Sehenden bestimmen¹⁾.

Nur in einer Beziehung vermag ich mich den von Arrer aus diesen geometrischen Hilfsvorstellungen seiner Beobachter gezogenen Folgerungen nicht anzuschließen. Ich hatte bei meinen früheren Versuchen die absolute Entfernungsschätzung sowohl bei den monocularen wie bei diesen binocularen Versuchen als eine »unbestimmte« bezeichnet, insofern man zwar nach einiger Uebung stets wahrnimmt, dass sich der Faden irgendwo, nah oder fern, zwischen Hintergrund und Auge befinde, ohne jedoch über die absolute Distanz etwas sicheres aussagen zu können, während man doch namentlich bei den binocularen Versuchen außerordentlich scharf die Annäherung oder

1) Experimentelle Belege für die Wirksamkeit solcher Assimilationen werden wir unter III. bei der Erörterung der »geometrisch-optischen Täuschungen« kennen lernen.

das Fernerrücken auffasst. Arrer ist nun der Ansicht, dass auch die absolute Entfernungsschätzung eine »bestimmte« sei, und er meint, dass ohne das letztere eine sichere Bestimmung der relativen Entfernungssänderungen ebenfalls unmöglich sein würde¹⁾. Der letzteren Ansicht vermag ich nicht beizupflichten. Ich meine vielmehr, dass uns die psychophysischen Versuche fortwährend Fälle kennen lehren, wo wir bei ganz unbestimmter absoluter Schätzung zu einer sehr genauen Auffassung von Empfindungsunterschieden befähigt sind. Eine absolute Schall- oder Lichtstärke z. B. ist eine höchst unbestimmte Vorstellung, aber zwei nach oder neben einander wahrgenommene Schall- und Lichtstärken kann man ziemlich genau unterscheiden. Ganz im Sinne dieser unbestimmten Auffassung absoluter Schallstärken, Lichtstärken, Tonhöhen u. dergl. ist nun auch die absolute Localisation bei den Convergenzversuchen im allgemeinen eine unbestimmte. Dass sie das ist, geht, wie mir scheint, auch z. B. aus den bekannten Versuchen von Donders²⁾ hervor, obgleich dieser selbst aus denselben auf eine absolut genaue, also bestimmte Localisation schloss. In Wahrheit zeigen seine Beobachtungen nur, dass durch die Uebung der Grad der Unbestimmtheit solcher absoluter Entfernungsschätzungen mehr und mehr verringert werden kann, wenn man fortwährend die falsch bestimmten Entfernungen an den richtig gemessenen controlirt. Zu dieser Controle ist aber gerade bei den Convergenzversuchen kein directer Anlass gegeben. Es ist darum auch, wie ich glaube, nicht anzunehmen, dass bei ihnen die Localisation jemals aufhört, eine unbestimmte zu sein. Augenscheinlich ist Arrer zu seiner abweichenden Auffassung durch die Aussagen seiner Beobachter über ihre geometrischen Raumvorstellungen veranlasst worden. Aber er unterliegt hier, wie mir scheint, dem freilich auch sonst oft genug vorkommenden psychologischen Irrthum, dass er diese durch Abfragen von den Beobachtern gewonnenen Vorstellungen als ursprünglich schon in ihren Wahrnehmungen gegebene ansieht. Das sind sie zweifellos nicht, sondern jene Angaben sind lediglich als der Ausdruck von Begriffen aufzufassen, durch welche die in geometrischen Anschauungen geübten Beobachter ihre allgemeinen Raum-

1) Arrer, Philos. Studien. XIII, S. 223 ff.

2) Arch. f. Ophthalm. XIII, 1. S. 22 ff.

vorstellungen während des Versuchs zu definiren suchten. Dadurch verlieren gewiss diese subjectiven Beobachtungen nicht ihren Werth. Sie beweisen vielmehr, dass die Wahrnehmungen der Lage und der Lageänderung des Fadens stets Bestandtheile einer ganzen zusammengesetzten Raumvorstellung ausmachen. Aber die Angaben der Beobachter über diese Raumvorstellung sind erst durch Reflexion gewonnen; sie sind also in diesem Sinne begriffliche Verarbeitungen ihrer wirklichen concreten Vorstellungen.

Zweifelhafter ist das Ergebniss der monocularen Beobachtungen. Der Verlauf der Versuche erweckt hier den Eindruck, dass zunächst nach der Accommodationsanstrengung, ebenfalls unter Vermittelung irgend einer Hilfsvorstellung, die Distanzänderungen geschätzt worden seien, dass dann aber durch die zunehmende Uebung die Mitbewegung des verdeckten Auges einen wachsende Einfluss gewonnen habe, wodurch sich die Ergebnisse allmählich einer Grenze näherten, bei der sich die monoculare nicht mehr allzu weit von der binocularen Auffassung entfernte. Eine sichere Entscheidung über den relativen Antheil von Accommodation und Convergenz an dem Erfolg gestatten aber die Versuche nicht; und es muss daher die Frage, ob und in welcher Weise die Accommodation bei monocularem Sehen einen bestimmten Einfluss auf die Tiefenvorstellung ausübe, überhaupt noch als eine offene, durch künftige Versuche zu entscheidende bezeichnet werden. Doch kann diese Frage hier aus dem Spiel bleiben, da sie für das uns an dieser Stelle beschäftigende Problem des Einflusses der Augenbewegungen auf die Gesichtswahrnehmungen keine Bedeutung hat. Für dieses Problem ist nur der Nachweis von Wichtigkeit, dass an die Convergenzbewegungen des Doppelauges Empfindungen gebunden sind, die irgendwie eine Vorstellung von der Entfernung des Fixationspunktes vermitteln. Dieser Nachweis ist aber, wie mir scheint, durch die Versuche mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erbracht.

Dass die an die Stellungen und Bewegungen des Auges gebundenen Empfindungen, mit denen sich die in diesen Versuchen beobachteten allgemeinen Raumvorstellungen associiren, ausschließlich oder auch nur vorzugsweise in den Muskeln des Auges entstehen, ist übrigens nach allem, was wir sonst über den Ursprung activer und passiver Tastempfindungen kennen, nicht wahrscheinlich. Aus Gold-

scheider's¹⁾ Versuchen wissen wir, dass die bei den Gelenkbewegungen zu beobachtenden Empfindungen hauptsächlich in den Gelenken selbst ihren Sitz haben. Aehnlich ließe sich wohl die nervenreiche Orbita, in der sich das Auge wie in einem Kugelgelenk dreht, als eine Art Gelenkhöhle betrachten, die durch den bei den Augenbewegungen und Augenstellungen stattfindenden Druck und Zug des Augapfels auf das unterliegende Bindegewebspolster hauptsächlich die stattfindenden Empfindungen vermittele. Wahrscheinlich handelt es sich aber in allen diesen Fällen um Complexe von Empfindungen, an denen neben den Gelenken die Muskeln selbst, die Haut und die sonst mit sensibeln Nerven versehenen umgebenden Gewebe theilnehmen. Die Namen »Muskelempfindungen« oder »Spannungsempfindungen«²⁾ wird man daher immerhin als abkürzende Ausdrücke in dem Sinne beibehalten können, dass unter ihnen alle die Empfindungen zusammengefasst werden, die in Folge der Spannungen und Contractionen von Muskeln entstehen. Will man die qualitative Zugehörigkeit dieser Empfindungen zu den Tastempfindungen hervorheben, so dürfte der Ausdruck »innere Tastempfindungen«, der die Betheiligung der verschiedenen Gewebe ganz dahingestellt lässt, der angemessenste sein³⁾.

Unter dem hier geltend gemachten Gesichtspunkte sind nun auch, wie mir scheint, die Einwände zu würdigen, die gegen die Existenz von Empfindungen, welche die Bewegungen des Auges begleiten, gemacht worden sind. Man hebt vor allem hervor, in der subjectiven

1) Du Bois-Reymond's Archiv, 1889. S. 490 ff.

2) Vgl. Physiol. Psychol. 4. Aufl. I, S. 422 ff.

3) Vgl. hierzu Physiol. Psychol. 4. Aufl. I, S. 422 ff. Grundriss der Psychologie. 2. Aufl. S. 54 ff. Für diejenigen inneren Tastempfindungen, welche an bestimmte mit activer Leistung verbundene Ruhestellungen gebunden sind, lässt sich dann auch der Ausdruck »Kraftempfindungen«, für die eine Bewegung begleitenden Empfindungen der andere »Bewegungsempfindungen« gebrauchen (Physiol. Psychol. 4. Aufl. I, S. 420), Ausdrücke, die ebenfalls den Vortheil haben, keinerlei Voraussetzungen über den physiologischen Ursprung dieser Empfindungen einzuschließen. Selbstverständlich soll dabei aber das Wort »Bewegungsempfindung« ebenso wenig eine Empfindung bedeuten, die selbst schon eine Vorstellung der Bewegung enthält, wie man unter »Gehörsempfindung«, »Netzhautempfindung« Empfindungen versteht, mit denen sich ein Wahrnehmungsbild des Gehörorgans oder der Netzhaut verbindet. Leider hat die Verwirrung, die nicht nur bei Physiologen und Philosophen, sondern sogar noch bei Psychologen über den Begriff der »Empfindung« besteht, dieses Missverständniss zuweilen entstehen lassen.

Wahrnehmung könnten diese Empfindungen nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Dagegen ist zunächst zu bemerken, dass dies nur für kleine, nicht für umfangreiche Drehungen des Auges gilt. Diese, namentlich wenn dabei gerade Linien fixirend verfolgt werden, sind, wie schon J. Müller¹⁾ hervorgehoben hat, »mit eigenthümlichen unangenehmen Spannungen in den Augenmuskeln verbunden«. Das Auge verhält sich auch hierin vollständig wie andere bewegliche Organe. Bei ausgiebigen Armbewegungen im Ellbogen- und Schultergelenk bemerkt man z. B. sehr deutlich die localen Empfindungen; sehr kleine Bewegungen aber fasst man zwar noch als Bewegungen auf, doch eine deutliche Wahrnehmung der Gelenkempfindungen als solcher ist nicht mehr vorhanden. Es kommt eben hier die für alle unsere Sinneswahrnehmungen gültige Regel zur Anwendung, dass mäßige Empfindungen für uns vollständig mit den Wahrnehmungserfolgen verschmelzen, die aus ihnen hervorgehen. So können wir ja bei tastenden Bewegungen mit einem Stock bekanntlich sogar übersehen, dass die Tastempfindung in unserer Hand stattfindet, weil wir sie in der Vorstellung an das tastende Ende des Stocks verlegen²⁾. Nun ist bei den Tastorganen die Annahme, in solchen Fällen, wo wir die bei Lageänderungen vorkommenden Empfindungen nicht unmittelbar subjectiv wahrnehmen, das heißt aus der zusammengesetzten Vorstellung isoliren können, seien diese Empfindungen überhaupt nicht vorhanden, vollständig ausgeschlossen. Aus Goldscheider's Versuchen geht hervor, dass sehr kleine passive Gelenkbewegungen ebenso genau aufgefasst werden wie active, willkürliche. Passive Bewegungen können aber unmöglich anders erkannt werden als durch Empfindungen, die an sie gebunden sind. Wenn man nun nach Goldscheider's Methode Versuche ausführt, so lassen sich bei kleinen, noch deutlich erkennbaren Drehungen die Gelenkempfindungen ebenso wenig isolirt wahrnehmen, wie bei kleinen Augenbewegungen: auch dort verschmilzt die Empfindung ganz und gar mit der Vorstellung der Gelenkdrehung und lässt sich erst dann einigermaßen von dieser sondern, wenn sie eine ungewöhnliche Stärke erreicht.

1) Zur vergleichenden Physiologie des Gefühlssinns. S. 242.

2) E. H. Weber, Tastsinn und Gemeingefühl. Handwörterb. der Physiologie. III, 2. S. 483.

Aus alledem sieht man: es würde nothwendig sein, dem Auge eine sehr merkwürdige Ausnahmestellung gegenüber den nächstverwandten Organen anzuweisen, wollte man die Annahme aufrecht erhalten, dass seine Bewegungen nicht von Empfindungen begleitet seien, und dass daher bloß der Wille als solcher seine Stellungen und Bewegungen im Raume bestimme.

Doch nicht bloß mit den auf dem verwandten Gebiet des Tastsinns gefundenen Thatsachen setzt sich die Willentheorie in Widerspruch, auch die Functionen des Sehens selbst werden, wie ich glaube, durch diese Einmischung des psychologischen Allgemeinbegriffs »Wille« von vornherein unter einen falschen Gesichtspunkt gebracht. Die Bewegungen des Auges können nach dieser Theorie von Hause aus nur willkürliche sein. Das Kind soll von der Geburt an sein Auge willkürlich einem im Sehbereich auftretenden Lichte zuwenden, und, diesem Anfang entsprechend, sollen auch späterhin die Augenbewegungen reine Willensfunctionen sein. Falls aber etwa noch andere rein reflectorische Bewegungen des Auges angenommen werden, so sollen diese unter allen Umständen für den Sehaft ohne alle Bedeutung sein, da erst der Wille zu bestimmten Bewegungen diesen selbst eine räumliche Bedeutung verleihe.

Es ist merkwürdig, dass in diesem Punkte die nativistische Theorie, die von diesem abstracten Willensvermögen den ausgiebigsten Gebrauch macht, eigentlich ebenso wenig nativistisch ist wie die empiristische, welche die Erfahrung und eventuell noch Ueberlegungen, Urtheile und Schlussfolgerungen bei jedem Sehaft in Bewegung setzt. Denn so stark jene auch angeborene Eigenschaften der »Sehsinnssubstanz« zu ihren Erklärungen herbeizieht, an den angeborenen Eigenschaften des Bewegungsmechanismus lässt sie gerade einen entscheidenden Punkt außer Betracht. Und doch machen es die allerseits anerkannten, bereits von J. Müller¹⁾ so stark betonten Erscheinungen der Synergie der binocularen Augenbewegungen, der Accommodation, der Convergenz und der Pupillenbewegungen im Grunde schon undenkbar, dass ein analoger physiologischer Zusammenhang zwischen Netzhauterregung und Blickbewegung nicht ebenfalls existiren sollte. Wenn die Bewegung des Auges eine reine Function unseres

1) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns. S. 207 ff.

Willens wäre, wie käme es doch, dass wir nicht allein überhaupt außerordentlich schwer die Verbindung einer bestimmten Convergenzstellung mit der entsprechenden Accommodation lösen oder auch kleine Unterschiede in der Höhenlage beider Sehlinien künstlich hervorbringen können, sondern dass dies insbesondere auch durchaus nicht durch Willensanstrengung möglich ist (wie es bisweilen irrthümlich geschildert wird), sondern nur durch einen objectiv auf das Auge ausgeübten Zwang, also z. B. dadurch, dass man durch ablenkende Prismen die abweichenden Augenstellungen herbeiführt? Oder wie wäre es möglich, dass keine Willensanstrengung geringe Grade von Strabismus zu überwinden vermag, während doch in solchen Fällen jedes Auge für sich allein willkürlich fixiren kann, und während auch hier ein Zwang, dem man das Auge von Seiten der Gesichtsobjecte, durch geeignete Bildverschiebungen mittelst prismatischer Gläser, aussetzt, bei nicht allzu weitgehenden Abweichungen von Erfolg ist?

Ich bin nicht der Meinung gewisser Psychologen, dass das neugeborene Kind und das neugeborene Thier bloße Reflexapparate seien. Diese Ansicht steht, wie ich glaube, im stricten Widerspruch mit dem was wir aus der objectiven Beobachtung berechtigter Weise folgern können¹⁾. Aber die Anerkennung ursprünglicher Trieb- oder einfacher Willenshandlungen schließt nicht aus, dass man anderseits auch die Ausrüstung mit Reflexapparaten, die von der vererbten Organisation des Nervensystems herkommen, nicht übersehe. Nur eine Prüfung der Bedingungen und der Begleiterscheinungen der Bewegungen kann im einzelnen Fall entscheiden, welchen Ursprungs sie sind. Alle Bewegungen als Willenshandlungen aufzufassen, ist darum ebenso wenig erlaubt, wie sie samt und sonders als Reflexe zu deuten. Für die spätere Entwicklung eines individuellen Wesens wird dieses Verhältniss überdies noch dadurch erheblich complicirt, dass ursprüngliche Reflexe allmählich der Beherrschung durch psychische Motive, also nach dem gewöhnlichen Ausdruck der »Lenkung des Willens« anheimfallen, während auf der andern Seite willkürliche Bewegungen mechanisirt, in reine Reflexe umgewandelt werden können. Bei den bekannten Augenbewegungen neugeborener Kinder, wo diese

1) Vgl. über diese Frage den Aufsatz über die Entwicklung des Willens in meinen Essays, S. 286 ff., und Grundriss der Psychologie. 2. Aufl. S. 339.

einem im Sehbereich auftretenden Licht das Auge zuwenden, fehlt uns jedes Merkmal, nach dem wir solche Bewegungen als willkürliche ansprechen könnten. Auch Preyer¹⁾, der sonst sehr zu psychologischen Deutungen geneigt ist, fasst sie nicht als willkürliche auf. Wenn aber hier die Blickrichtung mit einer Art von mechanischem Zwang dem Lichte folgt, so kann die Erscheinung nicht wohl anders als aus einer ursprünglichen Reflexbeziehung zwischen der Centralgrube der Netzhaut und dem Muskelapparat des Auges erklärt werden, wie wir ja solche specielle Reflexverbindungen zwischen der Reizung bestimmter Sinnesnerven und den Muskeln der zugehörigen Bewegungsorgane aus den Reflexversuchen an enthaupteten Thieren kennen. Aber die nämliche Reflexverbindung scheint mir auch noch fortan nachweisbar zu sein, wenngleich sie späterhin leichter durch dazwischentretende willkürliche Bewegungen oder durch willkürliche Hemmung intendirter Bewegungen unterdrückt werden kann. Wenn ich in einen dunkeln Raum blicke und irgendwo im Bereich des indirecten Sehens einen elektrischen Funken zwischen zwei Elektroden überspringen lasse, so entsteht eine Blickbewegung nach dem gesehenen Funken hin, die durchaus nicht willkürlich ist, und die sehr schwer durch den Willen unterdrückt werden kann. Nicht bloß Lichteindrücke im Dunkeln, sondern überhaupt irgend welche distincte Eindrücke in einem sonst gleichförmigen Gesichtsfelde üben aber einen ähnlichen Zwang auf die Blickbewegung aus, und wenn diese dem Zwang nicht immer folgt, so scheint das nicht selten bloß deshalb zu geschehen, weil sich mehrere solche Eindrücke, die in entgegengesetzten Richtungen wirken, wechselseitig compensiren. Diese Reflexbeziehungen des gelben Flecks zu distincten Eindrücken im Gesichtsfeld ordnen sich auf solche Weise durchaus der Gesammtheit jener centralen Anpassungen des Bewegungsapparates an die Zwecke des Sehens unter, die in der Synergie der binocularen Augenbewegungen und in der Synergie von Accommodation und Convergenz ihren Ausdruck finden. Eine Theorie des Sehens wird daher allen diesen ursprünglichen Eigenschaften des Sehorganes, denen des Bewegungsmechanismus ebenso gut wie denen des Sehnervenapparates, und neben ihnen zugleich den Einflüssen der sogenannten »Erfahrung«, Rechnung tragen müssen.

1) Die Seele des Kindes. 3. Aufl. S. 30.

III. Die geometrisch-optischen Täuschungen.

Da ich, wie früher (S. 4) bemerkt wurde, die geometrisch-optischen Täuschungen anderwärts eingehend erörtert habe, so besteht bei der folgenden Uebersicht durchaus nicht die Absicht einer irgendwie vollständigen Beschreibung dieser Erscheinungen. Ebenso werde ich auf literarische Nachweise über die Auffindung und bisherige theoretische Behandlung der einzelnen Täuschungen verzichten, indem ich in dieser Beziehung hier ein für allemal auf jene ausführlichere Darstellung verweise. Für den vorliegenden Zweck mag es deshalb genügen, aus der Fülle der Erscheinungen einzelne typische Beispiele herauszugreifen, wobei selbstverständlich solche bevorzugt werden sollen, die sich zur Nachweisung der Bedingungen der Täuschungen sowie der bei ihnen stattfindenden Associationsvorgänge besonders eignen.

Dass der Name »geometrisch-optische Täuschungen« ein rein conventioneller ist, braucht wohl kaum noch besonders bemerkt zu werden. Weder enthält er ein Merkmal, das diese Erscheinungen von anderen optischen Täuschungen streng unterscheidet, noch ein solches, das für sie in allen Fällen zutrifft. Astigmatismus und Irradiation z. B. können ebenfalls in der Auffassung geometrischer Objecte Täuschungen hervorbringen, gleichwohl rechnen wir sie nicht zu den geometrisch-optischen Täuschungen. Andererseits aber können die zu dieser Classe gehörigen Erscheinungen auch an anderen Gegenständen als an geometrischen Zeichnungen auftreten; diese bieten nur die günstigste Gelegenheit zu ihrer Wahrnehmung und namentlich zu genaueren Messungen über ihre Größe. Dennoch würde auch der Ausdruck »Täuschungen des Augenmaßes«, obgleich für alle geometrisch-optischen Täuschungen zutreffend, wiederum zu weit sein, da das Augenmaß auch durch irgend welche dioptrische Anomalien, sowie endlich durch die Einflüsse der zeichnerischen und malerischen Perspective getäuscht werden kann. Eine Definition der geometrisch-optischen Täuschungen lässt sich daher vorläufig nur negativ geben: sie sind solche Täuschungen des Augenmaßes, die weder durch dioptrisch erzeugte Abweichungen des Netzhautbildes noch durch eindeutige perspectivische Merkmale der körperlichen Gegenstände bedingt sind. Dabei ist dann aber freilich nicht aus-

geschlossen, dass sich diese beiden Momente mit den eigentlichen Motiven der geometrisch-optischen Täuschungen verbinden können. Namentlich gilt das von dem zweiten, von jenen geläufigen Eigenschaften der Gegenstände, welche in den Motiven der Perspective zur Geltung kommen. Gegenüber diesen sind die geometrisch-optischen Täuschungen wiederum nur negativ abzugrenzen, insofern wir zu ihnen ausschließlich solche perspectivische Täuschungen rechnen, bei denen die eindeutig wirkenden Motive der Perspective, der Gesichtswinkel, die Entwerfung der Schatten und die Conturen- wie Farbenänderungen ferner Objecte, keine Rolle spielen.

Die Untersuchung der geometrisch-optischen Täuschungen hat hauptsächlich unter zwei Uebeln zu leiden gehabt. Das erste bestand darin, dass sie oder wenigstens einzelne unter ihnen mit irgend welchen jener anderen Formen optischer Täuschungen zusammengeworfen wurden, was sich aus der Verbindung und dem nicht selten gleichartigen Effect solcher Täuschungen erklärt; das andere darin, dass die einzelnen Erscheinungen vielfach ziemlich planlos und außer Zusammenhang untersucht wurden, was aus der meist zufälligen Auffindung derselben nicht minder begreiflich ist. Damit steht denn auch in Verbindung, dass man sich über die Deutung dieser Erscheinungen noch nicht im allermindesten geeinigt hat, ja dass es wohl wenige andere Gebiete der Physiologie und Psychologie der Sinnesfunctionen gibt, wo eine so große Zerfahrenheit der Meinungen herrscht wie hier¹⁾.

Unter diesen Umständen erscheint es als das erste und dringendste Erforderniss, die große Zahl der hier sich darbietenden Erscheinungen nach bestimmten Gesichtspunkten in gewisse Gruppen zu ordnen. Dabei dürfen freilich diese Gesichtspunkte nicht bereits irgend einer Theorie entnommen werden, sondern sie müssen sich aus den Erscheinungen selber ergeben, demnach in Merkmalen bestehen, die sich leicht und unzweifelhaft nachweisen lassen, und die zugleich durch ihr Vorhandensein oder Fehlen oder durch ihre Veränderlichkeit

1) Ich verweise in dieser Beziehung auf meine Uebersicht der hauptsächlichsten Theorien in der angeführten Abhandlung S. 157 ff., wobei noch zu beachten ist, dass in dieser Uebersicht alle jene singulären Erklärungsversuche, die sich nur auf einzelne Erscheinungen beziehen, Versuche, deren Zahl beinahe unabsehbar ist, unberücksichtigt geblieben sind.

in verschiedenen Fällen sicher anzuwendende Eintheilungsgründe abgeben.

Ueberblickt man, von dieser Forderung ausgehend, das ganze Gebiet dieser Täuschungen, so sondert sich von vornherein eine Classe derselben durch eine Gruppe charakteristischer Merkmale von allen anderen ab: es ist dies die Classe der umkehrbaren perspectivischen Täuschungen. Sie grenzen am nächsten an die nicht unter die optischen Täuschungen zu rechnenden perspectivischen Vorstellungen, bei denen die gewöhnlichen Motive der zeichnerischen und malerischen Perspective oder die stereoskopischen Unterschiede der Netzhautbilder wirksam sind. Sie unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, dass diejenigen Merkmale fehlen, die bei der gewöhnlichen perspectivischen Wirkung eine eindeutige Perspective erzeugen, da im Gegentheil hier die in der Zeichnung vorhandenen Motive das Bild in der perspectivischen Vorstellung mehrdeutig machen. Durch diese letztere Eigenschaft charakterisirt sich demnach in diesem Falle auch allein die Erscheinung als eine Täuschung. Kein Gegenstand kann in Wirklichkeit ohne Aenderung der objectiven Bedingungen verschiedene räumliche Formen annehmen, also z. B. gleichzeitig erhaben und vertieft sein. Kann er trotzdem sowohl als das eine wie als das andere erscheinen, so muss ihm also jedesmal diese Eigenschaft durch subjective Motive beigelegt werden, im Unterschiede von einer in eindeutiger Perspective ausgeführten Zeichnung, bei der die subjective Vorstellung durch das Object ebenso zwingend bestimmt wird wie beim Anblick eines wirklichen körperlichen Gegenstandes. Ein weiteres negatives Merkmal, durch das sich diese Classe von den anderen Formen geometrisch-optischer Täuschungen unterscheidet, und das hinwiederum mit der Umkehrbarkeit der Vorstellung eng zusammenhängt, besteht sodann darin, dass die Größe der in dem Bilde vorkommenden Strecken und Winkel in einer der objectiven Zeichnung entsprechenden Weise aufgefasst wird, und dass sich diese Auffassung der Strecken- und Winkelgrößen auch durch die etwa eintretenden Umkehrungen der Perspective nicht ändert.

Geht man von den angegebenen Merkmalen der umkehrbaren perspectivischen Täuschungen aus, so stellt sich ihnen nun durch eine fest bestimmte Abweichung von diesen Merkmalen eine zweite

nicht minder scharf abzugrenzende, aber in ihren einzelnen Formen mannigfaltigere Classe von Täuschungen gegenüber: wir bezeichnen sie als die variablen Strecken- und Richtungs- (oder Winkel-) Täuschungen mit eindeutigen perspectivischen Nebenvorstellungen. Sie unterscheiden sich von der vorigen Classe wesentlich durch zwei Eigenschaften: 1) durch eine stets vorhandene veränderte Auffassung der Größe von Strecken oder Winkeln, und 2) dadurch, dass die perspectivische Auffassung, sobald sie eintritt, immer nur in einer bestimmten Richtung vorhanden ist. Dazu kommen dann noch die zwei weiteren Eigenschaften: 3) die perspectivische Auffassung kann bei geeigneter Modification des Versuchs ganz verschwinden, während die Strecken- oder Richtungstäuschung erhalten bleibt; 4) die Größe der letzteren Täuschungen und der mit ihnen verbundenen eindeutigen Perspective variirt mit der Einführung bestimmter, experimentell leicht herzustellender Bedingungen. Wegen des letzteren Merkmals bezeichnen wir diese Täuschungen überhaupt als variable; wegen der meistens leicht zu erzielenden Aufhebung der perspectivischen Täuschung aber ist diese oben eine perspectivische Nebenvorstellung genannt worden.

Gehen wir von den beiden zuletzt erwähnten Merkmalen der variablen Täuschungen aus, so sondert sich von ihnen weiterhin eine dritte Classe von Täuschungen durch ihren wesentlichen Unterschied in eben diesen Merkmalen. Es ist dies die Classe der constanten Strecken- und Richtungstäuschungen. Sie wird gegenüber den vorigen dadurch gekennzeichnet, dass sie eine experimentelle Variation ihrer Bedingungen und demnach ihrer Größe nicht zulassen. Auch sind sie in der Regel nicht mit perspectivischen Nebenvorstellungen verbunden. Wo die letzteren auftreten, da begleiten sie zum Theil nicht die Strecken- und Richtungstäuschungen selbst, sondern vielmehr die unter gewissen Umständen eintretende Aufhebung derselben, ein Fall, der übrigens nur bei einer dieser Täuschungen vorkommt, bei der, wie wir sehen werden, Bedingungen mitwirken, die mit der constanten Täuschung selbst nur indirect zusammenhängen.

Von den genannten drei Classen von Täuschungen scheidet sich endlich eine vierte durch das Merkmal, dass bei ihr die Täuschung nicht durch die Eigenschaften des von ihr betroffenen

Bildes allein, sondern zugleich durch die eines anderen, von ihm unabhängig einwirkenden erzeugt wird. Hierbei muss natürlich dieses zweite Bild die geeigneten Formverhältnisse im Vergleich mit dem ersten darbieten. Als solche erweisen sich aber einerseits ein sehr kleiner, andererseits ein bedeutender Größenunterschied, indem beide in entgegengesetztem Sinne die Auffassung des inducirten Bildes verändern. Die auf solche Weise entstehenden Täuschungen wollen wir demnach solche durch Angleichung und Contrast nennen. Da man diese beiden einander entgegengesetzten Vorgänge als Vorgänge einer Association auffassen kann, die zwischen dem inducirenden und dem inducirten Bilde stattfindet, so lassen sich beide zusammen auch als Associationstäuschungen bezeichnen. Doch muss man bei diesem Ausdruck beachten, dass damit durchaus nicht etwa eine Beschränkung der Associationsprocesse auf die hier vorliegende Classe von Täuschungen ausgesprochen sein soll, sondern dass hier lediglich der Begriff der Association in jenem engeren Sinne gebraucht wird, in welchem man ihn nicht selten auf die associative Beziehung zwischen gesondert gegebenen Vorstellungen einschränkt. In diesem Sinne will er eben das oben angegebene, die Angleichungs- und Contrasttäuschungen von allen andern unterscheidende Merkmal andeuten. Vermöge dieses Merkmals besitzen übrigens zugleich diese Täuschungen den drei vorangegangenen gegenüber einen secundären Charakter, ähnlich wie der Begriff der Association zwischen zwei von einander gesonderten Vorstellungen selbst secundär ist gegenüber dem der Association der die einzelne Vorstellung constituirenden Vorstellungselemente. Die Täuschungen der drei ersten Classen betheiligen sich unmittelbar an der Bildung des einzelnen Wahrnehmungsinhaltes: das können sie natürlich nur, indem bei ihnen jene elementaren Associationsprocesse eine Rolle spielen, aus denen jede aus einer Vielheit von Empfindungen bestehende Wahrnehmung entsteht. Die den Begriff der complexen Association voraussetzenden, im engeren Sinne so genannten »Associationstäuschungen« dagegen verändern stets solche Wahrnehmungsinhalte, die zuvor als einzelne bereits gegeben sind. Sobald das inducirende Bild hinweggenommen wird, verschwindet daher in diesem Falle auch die unter seiner Wirkung entstandene Täuschung, während die Täuschungen der drei vorangehenden

Classen immer nur durch Veränderungen des Objectes selbst, das sie darbietet, irgend wie verändert werden können. Der Vorgang bei dieser letzten Classe von Täuschungen erscheint daher als eine Art äußerer Associationswirkung, gegenüber den inneren Associationen, die in den vorangegangenen Fällen mitwirken. Wie übrigens bei den meisten äußeren Associationswirkungen, so kann auch hier die Wirkung der verschiedenen Bilder auf einander eine wechselseitige sein. Bezeichnen wir daher, wie oben, das Bild, von dem die Wirkung ausgeht, als das inducirende, das, welches sie empfängt, als das inducirte, so können beide Bilder inducirend und inducirt zugleich sein, ähnlich wie bei den bekannten Erscheinungen des Licht- und Farbencontrastes, denen diese Bezeichnungen entlehnt sind. Doch bringen es allerdings auch bei den Associationstäuschungen die Versuchsbedingungen meistens mit sich, dass nur an dem einen der in Wechselwirkung stehenden Objecte die eintretende Veränderung nachzuweisen ist.

1. Die umkehrbaren perspectivischen Täuschungen.

Sie entstehen bei der Betrachtung geometrischer Conturenzeichnungen, die als Begrenzungslinien räumlicher Figuren von entgegengesetzter Beschaffenheit gedeutet werden können. In der unmittelbaren Wahrnehmung wird dann das Bild bald im Sinne der einen, bald in dem der andern dieser Deutungen gesehen. Der Wahrnehmungsact selbst darf dabei jedoch nimmermehr als eine »Deutung« bezeichnet werden, wenigstens nicht in dem üblichen Sinne dieses Wortes, in welchem dasselbe auf irgend welche logische Uebergänge hinweist. Vielmehr erscheint in allen diesen Fällen das Object ebenso als unmittelbare plastische Wirklichkeit wie etwa ein stereoskopisches Object oder eine mit starken perspectivischen Wirkungen ausgeführte Zeichnung. Von diesen beiden unterscheidet sich die Erscheinung nur durch ihre Umkehrbarkeit, und diese kann dann zugleich in Folge des nicht selten vorkommenden Uebergangs der einen in die andere Form eine lebhaftere Unruhe des Bildes bewirken, wie sie bei eindeutigen stereoskopischen Objecten oder Zeichnungen nicht vorkommt. Um die Erscheinungen möglichst lebhaft zu sehen, ist übrigens, wie bei der Wahrnehmung perspectivischer Effecte ebener Zeichnungen überhaupt, monoculare Betrachtung erforderlich.

Als die entscheidende und in allen Fällen unweigerlich wirksame unmittelbare Bedingung für die Beschaffenheit der körperlichen Vorstellung erweist sich hierbei die Richtung der Blickbewegung und der Augenstellung. Denn alle diese umkehrbaren perspectivischen Täuschungen folgen der Regel: die Theile des Bildes, von denen die Blickbewegung ausgeht, erscheinen dem Beschauer näher als jene, nach denen hin die Blickbewegung erfolgt; und bei ruhendem Auge: die Grenzpunkte des Objectes, die der Blick fixirt, erscheinen näher als solche Punkte, die sich im indirecten Sehen befinden, sofern die letzteren nicht etwa nach der Beschaffenheit der Zeichnung in gleicher Entfernung mit dem Fixirpunkte liegen müssen.

Nicht an allen Figuren, die überhaupt Anlass zur Beobachtung umkehrbarer Täuschungen geben, ist diese Abhängigkeit der Perspective von Blickbewegung und Augenstellung mit gleicher Leichtigkeit nachweisbar. Denn diese Nachweisung setzt unter allen Umständen sichere Beherrschung der Augenbewegungen, also Uebung im starren Fixiren von Punkten und in der sicheren fixirenden Verfolgung vorgezeichneter Linien voraus. Wo diese Uebung nicht besteht, da kann daher durch unwillkürliches Abirren der Blicklinie von der vorgezeichneten Bewegung oder Stellung eine plötzliche Umkehrung des Reliefs entstehen. Ist man sich aber des bestimmenden Einflusses von Blickbewegung und Blickrichtung überhaupt noch nicht bewusst geworden, so treten natürlich solche durch irgend welche Zufälligkeiten veranlasste Abänderungen der Augenstellungen und Augenbewegungen sehr häufig ein, auch wenn man sonst die zureichende Uebung im willkürlichen Fixiren besitzt. Es begreift sich daher, dass diese Umkehrungen meist für reine Aeußerungen des Spiels der »Einbildungskraft« gehalten wurden, oder dass man, wo etwa Spuren jener Wirkung der Augenbewegungen zur Beobachtung kamen, allenfalls noch dem »Willen« oder der »Innervationstendenz« einen Einfluss auf dies Spiel der Einbildungskraft zuschrieb. Hat man erst einmal an einem dazu geeigneten Object die oben formulirten Regeln in ihrer ausnahmslosen Gültigkeit erkannt, so lässt sich aber diese leicht auch an andern Objecten constatiren, bei denen dies schwieriger ist. Ein solches in besonderem Maße zum Studium der Umkehrungserscheinungen geeignetes Object ist die Figur 4. Sie ist schon von Thiéry in seiner Arbeit über die geometrisch-optischen

Täuschungen erörtert worden¹⁾. Aber da dieser Beobachter durchgehend von der Voraussetzung ausgeht, dass bei den geometrisch-optischen Täuschungen die perspectivische Vorstellung die primäre Ursache der Täuschung sei (nur in einigen wenigen Fällen statuiert er die Wirksamkeit anderer Ursachen), so wird dadurch auch seine Untersuchung dieser Figur beeinflusst. Es scheint mir deshalb nicht überflüssig, dieselbe hier nochmals eingehend zu erörtern, um so mehr, da sie nicht nur als typisches Beispiel für die umkehrbaren Täuschungen überhaupt gelten kann, sondern da sie auch, wie bemerkt, für die Nachweisung der Bedingungen dieser Täuschungen besonders günstige Chancen bietet. Dies liegt zunächst darin begründet, dass sie eine Doppelfigur ist, deren beide Hälften sich derart ergänzen, dass, wenn die eine Hälfte eine bestimmte Art des Reliefs zeigt, die andere stets im umgekehrten Relief erscheint. Dadurch wird hier das bei vielen andern Objecten vorhandene Uebergewicht einer der überhaupt möglichen perspectivischen Vorstellungen vermieden, wie man deutlich erkennt, wenn man z. B. die Fig. 4 mit

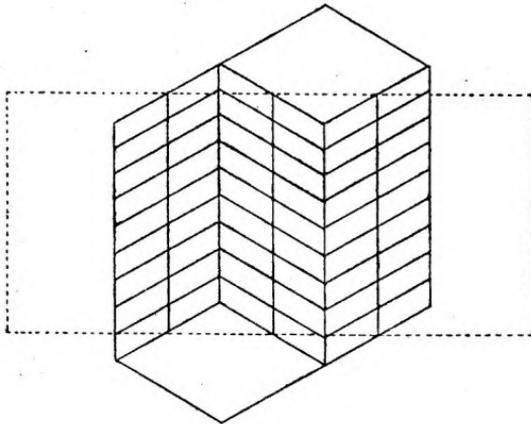


Fig. 4.

der bekannten Schroeder'schen Treppe, die in Fig. 5 (S. 37) wiedergegeben ist, vergleicht. Bei der letzteren ist die Vorstellung der Treppe so überwiegend, dass es, so lange man sich in der Beherrschung der

1) Philos. Studien. XI, 3. S. 319 f.

bestimmenden Blickbewegungen nicht die zureichende Uebung verschafft hat, verhältnissmäßig schwer gelingt, das umgekehrte Relief, das dem Bilde eines oben überhängenden, unten ausgebrochenen Mauerstücks entspricht, hervorzurufen. Bei der Fig. 4 fällt diese Schwierigkeit von vornherein weg, weil sich in Folge der Symmetrie der Figur die Neigungen, irgend eines der beiden Prismen erhaben oder vertieft zu sehen, vollständig das Gleichgewicht halten. Dazu kommt dann noch als ein weiterer begünstigender Umstand die Häufung der Fixationslinien, die die Festhaltung bestimmt gerichteter Blickbewegungen erleichtern, außerdem aber eine große Variation und daneben eine planmäßigere Beherrschung dieser Bewegungen gestatten, als sie ohne vorgezeichnete Fixationslinien möglich wäre.

Die Erscheinungen, die man an der Fig. 4 wahrnimmt, sind nun die folgenden. Fixirt man die unten links gelegene quadratische Fläche in irgend einem gegen die vordere Ecke gelegenen Punkte, so erscheint die Zeichnung als die Combination eines links liegenden erhabenen Prismas und eines rechts liegenden Hohlprismas, denen die mittlere verticale Fläche gemeinsam ist. Dasselbe plastische Bild bleibt erhalten, wenn man irgend einen Punkt der mittleren Kante des links liegenden Prismas fixirt, oder wenn man an dieser Kante mit dem Blick aufwärts, oder wenn man an irgend einer der von dieser Kante nach rechts und links abgehenden schrägen Linien mit dem Blick abwärts geht. Endlich bleibt auch das gleiche Relief bestehen, wenn man auf den diese schrägen Linien halbirenden oder auf den sie begrenzenden äußersten seitlichen Verticallinien den Blick nach aufwärts bewegt. In allen diesen Fällen verbindet sich zugleich mit der Vorstellung der erhabenen Beschaffenheit des linken und der vertieften des rechten Prismas die andere einer geringen Drehung der ganzen Figur um eine horizontale Achse in dem Sinne, dass die quadratische Basis links etwas dem Beschauer zugekehrt ist, und dass sich demnach die beiden Kanten des Convex- und des Hohlprismas von unten nach oben von ihm zu entfernen scheinen. Dieses ganze Relief kehrt sich nun in sein Gegentheil um, das heißt das Prisma links wird zum Hohl- und das rechts zum Convexprisma, wenn man entweder die quadratische Grundfläche links an einem der unteren Ecke nahe liegenden Punkte oder bei dieser selbst, oder wenn man irgend einen Punkt einer der beiden verticalen

Grenzlilien dieser Grundfläche fixirt, von welchen Grenzlilien die rechts liegende zugleich die mittlere Kante des rechtsliegenden Prismas ist; oder endlich wenn man den Blick auf irgend einer der verticalen Linien von oben nach unten oder auf einer der schrägen Linien von außen nach innen, diese letztere Richtung im Sinne der mittleren Kante des rechten Prismas genommen, bewegt. Mit dem Uebergang der Figur aus der einen in die andere Form ist zugleich eine scheinbare Drehung um ihre horizontale Achse verbunden. Sobald nämlich das Prisma links vertieft erscheint, wird der obere Theil der Figur dem Beschauer zugekehrt, der untere von ihm weggekehrt gesehen. Bemerkenswerth ist schließlich noch der Einfluss, den die Fixation irgend eines Punktes der die Seitenflächen der Prismen halbirenden Verticallinien ausübt. So lange man einen solchen Punkt vollkommen starr fixirt, so tritt ein bestimmtes Relief überhaupt nicht hervor. Freilich ist es aber auch ungemein schwierig, eine derartige Fixirstellung festzuhalten, weil man fortwährend geneigt ist, entweder auf der Verticalen selbst den Blick auf und ab zu bewegen oder namentlich ihn auf eine der sie durchschneidenden Schrägen hinübergleiten zu lassen. Beides ist aber dann mit deutlichen Reliefvorstellungen verbunden, die gemäß den vorhin erwähnten Beobachtungen derart eintreten, dass bei der Bewegung auf der Verticalen nach oben und auf der Schrägen nach auswärts das erhabene, bei der Bewegung auf der Verticalen nach abwärts und auf der Schrägen nach einwärts dagegen das vertiefte Relief erscheint. Da diese Motive besonders bei der Blickbewegung längs der schrägen Linien sehr rasch mit einander wechseln können, so bietet die Betrachtung dieser Linien ein außerordentlich unruhiges Bild dar.

Die Erscheinungen, die bei der Fixation der verschiedenen Theile der rechten Hälfte der Figur und bei der Blickbewegung entlang den einzelnen Linien derselben beobachtet werden, gehen vollständig denen an der linken Hälfte parallel, nur dass sie in Bezug auf die Orientirung zum Beschauer die Umkehrungen derselben bilden. Fixirt man also einen nach vorn von der Mitte liegenden Punkt der oberen quadratischen Fläche, so erscheint das Prisma rechts erhaben, fixirt man innerhalb derselben Fläche einen nahe der oberen Ecke liegenden Punkt oder den Eckpunkt selbst, so erscheint es vertieft, u. s. w.

Man übersieht ohne weiteres, dass die geschilderten Umkehrungen

des Reliefs der Figur 4 den oben aufgestellten allgemeinen Sätzen über den Einfluss der Blickstellung und Blickbewegung entsprechen. Dabei bietet aber die Figur 4 zugleich das Eigenthümliche, dass bei ihr wegen der Häufung und der annähernd gleich leichten Wirksamkeit der verschiedenen Motive der Eintritt der Umkehrungen außerordentlich erleichtert wird, daher denn auch, wenn man etwa den Blick, ohne besondere Achtsamkeit auf die Augenbewegungen zu haben, auf der Figur verweilen oder über sie schweifen lässt, ein fortwährender Wechsel der verschiedenen Reliefs einzutreten pflegt, so dass nicht selten, ehe noch das eine Zeit gehabt hat sich auszubilden, bereits das andere erscheint. Man sieht in solchen Fällen zuweilen stückweise eine bestimmte Reliefvorstellung aus ihren Bestandtheilen sich aufbauen. Dabei nimmt man wahr, dass es stets einer gewissen Zeit bedarf, bis sich eine bestimmte Vorstellung vollständig ausgebildet hat; aber man bemerkt zugleich, dass die einzelnen Theile derselben untrennbar zusammengehören, so dass der in einem bestimmten Sinne einmal begonnene Aufbau eines Reliefs unfehlbar zu Ende geführt wird, wenn sich nicht, was freilich bei einem so viele sich durchkreuzende Motive enthaltenden Bilde häufig geschieht, irgend welche entgegengesetzte Wirkungen geltend machen.

So günstige Bedingungen für das Ueberspringen der einen Vorstellung in die andere bieten nun freilich nicht alle Figuren, die umkehrbare perspectivische Täuschungen zulassen. Als charakteristisches Beispiel des im ganzen häufiger vorkommenden entgegengesetzten Verhaltens, wo die Bedingungen so beschaffen sind, dass eine der möglichen Relief-

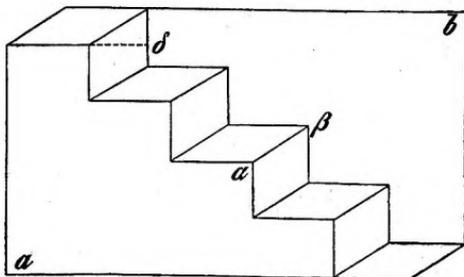


Fig. 5.

formen vorzugsweise, die andere nur mit einer gewissen Schwierigkeit zur Geltung kommt, mag die oben schon erwähnte Schroeder'sche Treppe dienen (Fig. 5). So viel ich beobachten konnte, gelingt es Jedermann leicht, namentlich bei monocularer Betrachtung, die Figur als Treppe zu sehen. Aber vielen Personen wird es sehr schwer das umgekehrte Relief des oben über-

hängenden Mauerstücks wahrzunehmen. Um dieses deutlich sichtbar zu machen, bedient man sich am besten eines von Schroeder selbst schon empfohlenen Kunstgriffs: man dreht, während man fortdauernd die Figur, und zwar am zweckmäßigsten einen der in der Ausgangsstellung nach unten gekehrten Winkel, wie α , fixirt, die ganze Figur um 180 Grad. Ist die Umdrehung vollendet, so hat man deutlich das umgekehrte Relief vor Augen, und hat man dieses einmal gewonnen, so ist es dann nicht schwer es künftig ohne ein solches äußeres Hilfsmittel wieder hervorzurufen. Hat man sich durch Uebung die zureichende Beherrschung der Blickstellungen angeeignet, so gelingt es übrigens auch leicht, das Mauerrelief ohne weiteres zu erzeugen: man braucht zu diesem Zweck nur, statt, wie es gewöhnlich geschieht, die schrägen die Treppenstufen bezeichnenden Linien in Richtungen wie $\alpha\beta$, umgekehrt in Richtungen $\beta\alpha$ zu durchlaufen oder einen oberen Grenzpunkt β dieser schrägen Linien, nicht, wozu man mehr geneigt ist, einen Punkt α oder einen α nahe gelegenen Punkt zu fixiren. Ferner wird das umgekehrte Relief begünstigt, wenn man die Linie δ zieht und das über δ liegende kleine Dreieck hinweglässt. Es ist augenscheinlich, dass alle diese das Sehen des Mauerreliefs unterstützenden Bedingungen im gleichen Sinne wirken, nämlich im Sinne der Fixation eines oberen Grenzpunktes der schrägen Treppenlinien oder einer diese Linien nach abwärts verfolgenden Blickbewegung, wogegen das Treppenrelief durch die Fixation eines unteren Grenzpunktes jener Linien oder durch ihre Aufwärtsverfolgung mit der Blickbewegung hervorgerufen wird. Die Drehung um 180 Grad erzeugt in der einfachsten Weise diese Vertauschung des Fixirpunktes, indem sie unmittelbar denjenigen Fixirpunkt, der vorher der untere war, zum oberen macht. Darum tritt aber auch hier die Umkehrung nur dann mit Sicherheit ein, wenn man während der Drehung die Blickstellung festhält; sie wird unsicher, wenn sich während derselben das Auge beliebig bewegt. In anderer Weise wirkt die Ziehung der Linie δ und die damit verbundene Beseitigung des über ihr liegenden kleinen rechtwinkeligen Dreiecks. Sie lenkt den Blick auf die dicht darunter liegende Ecke, begünstigt also dadurch unmittelbar eine Fixationsstellung, bei welcher die Fläche b vor der Fläche a zu liegen scheint, wodurch wiederum das Mauerrelief hervorgerufen wird. In allen diesen Erscheinungen bestätigt die Fig. 5 lediglich die an Fig. 4

nachgewiesenen Einflüsse der Blickstellung und Blickbewegung. Sie lehrt aber außerdem noch eine weitere Thatsache, die an Fig. 4 wegen des in ihr stattfindenden Gleichgewichts der Motive nicht zu bemerken war. Wenn nämlich beim gewöhnlichen Sehen das Treppenrelief ein so großes Uebergewicht über das Mauerrelief hat, so kann dies nach Maßgabe eben jenes Einflusses von Blickstellung und Blickbewegung nur darin seinen Grund haben, dass wir bei der unbefangenen Betrachtung dieser Figur im allgemeinen viel mehr geneigt sind, die zu je einer der kleinen horizontalen Flächen gehörigen unteren Horizontallinien und die entsprechenden unteren Winkel α zu fixiren, sowie die die horizontalen und verticalen Flächen begrenzenden schrägen Linien in Richtungen $\alpha\beta$ mit dem Blick zu durchlaufen; als umgekehrt die oberen Grenzlinien jener horizontalen Flächen und die oberen Eckpunkte β zu fixiren oder die Grenzlinien in Richtungen $\beta\alpha$ zu durchlaufen. Dass dies der gewohnheitsmäßigen Richtung der Blickstellungen und Blickbewegungen entspricht, lässt sich nun in der That an der Fig. 5 ebenso wie an andern umkehrbaren Relieffiguren mit bevorzugter einseitiger Reliefvorstellung bestätigen. Hierher gehören z. B. die Umrisszeichnungen eines Würfels, eines Tetraeders, zweier in einem Winkel an einander stoßender ebener Flächen, und als einfachster Fall irgend wie schräg verlaufende gerade Linien¹⁾. Bei allen solchen Figuren ist dieser Zusammenhang der bevorzugten Reliefvorstellung mit der gewohnheitsmäßigen Richtung der Blickstellungen und Blickbewegungen zu constatiren. Dass aber jene Stellungen die häufigeren sind, bei denen wir einen nach unten liegenden Grenzpunkt irgend einer im Sehfeld schräg verlaufenden Contur fixiren, und ebenso jene Bewegungen, bei denen wir eine solche Contur in der Richtung von ihrem unteren nach ihrem oberen Grenzpunkte verfolgen, diese Regel steht in klar ersichtlichem Zusammenhang mit der Bedeutung, die in dem uns umgebenden räumlichen Gesichtsfeld dem Verlauf der Fixationslinien zukommt. Im allgemeinen ist nämlich in unserem Gesichtsfeld für alle unter dem Horizont liegenden Gegenstände, also für die ungeheure Mehrzahl der Gegenstände, denen sich überhaupt der Blick zuwendet, die schräg von unten nach oben gehende Richtung der Begrenzungslinien der Ausdruck einer Aus-

1) Vergl. Fig. 1, 2, 3, 4, 5 (S. 59—68) der oben angeführten Abhandlung.

dehnung nach der Tiefe des Raumes, wobei der untere Punkt einer solchen Linie der uns nähere, der obere der von uns entferntere ist; und ebenso allgemein sind es, wenn körperliche Objecte unserem Auge geboten werden, die uns näheren, die wir zuerst, oder die wir auch, wenn wir uns auf einmalige Fixation beschränken, ausschließlich zu fixiren pflegen, und von denen aus dann unsere weitere Auffassung des Gegenstandes mittelst der Bewegung des Blickpunktes entlang bestimmten Conturen, die als Fixationslinien dienen, vor sich geht.

In den bisher betrachteten und durch die Figuren 4 und 5 erläuterten Beispielen umkehrbarer perspectivischer Täuschungen sind die Reliefvorstellungen, die durch Fixation bestimmter Punkte einer Zeichnung, und diejenigen, die durch bestimmte Bewegungen entlang gegebenen Fixationslinien entstehen, von gleicher Beschaffenheit, so dass gewisse ruhende Blickstellungen und gewisse Blickbewegungen immer als gleichsinnig wirkende Bedingungen zusammengehören. So sind z. B. bei Fig. 4 Fixation irgend eines Punktes der mittleren Kante des links gelegenen Prismas und Blickbewegung längs dieser Kante von unten nach oben von übereinstimmender Wirkung, oder in entgegengesetztem Sinne Fixation der mittleren Kante des rechts gelegenen Prismas und Blickbewegung entlang derselben von oben nach unten. Aehnlich bei Fig. 5 Fixation eines Punktes α und Blickbewegung in der Richtung $\alpha\beta$, oder anderseits Fixation eines Punktes β und Blickbewegung in der Richtung $\beta\alpha$. Solche Correlationen zwischen bestimmten Blickstellungen und Blickbewegungen sind vermöge der oben erörterten Wirkungen beider bei jeder Figur nothwendig vorhanden: zu jeder Blickbewegung muss es eine Blickstellung oder eine Mehrheit von Blickstellungen geben, denen die gleiche perspectivische Wirkung zukommt, und ebenso umgekehrt. Daneben gibt es aber auch Conturenzeichnungen, deren Beschaffenheit außer einem bestimmten, durch gewisse Blickbewegungen und entsprechende Blickstellungen zu erzeugenden Relief und seiner Umkehrung noch eine andere, davon ganz verschiedene perspectivische Vorstellung und deren Umkehrung gestattet. Wir wollen diese dritte und vierte Perspective, da sie auch da, wo sie überhaupt möglich sind, immer als die selteneren auftreten, der Kürze halber die »ungewöhnlichen« nennen. Die Beobachtung lehrt nun, dass solche ungewöhnliche Reliefs nur bei starrer Fixation bestimmter Punkte einer dazu geeigneten Figur, niemals

durch Blickbewegungen hervorgerufen werden können. Sobald die Fixation durch eine Blickbewegung abgelöst wird, geht daher das ungewöhnliche Relief in eine der gewöhnlichen Reliefformen über. Außerdem aber kann das ungewöhnliche Relief immer nur durch Fixation solcher Punkte der Figur hervorgerufen werden, die keiner der Fixationslinien angehören, deren Durchwanderung mit dem Blick, oder deren Fixation eine der gewöhnlichen Reliefformen erzeugt. In der Regel treten daher die ungewöhnlichen Formen bei der Fixation imaginärer Punkte der Figur hervor, d. h. solcher, die an und für sich zu keiner Fixationslinie gehören. Dies sowie das damit zusammenhängende seltenere Vorkommen ist wohl der Grund, weshalb die ungewöhnlichen Reliefs bisher fast ganz übersehen worden sind, und weshalb auch da, wo man sie gelegentlich wahrnahm, ihr Zusammenhang mit bestimmten festen Blickstellungen nicht beachtet wurde.

Ein sehr einfaches Beispiel einer solchen ungewöhnlichen perspectivischen Vorstellung mit ihrer Umkehrung bietet die Fig. 6 dar. Die beiden gewöhnlichen perspectivischen Täuschungen bestehen bei dieser Figur darin, dass sie als das Bild eines cylindrischen Ringes erscheint. Bei der einen Form des Reliefs sind die Bogen *A* und *B* dem Beschauer zu-, die Bogen *R* und *S* von ihm abgekehrt; bei der zweiten sind umgekehrt *R* und *S* dem Beschauer zu-, *A* und *B* von ihm abgekehrt. Dort scheint der Ring so gegen den Beschauer geneigt, dass dieser von oben in den Cylinder zu blicken glaubt; hier scheint er von ihm weggeneigt, so dass er durch die untere Oeffnung in ihn zu blicken glaubt. Die erste Perspective wird, wie man leicht beobachten kann, durch Fixation irgend eines Punktes der Bogen *A* oder *B*, am besten eines mittleren Punktes, oder durch eine Blickbewegung längs dieser Bogen von der Mitte aus nach rechts oder links hervorgebracht; die zweite Perspective entsteht, wenn man einen nahe der Mitte gelegenen Punkt der Bogen *R* oder *S* fixirt, oder wenn man von solchen Punkten aus eine Blickbewegung den gleichen Bogen entlang nach rechts oder links ausführt. Dass diese Entstehungsbedingungen beider Vorstellungen wieder ganz der oben aufgestellten allgemeinen Regel und den an den Figuren 4 und 5 wahr-

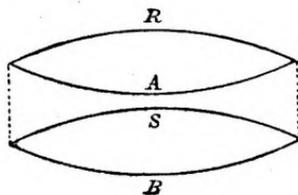


Fig. 6.

zunehmenden Erscheinungen entsprechen, ist ohne weiteres ersichtlich. Außerdem lässt aber die Fig. 6 noch zwei ungewöhnliche perspectivische Vorstellungen zu, die sich ebenfalls wie Umkehrungen zu einander verhalten, und die übrigens offenbar nur darum ungewöhnliche sind, weil sie allein bei der Fixation imaginärer, nicht in den Conturen der Figur enthaltener Punkte auftreten, solcher Punkte also, deren Fixation durch die Figur selbst nicht herausgefordert wird, darum schwieriger ist und nur in eigens darauf gerichteten Versuchen vorkommt. Fixirt man nämlich starr einen in dem Raume zwischen den Bogen A und S nicht allzu weit von der Mitte der Figur gelegenen Punkt, so erscheinen einerseits die Bogen A und S , andererseits die Bogen R und B als zusammengehörige Conturen eines Ringes, der sich auf seiner dem Beschauer zugekehrten Seite AS sehr verschmälert, auf der abgekehrten Seite AB aber stark verbreitert. Fixirt man dagegen einen in dem leeren Raum zwischen A und R oder in dem zwischen B und S gelegenen imaginären Punkt, so sieht man den Cylinder als einen mit den Conturen B und R gegen den Beschauer gekehrten, hier sehr breiten, mit den Conturen A und S von ihm abgekehrten, hier sich stark perspectivisch verkürzenden Ring. Demnach ist auch in diesen Fällen wieder die zweite Perspective die einfache Umkehrung der ersten. Beide sind aber nur bei vollkommen starrer Fixation von Punkten in der angegebenen Lage zu beobachten. Sobald man dagegen mit dem Blick auf eine der Conturen der Figur übergeht, so pflegen sie einem der beiden ersten Reliefs zu weichen¹⁾. Aehnliche ungewöhnliche perspectivische Täuschungen von umkehrbarer Beschaffenheit beobachtet man an andern Figuren, z. B. an der

1) An der Figur 6 hat bereits Thiéry die zweite dieser ungewöhnlichen perspectivischen Täuschungen (BR dem Beschauer zu-, AB von ihm abgekehrt) beobachtet. Dagegen hat er die Umkehrung dieser Form (AS nach vorn, BR in die Tiefe gerichtet) nicht gesehen. Statt dessen beschreibt er noch eine weitere Auffassung, eine solche nämlich, bei der sich A und S hervor-, R und B aber nach oben und unten wölben, so dass das Ganze wie eine biconvexe Linse erscheint, die an ihrer dem Beschauer zugewandten Seite abgeschliffen ist (Thiéry, Philos. Studien. XI, S. 318f.). Ich finde bei genauerer Untersuchung, dass ich mir zwar die Figur so »deuten«, dass ich sie aber eigentlich nicht unmittelbar so »sehen« kann; d. h. so lange ich sie mir als biconvexe Linse denke, sehe ich sie in Wirklichkeit als eine ebene Zeichnung. Sobald dagegen eines der ungewöhnlichen Reliefs mit stereoskopischer Lebendigkeit hervortritt, so sehe ich nur die eine oder die andere der oben beschriebenen beiden körperlichen Formen.

Conturenzeichnung eines Würfels, eines Tetraeders u. s. w.¹⁾. Die Bedingungen zur Entstehung dieser Täuschungen lässt das in Fig. 6 gegebene Beispiel deutlich erkennen. Sie bestehen darin, dass in Folge der Art der Fixation solche Conturen als zusammengehörig erscheinen, die bei einer der gewöhnlichen Formen des Reliefs als nicht zusammengehörig gesehen werden. Dazu ist aber erstens unverrücktes Festhalten der hierzu geeigneten Fixirstellung des Auges und zweitens eine Lage des Fixirpunktes zwischen den zu einem gleichsinnigen Relief zu verbindenden Conturen erforderlich. Damit sind die oben angeführten Bedingungen starrer Fixation und eines imaginären Fixirpunktes von selbst gegeben. Das Weitere ist dann von der auch für diese Täuschungen gültigen Regel abhängig, dass der fixirte Theil des Objectes dem Beschauer zugekehrt erscheint. Bei dem ersten der ungewöhnlichen Reliefs der Fig. 6 wird demnach zunächst durch die Fixirung eines zwischen A und S gelegenen Punktes die Vorstellung einer Zusammengehörigkeit von A und S erweckt, woran sich dann in Folge der Nahelocalisation des Fixirpunktes das Verhältniss der Bogenpaare AS und RB zu einander von selbst anschließt. Etwas schwieriger ist im ganzen die Herstellung des umgekehrten Reliefs; doch wird sie anderseits durch die Analogie der Verschmälerung der hier in die Tiefe verlegten Bogen A und S mit den gewöhnlichen Erscheinungen der perspectivischen Verjüngung entfernter Objecte etwas begünstigt. Ursprünglich erschwert ist nämlich hier das Relief, weil der zwischen A und R oder zwischen B und S gewählte Fixirpunkt wegen der ungleichen Entfernung von diesen Bogen nicht in gleicher Weise wie im vorigen Falle die Vorstellung der räumlichen Zusammengehörigkeit begünstigt. In der That scheint es mir, dass dabei auch die Vorstellung der Zusammengehörigkeit der indirect gesehenen Bogen A und S wesentlich mitwirkt. Da diese dabei gleichzeitig im Verhältniss zum fixirten Punkte als ferner liegend aufgefasst werden, so ist dann mit ihrer Tiefenprojection die Auffassung, dass umgekehrt B und R dem Beschauer zugekehrt seien, gegeben. Um dieses Relief sicher hervorzubringen, ist es daher auch zweckmäßig, den Fixirpunkt näher einem der Bogen B oder R als S oder A zu wählen.

1) Vergl. die angeführte Abhandlung Fig. 3, Fig. 5 (S. 66 ff.).

Die Schlüsse, die aus den erörterten Beobachtungen über umkehrbare perspectivische Täuschungen an den Figuren 4, 5 und 6 und an ähnlichen Objecten gezogen werden können, sind von doppelter Art. Zunächst gehen sie das specielle Problem der Gesichtswahrnehmungen an. Denn da alle diese perspectivischen Vorstellungen offenbar Gesichtswahrnehmungen sind, die unter bestimmten, in diesem Fall ausnahmsweise genau zu controlirenden experimentellen Bedingungen zu Stande kommen, so gehört ihre Untersuchung natürlich mit zur experimentellen Analyse der Wahrnehmungsprocesse; ja psychologisch betrachtet bilden sie besonders wichtige Hilfsmittel dieser Analyse, weil es sich bei ihnen um Erscheinungen handelt, bei denen die objectiven Bedingungen der Wahrnehmung bei den Veränderungen des Wahrnehmungsinhaltes völlig constant bleiben, so dass diese Veränderungen mit Sicherheit bestimmten subjectiven Bedingungen zugeschrieben werden können, welche subjective Bedingungen denn auch, wie die Beobachtung uns gelehrt hat, nach ihrer physiologischen Seite leicht in den Wirkungen der Blickstellungen und Blickbewegungen nachzuweisen sind. Außerdem aber haben diese Beobachtungen noch eine allgemeinere Tragweite. Da jene durch Blickstellungen und Blickbewegungen hervorzurufenden perspectivischen Vorstellungen offenbar nicht entstehen könnten, ohne dass in uns irgend welche Anlagen zu ihnen vorhanden wären, die allein in mannigfachen vorangegangenen Wahrnehmungen ihre ursprüngliche Quelle haben können, so sind, von diesem allgemeineren Standpunkte aus betrachtet, alle diese Erscheinungen nichts anderes als Reproductions- und Associationswirkungen. Sie sind aber vor andern ähnlichen Wirkungen durch den günstigen Umstand ausgezeichnet, dass bei ihnen speciell jene Associationen, die unmittelbar an Sinneseindrücke geknüpft, und die wegen ihrer Verschmelzung mit den aus den äußeren Eindrücken stammenden Empfindungen besonders schwierig zu erforschen sind, in Folge der hier obwaltenden, leichter zu beherrschenden Bedingungen einer genaueren Analyse zugänglich werden.

Für die Frage der Entstehung räumlicher Gesichtswahrnehmungen sind die umkehrbaren perspectivischen Täuschungen deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil durch sie der oft angenommene und ebenso oft bestrittene Einfluss der Blickbewegungen auf das

räumliche Sehen nicht bloß über allen Zweifel gestellt, sondern auch in genauerer Weise, als es durch die Convergenzversuche und durch gewisse pathologische Beobachtungen möglich ist, näher bestimmt wird. Hierbei müssen wir uns aber, um die perspectivischen Versuche richtig würdigen zu können, daran erinnern, dass unser wirkliches Sehen im allgemeinen stets ein körperlich-räumliches Sehen ist, und dass daher die geläufige Unterscheidung von Flächenwahrnehmung und Tiefenwahrnehmung, mag sie auch für die psychologische Untersuchung der Wahrnehmungsprocesse nützlich sein, doch weder als eine zeitliche Scheidung noch überhaupt als eine Scheidung der Vorgänge selbst angesehen werden darf. Wie vielmehr der Raum der Tiefe objectiv kein anderer ist als der Raum der Ebene, und wie in die ursprünglichsten räumlichen Unterscheidungen der Objecte schon ihre Verhältnisse zum Sehenden, also Tiefenbestimmungen eingehen, so würde auch die Annahme einer Verschiedenheit der hier und dort wirksamen physiologischen und psychologischen Bedingungen eine äußerst unwahrscheinliche Annahme sein, da sie eben in nichts anderem als in jener im Grunde willkürlichen psychologischen Abstraction ihren Grund hat.

Nicht minder unstatthaft ist die wohl noch verbreitetere Voraussetzung, es handle sich bei der perspectivischen Auffassung eines ebenen Bildes und ihrer Umkehrung um Veränderungen, die ein ursprünglicherer, an sich dem ebenen Object selbst, wie es in der Zeichnung beschaffen ist, gleicher Wahrnehmungsinhalt durch eine nachträglich mit ihm vorgenommene Fälschung erfahre, also um eine so genannte »Urtheilstäuschung«. So wenig es eine Urtheilstäuschung ist, wenn wir in Folge der Irradiation einen hellen Streifen auf dunklem Grunde verbreitert sehen, oder wenn wir im Stereoskop zwei ebene Zeichnungen als einen Körper erblicken, gerade so wenig ist es eine Urtheilstäuschung, wenn uns ein Bild wie die Figur 5 bald als Treppe bald als überhängendes Mauerstück erscheint. Alle solche Vorstellungen gehören zum unmittelbaren Inhalt der Wahrnehmung selbst. Sehen wir eine wirkliche Treppe oder ein wirkliches Mauerstück, so mögen ja außer den in Fig. 5 durch die Zeichnung angedeuteten Motiven noch einige andere, wie die verschiedene Vertheilung von Licht und Schatten, einwirken. Jedenfalls wirken aber auch die in der Zeichnung enthaltenen reinen Umrisslinien, und

diese sogar in erster Linie. Ebenso wenig wie beim wirklichen Gegenstand können diese daher bei der Zeichnung eine »Urtheilstäuschung« genannt werden. Vielmehr ist diese Bezeichnung offenbar aus zwei falschen Annahmen hervorgegangen. Nach der ersten soll in uns, sei es in unseren Sinnesorganen, sei es in unserem Gehirn oder sonst irgendwo, stets eine ziemlich genaue Kenntniss der äußeren Gegenstände existiren, die aber nachträglich durch allerlei Irrthümer, zu denen wir verführt werden, gefälscht werden könne. Nach der zweiten soll jeder Wahrnehmungsinhalt, wie überhaupt jeder Inhalt unseres Bewusstseins, ein Urtheil sein. Eigentlich braucht man diese beiden Annahmen nur deutlich auszusprechen, um zu erkennen, dass sie falsch sind. Sie können eben nur deshalb ihr Dasein fristen, weil man sie nicht ausspricht, sondern stillschweigend, so als wenn sie selbstverständlich wären, allen Erörterungen zu Grunde legt. Gewiss kann unsere Wahrnehmung nachträglich Gegenstand eines Urtheils werden. So können wir denn auch, indem wir einen unmittelbaren Wahrnehmungsinhalt mit der aus andern Erfahrungen bekannten objectiven Beschaffenheit des Objectes vergleichen, urtheilen, dass die Wahrnehmung unrichtig sei, das heißt dass sie nicht mit der wirklichen Beschaffenheit ihres Objectes übereinstimme. Nicht die Wahrnehmung selbst, sondern erst diese unsere Aussage über sie ist dann aber ein Urtheil. Und nicht unser Urtheil ist getäuscht, sondern wir urtheilen, dass uns die Wahrnehmung getäuscht habe. Der Wahrnehmungsinhalt als solcher ist weder wahr noch falsch. Wenn wir die einzelne Wahrnehmung ohne Rücksicht auf jene nachträglichen Vergleichen betrachten, so sind daher alle ihre Bestandtheile gleich ursprünglich, diejenigen die sich an der objectiven Wirklichkeit gemessen als Täuschungen herausstellen gerade so gut wie diejenigen, bei denen dies nicht der Fall ist. Wenn wir darum nachweisen können, dass irgend welche Motive bei einer bestimmten Wahrnehmung als sogenannte Täuschungsursachen gewirkt haben, so werden wir mit Fug und Recht annehmen dürfen, dass die nämlichen Motive in andern Combinationen auch für solche Wahrnehmungen und deren Bestandtheile maßgebend sind, die für unser nachträgliches Urtheil als reale Wahrnehmungen bestehen bleiben.

Gehen wir von dieser, sobald man sich des erörterten falschen Begriffs der »Urtheilstäuschung« bewusst geworden ist, vollkommen

selbstverständlichen Folgerung aus, so ist nun klar, dass die umkehrbaren perspectivischen Täuschungen ein werthvolles Material für die Beurtheilung der bei den Gesichtswahrnehmungen wirksamen subjectiven Einflüsse überhaupt enthalten. Der Werth dieses Materials liegt vornehmlich in der Umkehrung der Erscheinungen und in der damit verbundenen vollkommenen Beherrschung der Bedingungen dieser Umkehrung. Sehen wir daher zunächst noch ab von der Beschaffenheit der mitwirkenden Associationsvorgänge, so steht angesichts der oben nachgewiesenen Beziehungen der perspectivischen Vorstellung zu bestimmten Blickrichtungen und Blickbewegungen jedenfalls dieses fest, dass in die Wahrnehmung selbst Elemente eingehen müssen, die diese Einflüsse der Stellungen und Bewegungen des Auges zur Geltung bringen. Welches sind diese Elemente?

An und für sich lassen sich hier drei Annahmen als möglich denken. Man könnte erstens voraussetzen, wir besäßen ein natürliches »Bewusstsein« von jeder Blickrichtung und Blickbewegung, mag diese nun willkürlich sein oder nicht, ein Bewusstsein, welches demnach weder durch den Willen noch auch durch irgend welche Empfindungen vermittelt werde, sondern unmittelbar da sei, einen Bestandtheil angeborener Raumschauung und in uns liegender intuitiver Kenntniss der Zustände unseres eigenen Leibes bildend. Man kann sodann zweitens annehmen, wir würden uns bei jeder Stellung und bei jeder Bewegung des Auges einer bestimmten Willensrichtung bewusst: der »Wille« die Blicklinie irgendwie einzustellen oder zu bewegen bewirke also bei normalem Sehorgan unmittelbar die erforderliche Einstellung und Bewegung, und diese würden uns demnach lediglich durch das auf sie gerichtete Wollen bewusst. Endlich kann man drittens annehmen, mit den Stellungen und Bewegungen des Auges seien bestimmte Empfindungen verbunden, verschieden je nach Richtung und Umfang der Bewegungen, und diese Empfindungen seien es, durch welche Blickstellung und Blickbewegung erst ihren Einfluss auf die perspectivische Vorstellung gewinnen.

Die erste dieser drei Annahmen wird nun gegenwärtig, so viel mir bekannt ist, von Niemanden mehr vertreten. Sie würde in der That so ernsten Schwierigkeiten begegnen, dass man sich, um sie aufrecht zu erhalten, entschließen müsste, die Ergebnisse der physiologischen und psychologischen Untersuchung der Sinneswahrnehmungen

so ziemlich sämmtlich über den Haufen zu werfen. Setzt sie doch nicht etwa bloß eine angeborene Raumschauung voraus, sondern eine Raumschauung ohne alle Empfindungen, während doch alle Erfahrung lehrt, dass stets nur irgend ein Empfindungssubstrat, nicht aber irgend ein »Nicht-Seiendes« im platonischen Sinne räumlich geordnet vorkommen könne; ja noch mehr, sie setzt auch eine angeborene und wieder durch keinerlei Empfindungen vermittelte Kenntniss der eigenen Körperorgane und ihrer Lage im Raum voraus. Diese Zumuthungen sind so hart, dass man diese Hypothese, die höchstens in einigen älteren speculativen Erkenntnisstheorien vorkommt, innerhalb der heutigen Psychologie wohl als gänzlich verlassen betrachten darf.

Anders steht es mit der zweiten Annahme. Dass wir von unserem Willen, eine bestimmte Bewegung auszuführen oder einem Organ wie dem Auge eine bestimmte Stellung anzuweisen, eine unmittelbare, nicht durch Empfindungen vermittelte Kenntniss besitzen sollen, ist eine heute noch bei Physiologen und Psychologen verbreitete Hypothese. Es ist aber schon oben bei der Besprechung der »Convergenzversuche« bemerkt worden, dass man sich hier, angesichts der bei den Gelenkbewegungen gewonnenen Versuchsergebnisse, entschließen müsste, dem Auge eine Ausnahmestellung unter allen Bewegungsorganen anzuweisen, da ja die Gelenkbewegungen, denen sonst die Bewegungen des Auges in der Orbita gleichen, bei activen wie bei passiven, also vom Willen völlig unabhängigen Bewegungen dieselbe Unterschiedsempfindlichkeit zeigen (siehe oben S. 23). Die Beobachtungen bei den umkehrbaren Täuschungen lehren nun außerdem, dass alle jene Einflüsse der Blickstellung und Blickbewegung ganz in der gleichen Weise wirken, ob der Wille dabei eine Rolle spielt, oder ob die Bewegungen gänzlich unwillkürlich erfolgen. Uebersaus belehrend sind hier vor allem die Beobachtungen an Fig. 4 wegen der außerordentlichen Neigung dieser Figur zu einem plötzlichen Wechsel des Reliefs. Ein solcher Wechsel tritt bei den gewöhnlichen, ohne besondere Aufmerksamkeit auf die Bewegungen des Auges ausgeführten Beobachtungen ganz ohne Wissen und Wollen des Beobachters ein. Wohl aber bemerkt man, dass das unwillkürliche Gleiten des Blicks bestimmten Fixationslinien entlang oder das Ueberspringen in eine neue Fixirstellung stets das Relief in der durch die früher formulirte Regel gegebenen Weise bestimmt. Versucht man dagegen

umgekehrt, durch Anstrengung der willkürlichen »Einbildungskraft« die Vorstellung irgend eines Reliefs hervorzurufen, so tritt diese niemals ein, wenn nicht zugleich eine entsprechende Blickbewegung erfolgt. Der Wille kann also immer erst indirect, dadurch dass er die geeignete Blickrichtung oder Blickbewegung erzeugt, die perspektivische Vorstellung bestimmen. Wo er dies nicht thut, da bleibt trotz aller Willensanstrengung die Vorstellung ungeändert. Ueberzeugend sind in dieser Beziehung auch die Versuche an Figuren, bei denen eine überwiegende Neigung zu einer bestimmten Reliefvorstellung besteht, wie an Fig. 5. Wenn man diese Figur in der oben beschriebenen Weise um 180 Grad dreht, während man einen Punkt α fixirt, so tritt die Umkehrung des Reliefs ein, man mag wollen oder nicht. Ebenso kehrt sich aber das so entstandene Relief wieder in das vorige um, wenn man nun unwillkürlich zu der entgegengesetzten Fixationsweise zurückkehrt. Auch das zuweilen neben dem Willen zu Hülfe gerufene zufällige Spiel der sogenannten Einbildungskraft erweist sich demnach als nicht stichhaltig. Die ausschließliche Ursache einer bestimmten perspektivischen Vorstellung ist vielmehr stets die zu dieser nach jener früheren Regel in Beziehung stehende Blickstellung oder Augenbewegung. Ob die letztere willkürlich oder unwillkürlich erfolgt, und ob ihr eine Neigung sich ein gewisses Relief vorzustellen vorausgeht oder nicht, ist aber dabei vollkommen gleichgültig.

Neben diesen negativen Beobachtungen über die Einflusslosigkeit des Willens und der willkürlichen Einbildungskraft lassen sich jedoch bei diesen Versuchen noch andere, positive Beobachtungen machen. Wenn ich an Fig. 4 irgend einen Punkt fixire, und wenn dann, wie es nach längerer Fixation in Folge der Ermüdung stets geschieht, ein plötzliches Gleiten der Blicklinie auf irgend eine der vom fixirten Punkt ausgehenden Fixationslinien eintritt, so glaube ich eine ganz bestimmte Empfindung dieser Bewegung zu haben, ebenso wie mir auch die Fixation selbst von einer deutlichen Spannungsempfindung im Auge begleitet zu sein scheint. Nun muss man ja zugeben, über die Existenz solcher an und für sich schwacher subjectiver Empfindungen kann man sich möglicher Weise täuschen. Immerhin gewinnt diese subjective Beobachtung eine größere Bedeutung, wenn sie mit andern Thatfachen in übereinstimmendem Sinne zusammentrifft. Bei stark excentrischen Stellungen und sehr umfangreichen Bewegungen

existiren überdies solche Empfindungen ganz unzweifelhaft. Wenn sie bei wenig umfangreichen Bewegungen weniger merklich werden, so erklärt sich dies im vorliegenden Fall, abgesehen von ihrer geringeren Intensität, eben daraus, dass sie mit andern Empfindungen, namentlich mit den bei der Betrachtung eines Gesichtsobjectes vorhandenen Netzhautempfindungen verschmelzen.

Nach allem dem bleibt die dritte der oben als möglich hingestellten Annahmen als die allein haltbare übrig. Nach ihr gewinnen die Blickstellungen und Blickbewegungen den nachgewiesenen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung und demnach auch speciell auf die bei den umkehrbaren Täuschungen vorkommenden Reliefvorstellungen durch die Empfindungen, die an sie, ähnlich wie an die Stellungen und Bewegungen unserer sonstigen Bewegungsorgane, gebunden sind. Sie können aber diesen Einfluss offenbar nur äußern, wenn zu ihnen nicht bloß die an dem vorhandenen Object gegebenen Wahrnehmungselemente hinzukommen, sondern wenn sich außerdem auch noch solche Bestandtheile geltend machen, die früher vollzogenen Wahrnehmungen angehören. Damit erhalten jene mit den Augenbewegungen verbundenen Empfindungen die Bedeutung auslösender psychischer Kräfte, die erst zusammen mit den durch sie erweckten Elementen früherer Gesichtswahrnehmungen die perspectivische Auffassung des Bildes bestimmen. Diese reproducirten Elemente spielen dabei insofern eine abhängige Rolle, als durch die Beschaffenheit des Objectes einerseits und durch die Blickstellungen oder Blickbewegungen andererseits die allgemeine Richtung der eintretenden Reproduktionen vollständig bestimmt wird. Dies führt uns auf die zweite oben hervorgehobene Bedeutung der Umkehrungsversuche: auf die ihnen zu entnehmenden Aufschlüsse über die allgemeine Natur der Associationsprocesse.

Dass jene vollkommen plastische Auffassung, wie wir sie bei geeigneter Betrachtung der Figuren 4, 5 oder 6, namentlich bei vollkommen starrer Fixation derselben, gewinnen, nur auf der Mitwirkung von Associationen beruhen kann, ist einleuchtend. Ohne vorangegangene Vorstellungen körperlicher Objecte von irgendwie analoger Beschaffenheit würde eine solche Auffassung ganz undenkbar sein. Wenn es noch eines besonderen Zeugnisses hierfür bedürfte, so würde ein solches jedenfalls in der Mehrdeutigkeit der Formen liegen, die

bald zwei, bald sogar vier verschiedene Auffassungen möglich macht, jenes z. B. bei Fig. 4 und 5, dieses bei Fig. 6. Entscheidend ist hierbei namentlich, dass der Einfluss der Blickstellung wie der Blickbewegung im Sinne der gewohnheitsmäßigen Betrachtung körperlicher Objecte stattfindet. Natürlich ist es aber ausgeschlossen, dass diese Art der Betrachtung anders zur Wirkung gelangen kann als eben durch die Association der in dem äußeren Eindruck und in den Spannungsempfindungen des Auges gegebenen Wahrnehmungsbestandtheile mit früheren Wahrnehmungen, bei denen dieselben Blickstellungen und Blickbewegungen mit den nämlichen begleitenden Spannungsempfindungen vorhanden gewesen waren.

Hinsichtlich der näheren Beschaffenheit dieser Associationen lehren nun die Umkehrungserscheinungen zunächst, dass sie simultane Vorgänge sind, das heißt, dass sie nicht zu jenen aus der Beobachtung der Erinnerungserscheinungen geläufigen und gewöhnlich allein dem Associationsbegriff zugerechneten Vorgängen gehören, bei denen sich eine inducirende und eine inducirte Vorstellung in zeitlicher Folge an einander anschließen, sondern dass sie Vorgänge sind, bei denen diese beiden Bestandtheile zusammen ein gleichzeitig gegebenes Vorstellungsganzes bilden. Betrachten wir gleichwohl auch hier die in dem objectiven Eindruck gegebenen Merkmale und die sich mit diesen verbindenden Spannungsempfindungen des Auges als inducirende, die reproducirten Vorstellungselemente dagegen, welche das zur Wahrnehmung gelangende Relief endgültig constituiren, als inducirte Elemente, so sind, wie man unmittelbar sieht, die perspectivischen Umkehrungserscheinungen dadurch charakterisirt, dass bei ihnen unter den inducirenden Bestandtheilen ausschließlich die Spannungsempfindungen die Richtung der Reproduction bestimmen, im Gegensatze zu der großen Mehrzahl räumlicher Wahrnehmungen, wo beide, Netzhautbild und Stellung oder Bewegung des Auges eindeutig und in gleichem Sinne zusammenwirken. Ist aber auch das so zu Stande kommende Associationsproduct ein simultanes, das darum inducirende und inducirte Elemente für die unmittelbare Wahrnehmung ununterscheidbar enthält, so bedarf doch auch hier die Entstehung eines derart zusammengesetzten Wahrnehmungsinhaltes stets einer gewissen Zeit, wie sich darin verräth, dass zu jeder Umkehrung eines Reliefs eine zwar kurze, aber immerhin merkliche Zeit verbraucht

wird, während deren es, wie man besonders bei dem Studium der Fig. 4 wahrnimmt, vorkommen kann, dass der Uebergang in die neue Vorstellung an einem Theil der Figur bereits erfolgt, an einem andern Theile aber noch zurückgeblieben ist, womit auch zusammenhängt, dass gelegentlich ein solcher Umkehrungsvorgang gar nicht zur Vollendung gelangt, weil er durch einen rückläufigen Process unterbrochen wird. So viel sich beobachten lässt, gehen aber diese zeitlichen Vorgänge genau parallel den in den Spannungsempfindungen sich verrathenden Blickbewegungen. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Umkehrungserscheinungen mit diesen als den entscheidenden inducirenden Factoren genau gleichzeitig erfolgen.

Weiterhin tragen dann die simultanen Associationen hier, ähnlich wie im allgemeinen bei den unmittelbaren sinnlichen »Erkennungs-« und »Wiedererkennungsvorgängen«, den Charakter der Assimilationen an sich, insofern die inducirenden und die inducirten Wahrnehmungsbestandtheile einander angeglichener werden, so dass sie in der neu gebildeten Vorstellung vollständig verschmelzen können, auch da wo wir allen Grund haben vorauszusetzen, dass sie in den ursprünglichen Wahrnehmungsinhalten zum Theil von einander verschieden waren. Diese Angleichung kann aber wieder durch einen doppelten Process erfolgen, und sie erfolgt wahrscheinlich stets durch einen solchen: erstens durch Verdrängung ungleicher Bestandtheile, und zweitens durch positive Angleichung von annähernd übereinstimmenden Bestandtheilen. Dabei können im allgemeinen, wie die Erscheinungen bei den Wiedererkennungsvorgängen lehren, an beiden Processen, den Eliminationen oder Verdrängungen und den eigentlichen Angleichungen, sowohl die inducirten wie die inducirenden Elemente theilnehmen. Bei der Wahrnehmung und Wiedererkennung sehr geläufiger Gegenstände, z. B. beim Hören geläufiger Worte, beim Sehen bekannter Objecte, wie der Schriftbilder der Worte, kann sogar diese assimilirende Elimination, wie die bekannten Thatsachen des Verhörens und Verlesens beweisen, vorzugsweise die Elemente des Sinneseindrucks treffen. In solchen Fällen wird man daher sagen müssen, dass sich auch die Richtung der Induction umkehrt, indem reproductive Bestandtheile inducirend auf unmittelbar gegebene einwirken. Daraus ergibt sich aber zugleich, dass überhaupt die Assimilation nicht einseitiger Process ist, sondern dass sie in

einer assimilirenden Wechselwirkung besteht, bei der bald mehr der unmittelbare Wahrnehmungsinhalt früheren Vorstellungen, bald mehr der Inhalt dieser den gegebenen Empfindungen assimilirt wird, bald aber auch beides annähernd in gleichem Grade stattfindet. Bei den »Erkennungsvorgängen« überwiegt im allgemeinen, besonders bei sehr geläufigen Objecten, die assimilirende Kraft der reproductiven Elemente, bei den Wiedererkennungsvorgängen die der directen Sinneseindrücke, und das um so mehr, je weniger geläufig der Gegenstand ist, immerhin aber so, dass ein gewisser Grad assimilirender Wirkung auch den reproductiven Elementen verbleibt¹⁾.

Dem gegenüber bilden nun die Umkehrungserscheinungen einen ausgeprägten Fall von Assimilationen, bei denen ausschließlich die Elemente des Eindrucks, Netzhautbild und Spannungsempfindungen, eine activ assimilirende Wirkung ausüben, und also auch allein in dem oben angegebenen Sinne als die inducirenden bezeichnet werden können. Die reproductiven Elemente richten sich hier unbedingt nach diesen unmittelbaren Empfindungsbestandtheilen. Bei gegebener Beschaffenheit des Netzhautbildes und der Spannungsempfindungen ist daher auch die Beschaffenheit der perspectivischen Vorstellung eindeutig bestimmt.

Wegen dieser einseitigen Wirkung der Vorstellungsinduction, die in den Eigenschaften der Zeichnungen und in der festen Association bestimmter Augenstellungen und Blickbewegungen zu den gewohnten Gesichtsobjecten ihren begrifflichen Grund hat, bieten nun aber auch die perspectivischen Umkehrungserscheinungen eine besonders günstige, weil in hohem Maße durch Einfachheit und Uebersichtlichkeit der Bedingungen sich auszeichnende Gelegenheit zum Studium der Assimilationsvorgänge und damit der Associationen überhaupt dar. Namentlich gilt dies für die Frage nach dem Verhältniss der unmittelbar empfundenen zu den reproductiven Elementen. In dieser Beziehung beweisen sie vor allem schlagend, dass die in der alten Associationslehre herrschende Annahme, eine Association sei jedesmal eine Verknüpfung zwischen je zwei oder mindestens zwischen irgend einer beschränkten Anzahl fertiger Vorstellungen, eine aus der bloßen

1) Ueber Erkennungs- und Wiedererkennungsvorgänge überhaupt vergl. Grundriss der Psychologie. 2. Aufl. S. 278 ff.

oberflächlichen Betrachtung der Erinnerungsprocesse entsprungene Meinung ist, bei der man eben nur auf das allgemeine, so zu sagen schematische Verhältniss des inducirenden Eindrucks zur erinnerten Vorstellung, nicht aber auf die nähere Beschaffenheit dieser achtete. Den bei den umkehrbaren perspectivischen Täuschungen sich bietenden Erscheinungen gegenüber ist diese rohe Vorstellungsweise absolut hinfällig. Niemand wird der Meinung sein, dass wir ein Object, das genau der Fig. 4 gliche, mit den bestimmten körperlichen Eigenschaften behaftet, die wir ihm bei einer der beiden Reliefvorstellungen beilegen, jemals früher genau in dieser Beschaffenheit gesehen hätten; und ebenso lässt sich von Objecten wie Fig. 5 und 6 höchstens behaupten, dass uns irgend welche Annäherungen an sie, nicht aber ihnen völlig gleichende Objecte geläufig seien. In jedem dieser Fälle ist es daher augenscheinlich nicht eine einzelne Vorstellung, sondern eine unbestimmte Menge früherer Vorstellungen, die auf die Entstehung eines bestimmten, der vorhandenen Augenstellung und Augenbewegung entsprechenden Reliefs wirkt. Außerdem ist aber klar, dass solche frühere Vorstellungen nicht in ihrer Totalität zur Wirkung kommen, sondern dass dies immer nur von gewissen Bestandtheilen derselben gilt, von solchen, die eben dem vorhandenen Eindruck zureichend sich nähern, damit sie dem Netzhautbilde angeglichen werden und daher mit diesem zusammen eine perspectivische Vorstellung erzeugen können. Den direct gegebenen Sinnesempfindungen verdankt so diese Vorstellung den Eindruck unmittelbarer Wirklichkeit, während doch die in ihr enthaltene Tiefenanschauung ganz und gar reproductiven Ursprungs ist. Nicht zwischen Vorstellung und Vorstellung, sondern zwischen Vorstellungselementen vollzieht sich also der Assimilationsprocess, oder mit andern Worten: die Assimilation, wie die Association überhaupt, besteht in jedem einzelnen Falle aus einer Menge elementarer Verbindungsprocesse zwischen den Bestandtheilen der Vorstellungen. Diese Verbindungsprocesse sind ihrem entscheidenden Charakter nach Angleichungsprocesse, die jedoch selbst erst in Folge von gleichzeitig stattfindenden elementaren Verdrängungs- oder Eliminationsprocessen wirksam werden können.

Dieser Charakter der Vorgänge bringt es mit sich, dass die endgültig entstehende Vorstellung im allgemeinen keiner einzigen irgend

einmal früher dagewesenen Vorstellung vollständig gleicht, sondern dass sie den früheren Vorstellungen gegenüber stets ein neues, ihnen nur mehr oder minder ähnliches Gebilde darstellt. Auf diese Weise bethätigt sich bei diesen Wahrnehmungsvorgängen schon, wenngleich in einer sehr einfachen Form, die schöpferische Natur der synthetischen Prozesse des seelischen Lebens. Auch darin aber sind wohl diese synthetischen Prozesse der Wahrnehmung vorbildlich für alle zusammengesetzteren psychischen Vorgänge ähnlicher Art, dass sie trotz dieser ihrer schöpferischen Natur durch die Bedingungen ihrer Entstehung vollständig determinirt sind. Auch in diesem Sinne also lässt sich bei ihnen von jenem planlosen Schaffen der sogenannten Einbildungskraft, das man so oft gerade in die umkehrbaren perspectivischen Vorstellungen hineindeutet, gar nichts erkennen. Eine solche Einbildungskraft existirt überhaupt nicht. Sie ist nur ein abstracter und vager Allgemeinbegriff für Vorgänge, von deren wirklicher Natur man sich keine Rechenschaft gibt. Hier, bei dem Aufbau der Sinnestvorstellungen ist aber Gelegenheit gegeben, die Associationsvorgänge, die bei dem Walten der Einbildungskraft wirksam sind, unter ihren einfachsten Bedingungen zu analysiren.

Die umkehrbaren perspectivischen Täuschungen verdanken diese Bedeutung für das Studium der Associationen dem verhältnissmäßig weiten Spielraume, den bei ihnen die im Netzhautbilde gegebenen Motive der Gestaltung der Vorstellungen gewähren. Dies ist wesentlich anders bei den im Folgenden zu erörternden weiteren Formen geometrisch-optischer Täuschungen, bei denen die Bedingungen zur Entstehung bestimmter Vorstellungen fester begrenzt sind. Eben deshalb ist nun die Untersuchung dieser im allgemeinen eindeutig bestimmten Täuschungen von um so größerer Bedeutung für die Analyse der speciellen Prozesse der räumlichen Gesichtswahrnehmung.

2. Die variablen Strecken- und Richtungstäuschungen mit eindeutigen perspectivischen Nebenvorstellungen.

Da alle räumlichen Bestimmungen auf die Messung der Größe geradliniger Strecken und der Richtung gerader Linien im Raum oder der Größe der von solchen geraden Linien eingeschlossenen

Winkel zurückgeführt werden können, so lassen sich auch alle räumlichen Größentäuschungen des Gesichtssinnes in Streckentäuschungen und in Richtungs- oder Winkeltäuschungen unterscheiden. Täuschungen über die Größe von geraden Linien oder Winkeln lassen sich aber im allgemeinen nur dadurch als solche erkennen, dass wir eine gegebene Gerade oder einen gegebenen Winkel mit einer andern Geraden oder mit einem andern Winkel von bekannter objectiver Größe vergleichen; und eine solche Vergleichung begegnet wieder den einfachsten Bedingungen dann, wenn die den Vergleichungsmaßstab abgebende Größe objectiv der zu messenden gleich ist. Hiernach bezeichnen wir es als eine »Streckentäuschung«, wenn eine Strecke oder die ihr entsprechende gerade Linie größer oder kleiner erscheint als eine ihr objectiv gleiche Strecke. Eine »Richtungstäuschung« dagegen nennen wir es, wenn eine durch eine gerade Linie bestimmte Richtung von einer andern ihr objectiv gleichen abzuweichen scheint, oder wenn ein einen bestimmten Richtungsunterschied messender Winkel größer oder kleiner erscheint als ein anderer ihm objectiv gleicher Winkel. Wir wollen ferner diese Strecken- und Richtungstäuschungen »variabel« nennen, wenn die Größe der Täuschung durch die willkürliche Variation ihrer Bedingungen verändert und eventuell auf Null herabgesetzt oder in eine Täuschung von der entgegengesetzten Beschaffenheit übergeführt werden kann, im Gegensatze zu den nachher zu erörternden »constanten« Strecken- und Richtungstäuschungen, bei denen eine derartige willkürliche Variation nicht möglich ist.

Alle die so definirten variablen Strecken- und Richtungstäuschungen zeichnen sich durch das gemeinsame Merkmal aus, dass sie sich mit eindeutigen perspectivischen Nebenvorstellungen verbinden können und unter geeigneten Bedingungen der Beobachtung dies regelmäßig thun. Die perspectivischen Vorstellungen sind in diesem Falle »eindeutig« im Gegensatze zu den umkehrbaren Täuschungen, bei denen sie mindestens zweideutig und nicht selten in Folge des besonderen Einflusses gewisser Fixirstellungen sogar vierdeutig sein können. Die perspectivischen Vorstellungen sind hier außerdem »Nebenvorstellungen«, weil sie erstens unter bestimmten Bedingungen ganz verschwinden, und weil sich zweitens durch die Variation der Versuche nachweisen lässt, dass die perspectivische Täuschung insofern eine secundäre Bedeutung hat, als sie lediglich eine Folge der vor-

handenen Größen- oder Richtungstäuschung ist, nicht etwa umgekehrt diese aus jener abgeleitet werden kann.

Die regelmäßigen Erscheinungen der variablen Strecken- und Richtungstäuschungen lassen sich nun in folgende allgemeine Sätze zusammenfassen: 1) Ausgefüllte Strecken werden überschätzt gegenüber unausgefüllten, eingetheilte im Vergleich mit nicht eingetheilten. 2) Unbestimmt abgegrenzte Strecken werden überschätzt im Vergleich mit bestimmt abgegrenzten. 3) Kleine Richtungsunterschiede (spitze Winkel) werden überschätzt im Verhältniss zu großen (zu stumpfen Winkeln). 4) Jede Ueberschätzung einer Raumgröße, sei es einer geradlinigen Strecke oder eines Winkels, verbindet sich, wenn nicht bestimmte Hindernisse im Wege stehen, mit der perspectivischen Nebenvorstellung einer weiteren Entfernung des überschätzten Raumgebildes vom Auge. Hierzu ist noch zu bemerken, dass die Ueberschätzung spitzer Winkel wahrscheinlich nur der specielle Fall der relativen Ueberschätzung kleiner Größen überhaupt ist, einer Täuschung zu deren unmittelbarer Bestätigung in der Wahrnehmung jedoch Winkel wegen des auffallenderen Eindrucks gewisser Richtungsunterschiede im allgemeinen geeigneter sind als lineare Strecken. Endlich bedarf es wohl kaum der besonderen Bemerkung, dass die entsprechenden Täuschungen auch an Raumgebilden auftreten, die aus mehreren geraden Linien und Winkeln zusammengesetzt sind.

Die mittelst der experimentellen Variation der Bedingungen leicht vorzunehmende Analyse dieser Täuschungen ergibt, dass als die primäre Ursache derselben stets der Aufwand an Energie betrachtet werden kann, der bei der Blickbewegung über eine gegebene Strecke erforderlich ist, mag nun die Strecke wirklich durchlaufen werden oder bei fixirendem Blick einen entsprechenden Antrieb auf die Bewegungsinervation ausüben. Setzt man nämlich voraus, dass jede relativ größere actuelle oder in dem eben angeführten Sinne virtuelle Bewegungsenergie des Auges die bei der Blickbewegung durchmessene oder zu durchmessende Raumgröße ausgedehnter erscheinen lässt, so sind alle variablen Größentäuschungen aus den folgenden Sätzen abzuleiten: 1) Eine auf vorgezeichneter Bahn stattfindende Bewegung fordert mehr Bewegungsenergie als eine freie Bewegung; eine durch mehrfache Haltepunkte unterbrochene Bewegung mehr als eine ununterbrochene Bewegung. 2) Eine Bewegung ohne fest bestimmte

Endpunkte fordert mehr Bewegungsenergie als eine solche, die durch bestimmte Begrenzungen eingeschränkt, oder durch einen einzelnen Fixirpunkt inmitten der zu durchmessenden Strecke gehemmt wird.

3) Eine Bewegung von kleinerem Umfange fordert im Vergleich mit einer umfangreicheren relativ, d. h. im Verhältniss zur jedesmal durchmessenen Strecke, mehr Bewegungsenergie. Aus den beiden ersten Sätzen erklären sich im allgemeinen die Streckentäuschungen, aus dem dritten die Winkeltäuschungen. Zu beiden Täuschungen stehen sodann die perspectivischen Nebenvorstellungen in dem Verhältniss, dass diese die Täuschung mit den Eigenschaften des Netzhautbildes in Einklang bringen oder doch einer solchen Uebereinstimmung annähern. Dadurch bestätigen die Nebenvorstellungen indirect, was sich übrigens auch aus sonstigen Thatsachen ergibt, dass das Netzhautbild als solches an den Strecken- und Winkeltäuschungen nicht betheiligt ist. Rücksichtlich des Verhältnisses dieser beiden Bestandtheile der Täuschung zu einander gilt die Regel, dass, sofern die Bedingungen zur Entstehung perspectivischer Nebenvorstellungen überhaupt gegeben sind, diese bei starrer Fixation der Objecte am deutlichsten hervortreten, während umgekehrt bei bewegtem Blick die Größentäuschungen merklicher zu sein pflegen. Zugleich tritt aber auch bei starrer Fixation das compensatorische Verhältniss der perspectivischen Vorstellung zu jenen Täuschungen unmittelbar hervor. Bei günstiger Ausführung der Beobachtungen fasst man nämlich bei solchen Fixirversuchen die Bildgrößen der mit einander verglichenen objectiv gleichen Objecte als gleich, ihre wirklichen Größen aber in dem der Projection in verschiedene Entfernungen entsprechenden Verhältnisse als verschieden auf, so dass in diesem Falle zwar die Größentäuschung bestehen bleibt, jedoch durch die perspectivische Nebenvorstellung vollständig mit den Eigenschaften der Netzhautbilder in Einklang gebracht ist.

Indem ich rücksichtlich der näheren Analyse dieser Verhältnisse wiederum auf die angeführte ausführlichere Arbeit verweise, beschränke ich mich hier auf die Erläuterung der oben aufgestellten Sätze an den einfachsten Beispielen. An den drei Zeichnungen der Fig. 7 übersieht man zunächst alle wesentlichen Erscheinungen derjenigen Streckentäuschungen, die durch die Forderung fixirender oder freier, eingetheilter oder ununterbrochener Bewegung hervorgebracht werden.

In Fig. 7 *A* sind drei Strecken von gleicher Größe neben einander gezeichnet: eine einfache lineare Strecke, eine leere und eine mehrfach eingetheilte. Man sieht sofort, dass die leere Strecke unter ihnen als die kleinste erscheint, nach ihr kommt die einfache Gerade, am längsten erscheint die eingetheilte Linie. Mit dieser verglichen erscheint aber

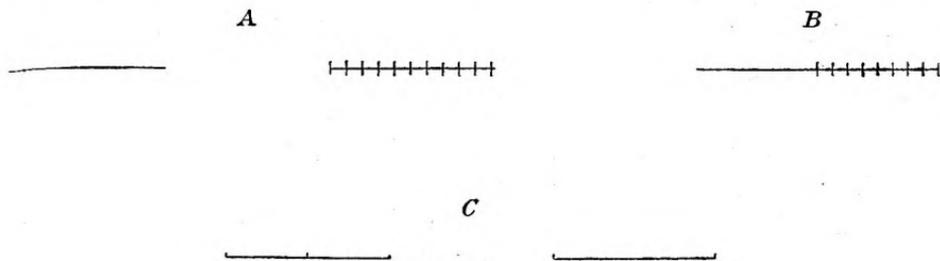


Fig. 7.

die nicht eingetheilte Linie zugleich als die dem Beschauer nähere, wie man namentlich bei starrer monocularer Fixation eines zwischen beiden gelegenen Punktes erkennt. Zuweilen gelingt es schon an dieser Figur bei solcher Fixation die Bildgröße beider Linien als gleich aufzufassen. Dass jedoch nicht, wie man hiernach möglicher Weise vermuthen könnte, diese Projection der eingetheilten Linie in größere Entfernung die Ursache der Größentäuschung ist, dagegen spricht die scheinbare Verkleinerung auch des leeren Zwischenraumes, bei dem gar kein Motiv vorliegt, ihn in eine bestimmte Tiefe zu verlegen. Näher noch zeigt das nämliche die Fig. 7 *B*, in der eine einzige Gerade in der Mitte getheilt und die eine Hälfte dann weiterhin in mehrere Stücke eingetheilt ist, die andere nicht, und wo nun die eingetheilte Hälfte größer erscheint als die nicht eingetheilte. Bei dieser Figur kommt wegen der unmittelbar ersichtlichen Zusammengehörigkeit der beiden Hälften die verschiedene Tiefenprojection ebenfalls nicht zu Stande: dieser Fall gehört also zu denen, bei welchen, wie oben bemerkt, bestimmte Motive die Entstehung perspectivischer Nebenvorstellungen verhindern; gleichwohl ist auch hier die Größentäuschung deutlich zu bemerken. Dass endlich nicht die im Netzhautbilde sich geltend machende Ausfüllung einer Strecke, wie mehrfach geglaubt wurde, sondern dass Motive der Blickbewegung die Größentäuschung verursachen, dafür bildet noch die Fig. 7 *C* einen Beleg. Sie besteht genau wie die Fig. 7 *A* aus drei

gleich großen Strecken, einer einfach linearen, einer leeren und einer eingetheilten: der Unterschied der letzteren von der eingetheilten Strecke in Fig. 7 *A* und *B* besteht nur darin, dass bloß ein einziger Theilpunkt beibehalten worden ist. Damit hat sich aber das scheinbare Größenverhältniss der drei Strecken völlig verändert: als die längste erscheint nun die einfach ausgezogene Linie rechts, dann kommt die leere Strecke, am kleinsten erscheint die durch den mittleren Theilpunkt gegliederte Strecke links. Als der Grund dieser Umkehrung drängt sich der subjectiven Beobachtung die wesentlich verschiedene Art der Blickbewegung auf, zu der diese Figur herausfordert: bei der Betrachtung der ausgezogenen Linie ist man geneigt, die ganze Linie mit dem Blick zu verfolgen, bei der Betrachtung der in der Mitte getheilten haftet der Blick an dem Theilpunkt, und man pflegt daher die Linie mit relativ ruhendem Blick aufzufassen. Für den secundären Charakter der perspectivischen Nebenvorstellungen spricht es endlich, dass sich auch diese im vorliegenden Fall umkehren: hier scheint nämlich bei starrer Fixation eines zwischen beiden gelegenen Punktes die ungetheilte Linie die fernere und die eingetheilte die nähere zu sein.

Die an den beiden Linien der Fig. 7 *C* zu beobachtenden Erscheinungen bilden zugleich einen Uebergang von diesen Streckentäuschungen durch Eintheilung zu denen, die durch verschiedene Begrenzung zu Stande kommen, und für welche die von Müller-Lyer zuerst beobachtete, in Fig. 8 wiedergegebene Größentäuschung das auffallendste Beispiel bietet. Von den beiden objectiv gleichen

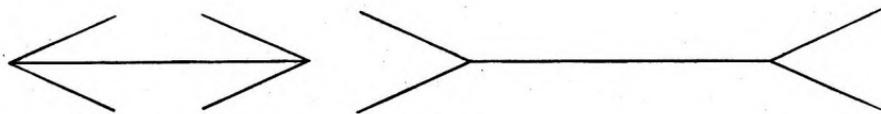


Fig. 8.

geraden Linien erscheint die links liegende mit den nach rückwärts laufenden schrägen Ansatzstücken viel kleiner als die rechts liegende, bei der die angesetzten schrägen Stücke im Sinne der Verlängerung der Linie selbst verlaufen. Hier wird der Blick bei der Durchmessung der Linie angetrieben über ihre Endpunkte hinauszuschweifen, dort wird er umgekehrt durch die Ansatzstücke festgehalten, analog

wie er in der einmal getheilten Linie *C* der Fig. 7 durch den mittleren Punkt festgehalten wird; und dieses Motiv wirkt, wie alle diese Blickmotive, nicht bloß bei wirklich bewegtem Blick, sondern auch auf das ruhende Auge, das überall, wie namentlich noch gewisse unten zu besprechende constante Täuschungen zeigen, Richtungen und Strecken nach Maßgabe seiner Bewegungen auffasst.

Bei der Täuschung der Figur 8 sind in Folge ihrer bedeutenden Größe die perspectivischen Nebenvorstellungen viel deutlicher als bei den Streckentäuschungen durch Eintheilung: die kleiner erscheinende Linie links erscheint näher, die größer erscheinende rechts ferner. Auch hier kann man aber diese Täuschung durch starre Fixation verstärken und, wenn man ein günstiges Lageverhältniss der Linien herstellt, die Gleichheit der Bildgröße zur unmittelbaren Anschauung bringen. Zu diesem Zweck zeichnet man am besten beide Linien horizontal so unter einander, dass ihre Endpunkte genau vertical über einander liegen, und fixirt dann einen zwischen beiden gelegenen Punkt. Es tritt jetzt die größer gesehene Linie weit in die Tiefe des Raumes zurück, und man sieht deutlich, wie die Endpunkte beider Linien ihrer Bildgröße nach zusammenfallen.

Zu diesen Erscheinungen der Streckentäuschungen bieten die Richtungs- oder Winkeltäuschungen ein durchaus paralleles Verhalten dar. Die einfachsten Grundformen derselben sind in Fig. 9 und 10

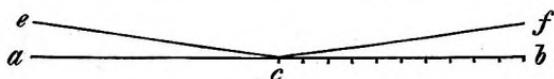


Fig. 9.

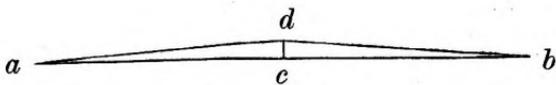


Fig. 10.

dargestellt. In Fig. 9 sieht man wegen der vergrößert erscheinenden spitzen Winkel die Gerade *ab* in dem Punkte *c* nach unten geknickt. In Fig. 10 scheinen wegen der entgegengesetzten Lage der spitzen Winkel die beiden Hälften *ac* und *cb* der Geraden *ab* in *c* etwas nach oben geknickt zu sein. So häufig auch schon seit Oppel, der diese Scheinvergrößerungen spitzer Winkel und kleiner Raumgrößen

überhaupt zuerst beobachtete, die vorliegenden Täuschungen beschrieben sind, so hat man doch die gerade bei ihnen höchst bezeichnenden perspectivischen Nebenvorstellungen bis jetzt nicht oder nur unvollständig beachtet, wahrscheinlich deshalb, weil auch sie nur bei starrer monocularer Fixation hervortreten. Bei Figur 9 besteht die perspectivische Vorstellung darin, dass sich die beiden Hälften ac und cb der Linie ab von c aus vom Beschauer nach der Tiefe des Raumes zu entfernen scheinen, so dass die Knickung ganz in die Tiefendimension verlegt wird und in der Projection auf die Ebene der Zeichnung verschwindet. Leicht lässt sich auch eine secundäre Wirkung dieser Perspective constatiren, wenn man, wie es in Fig. 9 geschehen ist, die Grundlinie oder eine ihrer Hälften von der Mitte c an in gleiche kleine Strecken eintheilt: dann erscheinen nämlich die c näheren Strecken kleiner als die ferneren, eine Größentäuschung, die sich in diesem Fall unmittelbar aus der angegebenen Perspective ergibt, da Strecken, die im Netzhautbilde gleich sind, als in Wirklichkeit kleinere Objecte erscheinen, wenn sie näher localisirt werden. Eine andere perspectivische Vorstellung gewinnt man bei starrer monocularer Fixation der Fig. 10: die Linie cd erscheint hier wie eine dem Auge zugekehrte convexe Kante, die zugleich mit ihrem oberen Ende d etwas gegen den Beschauer geneigt ist, während sich die Dreiecke cad und cbd nach der Tiefe des Raumes erstrecken. Bei dieser Perspective ist die Angleichung der Winkeltäuschungen an das Netzhautbild besonders deutlich, weil sie sich in zwei Eigenschaften der gesehenen Figur äußert. Durch die Projection der Winkel a und b in größere Entfernung wird nämlich die Vergrößerung dieser spitzen Winkel mit dem unveränderten Netzhautbilde derselben, und durch die Verlegung der in c stattfindenden Knickung der Linie ab in eine die Zeichnungsebene in ab schneidende Tiefenebene wird ebenso diese scheinbare Knickung mit dem geradlinigen Netzhautbilde der Linie in Einklang gebracht.

Von den mannigfachen auffallenden Täuschungen, die man durch mehrfache Wiederholung dieser Winkel motive gewinnen kann, seien hier nur wenige angeführt, bei denen die an Figur 9 und 10 wahrzunehmende compensatorische Bedeutung der perspectivischen Vorstellungen besonders deutlich ist. In Figur 11 scheinen, da die von den Punkten A und B aus gezogenen Strahlen mit der Ent-

fernung von der Mitte der Figur zunehmend spitzere Winkel mit den beiden parallelen Geraden ab und cd bilden, in Folge der Schein-

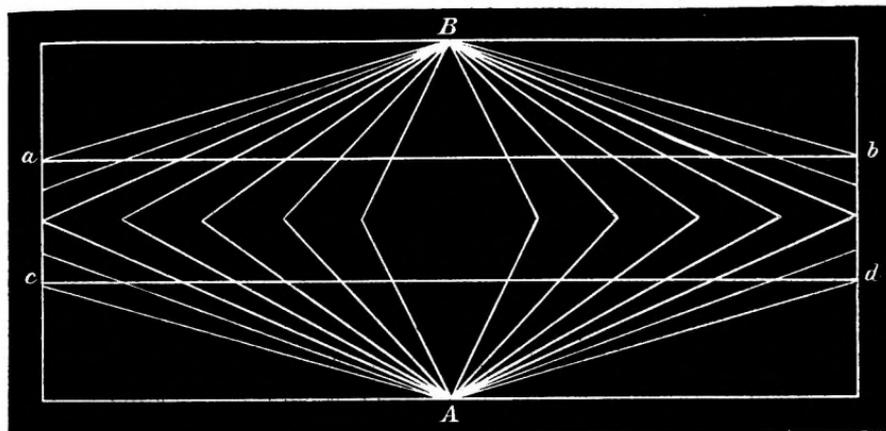


Fig. 11.

vergrößerung der spitzen Winkel die horizontalen Geraden selbst nach beiden Seiten von der Mitte der Figur aus zu divergiren. Bei dieser Figur wird wohl schon durch die an bekannte räumliche Darstellungen erinnernde Construction der beiden Strahlenbüschel die Entstehung einer perspectivischen Vorstellung begünstigt. In plastischer Lebendigkeit tritt aber diese auch hier erst ein, wenn man im monocularen Sehen einen in der Mitte der Figur gelegenen Punkt fixirt. Dann erscheinen die beiden parallelen Geraden wie ein um die Figur geschlungener Ring, der mit seiner convexen Mitte dem Beschauer zugekehrt ist, während er sich nach beiden Seiten in einem mit der Erstreckung in die Tiefe proportional zunehmenden Maße verbreitert. Noch auffallender tritt das nämliche Verhältniss an der in Fig. 12

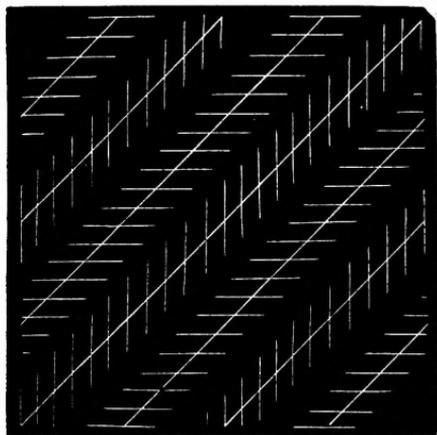


Fig. 12.

dargestellten Modification der sogenannten Zoellner'schen Täuschung hervor. Hier wirkt das Motiv der Vergrößerung der spitzen Winkel wegen der wechselnden Richtung der kurzen, die parallelen Geraden durchsetzenden Streifen von einem zum andern dieser Streifen jedesmal in entgegengesetzter Richtung ein, so dass, wenn man von oben links nach unten rechts die Figur verfolgt, zunächst die ersten beiden Linien nach oben, dann die zweite und dritte nach unten divergiren, hierauf die dritte und vierte wieder nach oben u. s. w. So lange man die Figur mit bewegtem Blick verfolgt, tritt zwar gelegentlich die Neigung auf, einzelne Linien perspectivisch zu sehen, doch kommt es im ganzen nicht zu einer deutlichen Perspective. Dies wird anders, sobald man die Figur in monocularer Fixation betrachtet: dann erscheinen alle Linien in die Tiefe sich erstreckend, und zwar derart, dass, wenn man wieder von links nach rechts geht, zunächst die oberste Linie links mit ihrem oberen, dann die zweite mit ihrem unteren Ende dem Beschauer näher liegt, hierauf die dritte wieder mit ihrem oberen u. s. w. Deutlich hat man dabei aber zugleich den Eindruck der gleichen Bildgröße, indem die scheinbare abwechselnde Convergenz und Divergenz der Linien ausschließlich auf ihre wechselnde Erstreckung nach der Tiefe des Raumes bezogen wird. Es ist unschwer zu sehen, dass auch hier wieder die so zu Stande kommende räumliche Vorstellung die einzig mögliche ist, bei der Netzhautbild und scheinbare Richtungsänderung der Linien mit einander in Einklang gebracht sind.

Da das Winkelmotiv in der in Fig. 11 und 12 verwendeten Form noch außerordentlich oft und manchmal in verdeckterer Weise zur Wirkung gelangt, so mögen hier noch einige hierher gehörige Beispiele erwähnt werden, bei denen die gleiche Täuschung in Folge von spitzen Winkeln beobachtet wird, die nur durch gewisse in der Construction der Figur gegebene Richtlinien angedeutet sind, weshalb gerade in diesem Fall der Zusammenhang mit den Winkeltäuschungen leicht übersehen werden kann. Für die Ueberleitung zu diesen Fällen ist die in Fig. 13 dargestellte Täuschung belehrend. Die über einander beschriebenen, einander objectiv vollkommen gleichenden Kreisbogen erscheinen nicht ganz gleich, sondern die unteren kleiner als die oberen. Zugleich ist man geneigt die Figur im entsprechenden Sinne perspectivisch zu sehen, indem die oberen Bogen weiter entfernt zu

sein scheinen als die unteren. Die Täuschung hängt offenbar damit zusammen, dass die Endpunkte der Bogen auf jeder Seite derart in einer verticalen geraden Linie liegen, dass, wenn man sich beide Gerade gezogen denkt, dieselben zu einander parallel sind. Dabei bilden nun aber die Bogen beiderseits mit ihrer Convexität spitze Winkel mit diesen Richtungslinien: in Folge dessen müssen die letzteren nach Maßgabe der in Figur 11 und 12 dargestellten Täuschungen nach oben divergirend erscheinen, was die scheinbare Vergrößerung der oberen Bogen und mit dieser die perspectivische Nebenvorstellung hervorbringt. Wenn man von dieser Figur ausgeht, so ergibt sich

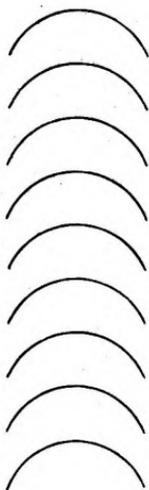


Fig. 13.

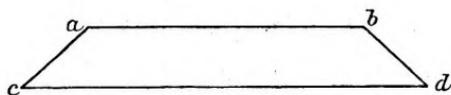
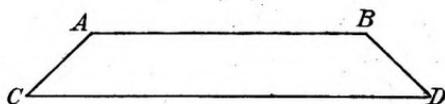


Fig. 14.

nun weiterhin die Interpretation der in Fig. 14 dargestellten Täuschung von selbst. Die beiden über einander gezeichneten Trapeze sind objectiv gleich, erscheinen aber ungleich, das obere größer als das untere, und dem entsprechend erscheint, namentlich bei starrer monocularer Fixation, das untere näher als das obere. Man sieht sofort, dass hier die über einander gelegenen Punkte A und a , C und c u. s. w. als zugehörig zu Richtungslinien erscheinen, die, ähnlich wie die in Fig. 13 die Endpunkte der Bogen verbindenden Richtungslinien, wegen der spitzen Winkel, welche die schrägen Linien AC und ac sowie BD und bd mit ihnen bilden, nach oben divergirend erscheinen müssen. Sind bei dieser Figur der Punkte, durch welche die Richtungslinien bestimmt werden,

auch weniger als bei der vorigen, so wiederholt sich dagegen das dort jederseits von der Mitte nur einmal gegebene Motiv hier zweimal, wodurch ebensowohl die Neigung zur Orientirung nach solchen Richtlinien wie die durch die letzteren bewirkte Täuschung verstärkt werden kann.

Angesichts der großen Regelmäßigkeit, mit der namentlich an die Richtungstäuschungen perspectivische Vorstellungen gebunden sind, könnte man zweifeln, ob nicht vielleicht hier das umgekehrte Causalverhältniss anzunehmen sei, da, wenn man die jedesmal stattfindende perspectivische Vorstellung als gegeben annimmt, dann eben in Folge der Beschaffenheit des Netzhautbildes die Richtungs- und Größentäuschung als nothwendige Folge sich ergeben müsste, gerade so gut, wie sich die perspectivische Täuschung aus der Richtungs- und Größentäuschung ableiten lässt. Aber erstens würde sich für eine primäre Neigung, gewisse Richtlinien in einer bestimmten und in keiner andern Weise perspectivisch zu sehen, kaum ein positiver Grund anführen lassen. Sollte jedoch nur überhaupt eine Tendenz zu körperlicher Wahrnehmung in Frage kommen, so würde eine bestimmte Form des Reliefs ebenso gut wie die entgegengesetzte erwartet werden können: die Täuschungen müssten also dann umkehrbare sein. Dass sie dies nicht sind, das erklärt sich nun vollständig, wenn man die perspectivische Täuschung als Folge, nicht als Ursache ansieht. Ueberdies tritt dafür noch der besondere Umstand ein, dass hier, ebenso wie bei den Streckentäuschungen, zwar die perspectivische Vorstellung, niemals aber die ihr zu Grunde liegende Richtungs- täuschung verschwinden kann. Wenn bei einzelnen dieser Täuschungen, z. B. bei Figur 12, von manchen Beobachtern behauptet worden ist, sie verminderten sich oder verschwänden sogar ganz bei starrer Fixation oder bei momentaner Erleuchtung durch den elektrischen Funken, so ist kaum zu bezweifeln, dass von solchen Beobachtern die Compensation der Täuschung durch perspectivische Nebenvorstellungen theilweise, jedoch nicht vollständig genug gesehen worden ist, um das Fortbestehen der Täuschung in Bezug auf die Auffassung der wirklichen Objecte zu erkennen.

Einen überzeugenden Beleg für die Richtigkeit dieser Auffassung bieten schließlich die an Figur 15 wahrzunehmenden Erscheinungen. Wenn man den schwarzen verticalen Streifen in Figur 15 A

fixirend auf- und abwärts verfolgt, so sieht man meist unmittelbar die Vergrößerung der spitzen Winkel, welche die den Streifen durchsetzende schräge Linie mit diesem bildet: es erscheinen nämlich die an den Streifen stoßenden Enden der schrägen Linie eingeknickt, so wie es in Fig. 15 *B* etwas übertrieben abgebildet ist. Verfolgt man aber statt des schwarzen Streifens die schräge Linie selbst mit fixirenden Bewegungen, so verschwinden diese Einknickungen: statt dessen ist man nun geneigt, die Schräge perspectivisch zu sehen, so, als wenn ihr unterer Theil dem Beschauer zugekehrt, ihr oberer von ihm weg nach der Tiefe des Raumes gerichtet wäre. Diese perspectivische Vorstellung wird dann noch plastischer, wenn man irgend einen Punkt der Zeichnung in monocularem Sehen fixirt. In diesen Erscheinungen tritt die secundäre Bedeutung der perspectivischen Vorstellungen schlagend hervor. So lange man die ganze Zeichnung auf die Ebene bezieht, tritt die Vergrößerung des spitzen Winkels als Knickung auf, da sich im weiteren Verlauf der schrägen Geraden deren wahre Richtung im Netzhautbilde geltend macht. Im Moment dagegen, wo man die Figur perspectivisch sieht, erscheint die Vergrößerung der Winkel als nothwendiger Bestandtheil der Tiefenvorstellung, die Knickung verschwindet daher, da die Angleichung an das Netzhautbild durch die Verlegung der Winkel in eine nach der Tiefe des Raumes gerichtete Ebene eingetreten ist¹⁾.

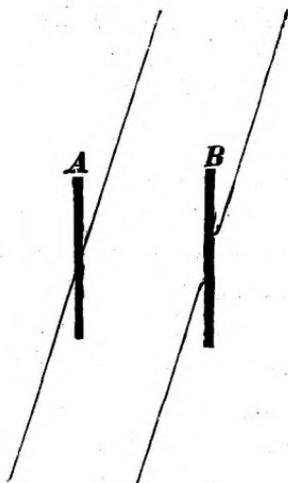


Fig. 15.

1) Man kann bei dem schwarzen Streifen der Fig. 15 auch an einen Einfluss der Irradiation denken. Die Täuschung ist aber auch noch zu bemerken, wenn man statt des schwarzen Streifens je zwei einander parallele feine Linien auf weißem Grunde zeichnet, wo an Irradiation nicht gedacht werden kann (vergl. Fig. 38, S. 123 meiner angef. Abhandl.). Allerdings ist die Täuschung bei dem schwarzen Streifen, wie in Fig. 15, etwas auffallender. Eine Mitwirkung der Irradiation ist also in der That nicht ausgeschlossen. Immerhin ist es dann für den secundären Charakter der perspectivischen Vorstellung nicht minder beweisend, wenn der durch primäre Winkelvergrößerung und Irradiationswirkung hervorgebrachte Effect durch die eintretende Perspective vollständig aufgehoben wird.

Erscheinungen, wie sie die Fig. 15 darbietet, sowie überhaupt die Beziehungen, die bei den Strecken- und Richtungstäuschungen zwischen den Erscheinungen bei bewegtem und bei fixirendem Blick hervortreten, würden an und für sich schon keine andere Deutung zulassen als die, dass die Bedingungen, die eine gegebene Form der Durchmessung mit bewegtem Blick darbietet, neben dem Netzhautbilde für die Entstehung der Täuschungen bestimmend sind. Beweisend für diese Auffassung ist aber namentlich die Thatsache, dass sich bei der zuvor betrachteten Classe der »umkehrbaren Täuschungen« in einer durch die isolirte Variirbarkeit der subjectiven Bedingungen vollkommen eindeutigen Weise die Blickbewegung als die ausschlaggebende Bedingung für die Auffassung räumlicher Formen ergab. Nun gilt weiterhin der für jene umkehrbaren Täuschungen hervorgehobene Satz, dass die sogenannte Täuschung nicht eine Zugabe zu einem zuvor unabhängig bestehenden Wahrnehmungsinhalte bildet, sondern dass sie selbst zu dem unmittelbaren Wahrnehmungsinhalte gehört, selbstverständlich gerade so gut für die variablen Strecken- und Richtungstäuschungen. Erwägt man dieses, so besteht der wichtige Ertrag, den die Untersuchung dieser Täuschungen mit eindeutigen perspectivischen Nebenvorstellungen dem allgemeinen Problem der räumlichen Gesichtswahrnehmungen entgegenbringt, darin, dass diese Wahrnehmungen im allgemeinen überall zwei Hilfsmittel erfordern: das durch die Gesetze der Lichtbrechung im Auge bestimmte Netzhautbild, und die durch die Gesetze der Blickbewegung bestimmte Auffassung des Gegenstandes, oder, wie wir nach der Analogie mit dem Netzhautbilde diese Auffassung kurz nennen wollen, das »Bewegungsbild des Auges«. Die räumliche Wahrnehmung ist im allgemeinen eine Resultante aus diesen beiden Factoren, von denen vorauszusetzen ist, dass niemals einer für sich allein das »Wahrnehmungsbild« des Gegenstandes erzeugt, weil eben beide in ihrem Zusammenwirken erst die Wahrnehmung constituiren. Darum ist der Ausdruck »Bild«, auf irgend eines jener Theilbilder allein angewandt, nur unter dem Vorbehalt zulässig, dass man darunter nicht das Wahrnehmungsbild selbst, sondern bloß einen der beiden Factoren versteht, aus deren Zusammenwirken dieses zu Stande kommt.

Unter bestimmten Bedingungen kann aber immerhin bald mehr der

eine bald mehr der andere dieser Factoren zur Geltung kommen. So überwiegt bei bewegtem Blick im ganzen der Einfluss des »Bewegungsbildes«, natürlich nicht ohne dass daneben das Netzhautbild für die allgemeine Auffassung der Form mitbestimmend wäre; doch können gewisse nur dem ersteren angehörige Eigenschaften, die dem Netzhautbilde widerstreiten, hier ohne weiteres in die Wahrnehmung übergehen. Bei fixirendem Blick dagegen kommt in Folge der genaueren simultanen Vergleichung bestimmter Bildstrecken das Netzhautbild zu stärkerer Mitwirkung; und indem zugleich die Motive, die bei bewegtem Blick die Auffassung der Zeichnungsebene erleichtern, verhältnissmäßig zurücktreten, kommt es vorzugsweise hier zu jenen perspectivischen Hülfsvorstellungen, die das Bewegungsbild und das Netzhautbild vollkommen mit einander in Einklang bringen können. Hierbei treten dann bei der Entstehung dieser Hülfsvorstellungen die nämlichen Gesetze der Assimilation mit ihren elementaren Angleichungs- und Verdrängungswirkungen auf, wie sie bei den umkehrbaren Täuschungen erörtert worden sind. In letzterer Beziehung bieten jedoch die vorliegenden Täuschungen, abgesehen von der in den gegebenen Verhältnissen des Bewegungsbildes begründeten eindeutigen Natur der perspectivischen Vorstellung, keine besondere Eigenthümlichkeit dar. Um so wichtiger ist das in jener Unterscheidung von Netzhautbild und Bewegungsbild angedeutete Ergebniss für das Problem der Entstehung räumlicher Gesichtswahrnehmungen überhaupt. Denn hier enthält dieses Ergebniss, wie mir scheint, den entscheidenden Beweis dafür, dass keine Theorie den Anforderungen der Erfahrung genügen kann, die eines der beiden Theilbilder ausschließlich berücksichtigt. Nicht aus dem Netzhautbilde, nicht aus dem Bewegungsbilde allein, sondern nur aus beiden in ihrer gesetzmäßigen Wechselwirkung können die Erscheinungen des räumlichen Sehens erklärt werden.

3. Die constanten Strecken- und Richtungstäuschungen.

Gegenüber den umkehrbaren und den variablen Täuschungen, die im Vorangegangenen besprochen worden sind, besitzen die constanten Täuschungen im ganzen ein untergeordnetes psychologisches Interesse. Sie bedürfen darum hier nur der Vollständigkeit dieser

Uebersicht wegen, und weil einige dieser Täuschungen immerhin auf den Zusammenhang der Bewegungsfunctionen und der Sehfunctionen des Auges ein bemerkenswerthes Licht werfen, einer kurzen Betrachtung. Dass überhaupt constante Täuschungen existiren, ist so zu sagen selbstverständlich. So wenig das Auge in dioptrischer Beziehung ein vollkommener Apparat ist, gerade so wenig ist es dies in motorischer Beziehung. Sobald man daher, wie es auf Grund der Untersuchung der umkehrbaren und der variablen Täuschungen geschehen muss, dem Begriff des »Bewegungsbildes« neben dem des Netzhautbildes seine Stellung einräumt, so werden von vornherein ebenso gut irgend welche Abweichungen in der Beschaffenheit des ersteren zu erwarten sein, wie solche bekanntermaßen in der des letzteren vorkommen. Die constanten geometrisch-optischen Täuschungen rücken dann vollkommen auf gleiche Linie mit den auf dioptrischem Wege, z. B. durch sphärische und chromatische Abweichungen oder durch Accomodationsmängel, eintretenden Täuschungen. Wie aber einige der hauptsächlichsten unter diesen dioptrischen Täuschungen durch den asymmetrischen optischen Bau des Auges bedingt sind, so ist wohl auch zu erwarten, dass die asymmetrische Anordnung des an den Functionen des Sehens offenbar ebenfalls beteiligten Muskelapparates nicht ohne Einfluss auf das Bewegungsbild und damit auf das resultirende Wahrnehmungsbild sein werde.

In der That gibt es eine constante optische Täuschung, von der es mir scheint, dass sie kaum eine andere Deutung zulässt als diese: sie besteht in der regelmäßigen Ueberschätzung verticaler gegenüber horizontalen geraden Linien oder der Verticaldimension aus geraden Linien zusammengesetzter Figuren gegenüber ihrer Horizontaldimension. Das regelmäßige Vorkommen dieser Täuschung in immer gleicher Richtung weist ebenso auf constante im Auge liegende Bedingungen hin, wie es einer Ableitung aus irgend welchen dioptrischen Abweichungen im Wege steht. Von den umkehrbaren und den variablen Täuschungen scheidet diese Täuschung zunächst ihre, dem allgemeinen Verhalten psychophysischer Constanten entsprechende individuelle Constanz und die verhältnissmäßig nur unerhebliche Breite der Schwankungen bei verschiedenen Individuen. Dazu kommt dann das gänzliche Fehlen perspectivischer Nebenvorstellungen, welches sich leicht daraus erklärt, dass eben wegen dieser Constanz eine variable

Anpassung des Bewegungsbildes an das Netzhautbild, wie es bei den variablen Täuschungen durch die Veränderlichkeit der Bedingungen gefordert ist, hier hinwegfällt, so dass sich in diesem Falle ein für allemal Netzhautbild und Bewegungsbild zu einem Wahrnehmungsbilde vereinigt haben, das die constanten Beziehungen beider Theilbilder zum Ausdruck bringt. Mit dieser Interpretation stimmt die physiologische Thatsache überein, dass wirklich der Bewegungsapparat des Auges in Bezug auf die Anordnung der das Auge nach auf- und abwärts und der dasselbe nach außen und innen bewegenden Muskeln die größten Abweichungen zeigt, Abweichungen zugleich in dem Sinne, dass in Folge der partiellen Gegenwirkung der Energie der Recti und der Obliqui bei der Auf- und Abwärtsbewegung ein größerer Aufwand von Muskelkräften zur Erzeugung einer Drehung von gleichem Umfange erforderlich ist, als bei der Aus- und Einwärtsbewegung. Entsprechend werden wir dann die kleineren constanten Streckentäuschungen in Bezug auf oben und unten, außen und innen, die in der Regel in dem Sinne stattfinden, dass nach auf- und auswärts gehende Raumstrecken überschätzt werden im Vergleich mit solchen, die nach abwärts und nach einwärts gehen, auf analoge kleinere Asymmetrien der motorischen Functionen in den entsprechenden Richtungen beziehen können. Dem kommt in diesem Falle noch der Umstand zu Hülfe, dass functionell zweifellos die Abwärts- gegenüber den Aufwärts- und die Einwärts- gegenüber den Auswärtsbewegungen bevorzugt sind, da die Augen in Folge der gewohnheitsmäßigen Beschaffenheit und Lage der Gesichtsobjecte vorzugsweise in der Einstellung auf abwärts gelegene nahe Fixirpunkte geübt sind¹⁾.

Ebenso weisen die constanten Richtungstäuschungen, die sich bei der Vergleichung von geraden Linien im Sehfelde theils bei bewegtem theils bei fixirendem Blick nachweisen lassen, auf constante Bedingungen der Blickbewegungen hin. So lässt sich vor allem die Erscheinung, dass im monocularen Sehen die scheinbare Verticale für jedes Auge mit ihrem oberen Ende um einen geringen Betrag (1 bis 3 Winkelgrade) nach außen geneigt ist, auf die durch den gewöhnlichen Verlauf der Fixationslinien im Sehfelde bestimmte Norm der

1) Näheres über diese constanten Streckentäuschungen vergl. in der angeführten Abhandl. S. 105 ff., dazu meine *Physiol. Psychol.* 4. Aufl. II. S. 113.

Blickbewegungen beziehen. Nach dieser pflegen sich die beiden Augen bei der Aufwärtsbewegung zugleich auf fernere, bei der Abwärtsbewegung auf nähere Punkte einzustellen, so dass Aufwärtsbewegung und verminderte Convergence, Abwärtsbewegung und verstärkte Convergence fest mit einander associirt sind, eine Association die auf die Anordnung und die Ausbildung der die Bewegungen beherrschenden Muskulatur zurückwirken musste.

Nicht minder tritt in einer zweiten constanten Richtungstäuschung dieser Zusammenhaug der Gesetze der Blickbewegung mit der regelmäßigen Orientirung im Sehfelde zu Tage. Dabei ist diese Täuschung besonders noch deshalb bemerkenswerth, weil sie augenfällig zeigt, dass jene Einflüsse, die oben als die des »Bewegungsbildes« bezeichnet wurden, durchaus nicht bloß bei bewegtem Auge wirksam sind, sondern sich auch bei fixirendem Blick in der Auffassung der

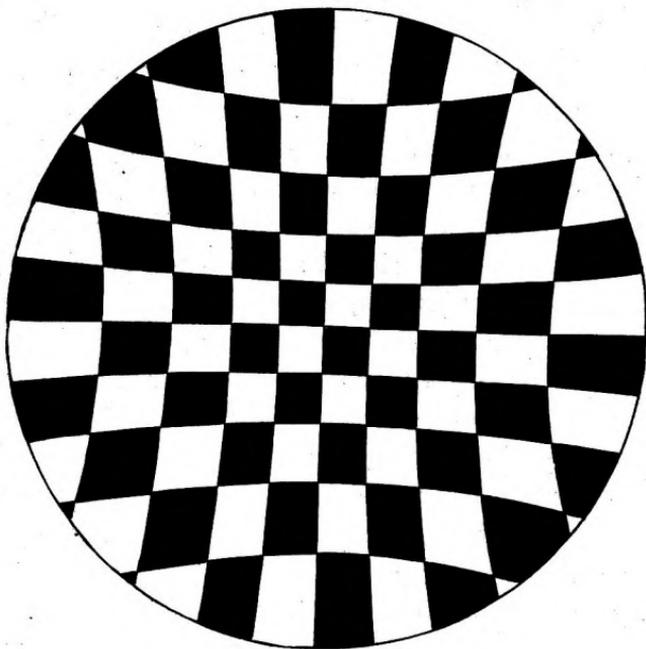


Fig. 16.

Raumverhältnisse des Sehfeldes geltend machen, ja dass sie unter Umständen, wenn nämlich die Blickbewegung Motive mit sich führt, welche die Täuschung aufheben, nur bei der Fixation beobachtet

werden. Eine solche constante Richtungstäuschung ist die nach ihrem ersten Entdecker so genannte von Recklinghausen'sche Täuschung. Sie besteht darin, dass bei starrer monocularer Fixation eines Punktes verticale und horizontale Linien im indirecten Sehfelde nur im mittleren Längs- und Querschnitt desselben vertical und horizontal, dagegen in allen andern Richtungen in geneigter Lage erscheinen, oder auch, dass in diesen andern Richtungen die scheinbar verticalen und horizontalen Linien in Wirklichkeit eine geneigte Lage haben müssen, in dem Sinne, in welchem dies die Fig. 16 darstellt, wobei die unter der Figur gezeichnete Linie der Fixationsdistanz proportional zu setzen, bei größerer Distanz also das darüber befindliche Schachbrettmuster im entsprechenden Maße vergrößert nachzubilden ist. Hier stimmen nun die Abweichungen der scheinbaren von der wirklichen Richtung dem Sinne und im allgemeinen auch der Größe nach mit denjenigen Richtungsänderungen überein, welche die zum Fixirpunkt senkrechten verticalen und horizontalen Linienelemente des Netzhautbildes bei der Ablenkung der Blicklinie in die betreffende seitliche Stellung in Folge der Projection des Bildes von der Netzhaut auf die Sehfeldebene erfahren würden. Mit andern Worten: bei starrer Fixation wird die Auffassung seitlicher Richtungen gleichzeitig durch das Netzhautbild und durch das »Bewegungsbild« des Auges bestimmt, dieses in dem oben ausgeführten Sinne genommen¹⁾.

Der Zusammenhang dieser constanten Richtungstäuschung mit den Gesetzen der Augenbewegungen ist ein so augenfälliger, dass sich in diesem Fall deren Einfluss auf das Wahrnehmungsbild eigentlich mit unmittelbarer Evidenz aufdrängt. Daneben ergibt sich aber aus den Bedingungen der Täuschung noch eine directe Bestätigung einer Folgerung, die bereits aus den variablen Täuschungen gezogen werden musste, der Folgerung nämlich, dass das Bewegungsbild nicht bloß bei bewegtem, sondern auch bei ruhendem Blick seinen Einfluss äußert, und dass daher die zuweilen aufgestellte Regel, eine Täuschung, die von der Bewegung des Auges herrühre, müsse bei starrer Fixation verschwinden, jedenfalls unrichtig ist, wie das übrigens schon die perspectivischen Nebenvorstellungen bei den variablen

1) Vergl. hierzu die Erläuterung dieser Täuschung durch Versuche mit Nachbildprojectionen in der angeführten Abhandl. Fig. 44 (S. 133 ff.) und Physiol. Psychol. 4. Aufl. II. S. 118, 129 ff.

Größentäuschungen, die nur aus einem solchen Fortwirken der Bewegungseinflüsse bei fixirendem Blick erklärlich sind, beweisen. Bei der von Recklinghausen'schen Richtungstäuschung ist nun das Verhältniss ein solches, dass die in den Bewegungsgesetzen des Auges begründete Täuschung sogar erst bei starrer Fixation entsteht. Dieser Fall ist jedoch insofern allerdings nicht ganz isolirt, als ja auch bei den variabeln Täuschungen die perspectivischen Nebenvorstellungen, die ebenfalls auf eine Mitwirkung des Bewegungsbildes bezogen werden müssen, erst bei fixirendem Blick auffallender werden. Immerhin sind diese Nebenvorstellungen zugleich Symptome einer stärkeren Geltendmachung des Netzhautbildes, gegenüber der die reinen Strecken- und Richtungstäuschungen mehr zurücktreten, weil sie eben in das perspectivische Bild aufgenommen, durch dasselbe, wenn wir uns den Associationsvorgang ins Logische übersetzt denken, in adäquater Weise interpretirt werden. Hier aber ist es ja umgekehrt gerade die Richtungstäuschung, die bei bewegtem Blick fehlt und bei fixirendem erst entsteht. Um diesen Gegensatz zu vollenden, kommt bei der vorliegenden Täuschung noch die weitere Erscheinung vor, dass sich beim plötzlichen Uebergang von starrer Fixation zur Bewegung gleichzeitig mit dem Verschwinden der Richtungstäuschung vorübergehend eine perspectivische Täuschung einstellt. Sie besteht darin, dass der soeben verlassene Fixirpunkt in größere Ferne als die von ihm ausgehenden Linien zu rücken scheint, und dass nun diese, die zuvor vertical und horizontal erschienen, jetzt wieder gebogen gesehen werden, wobei aber zugleich diese Biegung so aufgefasst wird, als wenn sich Linien, die in Wirklichkeit horizontal und vertical sind, nach der Tiefe des Raumes erstreckten. Diese vorübergehende Perspective hat demnach die Bedeutung einer wechselseitigen Compensation der im ersten Moment der Bewegung noch andauernden Richtungstäuschung und der nun zugleich deutlicher hervortretenden Neigungen der Linien im Netzhautbilde. Diese Compensation ist aber hier in anderem Sinne wirksam als bei den variabeln Täuschungen: denn bei den letzteren wird durch die Perspective das Bewegungsbild nach dem ruhenden Netzhautbilde, hier wird dasselbe nach den bei der Bewegung eintretenden Verschiebungen des Netzhautbildes berichtigt. Der Effect für das Wahrnehmungsbild ist dabei ein entgegengesetzter, indem das Relief hier von umgekehrter Beschaffenheit ist

als dort. Eine Correctur nach dem ruhenden Netzhautbilde müsste nämlich nothwendig bewirken, dass in dem Schachbrettmuster der Fig. 16 die mittleren Felder, weil sie objectiv kleiner sind, näher, und die seitlichen als die größeren ferner gesehen würden. In der That hat man während der starren Fixation der Figur diese Vorstellung; doch ist sie nur bei den seitlichsten, am meisten indirect gesehenen und darum undeutlichsten Feldern wahrzunehmen. Deshalb beobachtet man hier einen Wechsel des Reliefs beim Uebergang von der Fixation zur Bewegung. Die von Recklinghausen'sche Täuschung ist aber in Folge dieser Verhältnisse wohl die einzige constante Täuschung, bei der sich begleitende perspectivische Vorstellungen geltend machen. Trotzdem scheidet sie sich nicht nur durch den constanten, eben in bleibenden Functionsbedingungen begründeten Charakter der Täuschung, sondern auch durch die in dem angegebenen Sinne abweichenden Verhältnisse der perspectivischen Nebenvorstellungen durchaus von den variablen Richtungstäuschungen.

4. Die Associationstäuschungen.

Die Associationstäuschungen oder, wie sie oben nach ihren beiden Grundformen bezeichnet wurden, die Angleichungs- und die Contrasttäuschungen haben gegenüber den bisher erörterten drei Classen geometrisch-optischer Täuschungen in jeder Beziehung eine bloß secundäre Bedeutung. Erstens ist im ganzen seltener Anlass zu ihrer Entstehung gegeben; zweitens sind sie in der Regel unbedeutender; und drittens betheiligen sie sich, dem bei ihnen zur Verwendung kommenden engeren Associationsbegriff entsprechend, nicht bei dem Aufbau der einzelnen Wahrnehmungen, sondern beziehen sich immer erst auf das Verhältniss verschiedener Wahrnehmungsinhalte zu einander. Eben deshalb haben sie für das Wahrnehmungsproblem keine directe Wichtigkeit; dagegen sind sie für die Würdigung der Associationseinflüsse überhaupt von Interesse, und insofern es sich bei ihnen um allerdings gröbere, darum aber auch leichter zugängliche Totalwirkungen der Association handelt, erläutern sie zugleich die Wirksamkeit der weniger direct zu beobachtenden, als aus den Erscheinungen zu erschließenden elementaren Associationen, wie wir sie bei der Analyse der umkehrbaren Täuschungen kennen lernten.

Inbesondere sind die »Angleichungstäuschungen«, so geringfügig die Veränderungen zu sein pflegen, die sie verursachen, als im Großen sich darbietende Beispiele der in ihren elementaren Formen bei allen Wahrnehmungsassimilationen eine so wichtige Rolle spielenden Angleichungsprocesse von nicht geringem Interesse. Sie lehren uns gewissermaßen handgreiflich, dass solche Angleichungsprocesse, wie sie aus jenen Wahrnehmungsassimilationen gefolgert werden müssen, thatsächlich stattfinden, und dass sie sogar noch unter Bedingungen stattfinden können, die ihre Wirkung wegen der Unabhängigkeit der mit einander verglichenen Wahrnehmungsinhalte nothwendig erschweren. Die reinen Angleichungstäuschungen bestehen nämlich im allgemeinen darin, dass Objecte, die wenig verschieden sind, einander gleich erscheinen. Wegen des unabhängigen Bestehens der einzelnen Wahrnehmungsinhalte widersetzen sich aber diese der Angleichung, sobald die Grenze des ebenmerklichen Unterschieds irgend erheblich überschritten wird. Es kann sich also hier der Natur der Sache nach immer nur um Täuschungen von sehr geringem Betrage handeln. Der Charakter derselben als Täuschungen tritt darum in der Regel dann erst deutlich hervor, wenn das durch die Angleichung veränderte Object entweder mit einem gleichen, nicht veränderten Objecte oder aber mit einem andern, das im entgegengesetzten Sinne durch Angleichung verändert ist, verglichen wird. So erscheinen zwei lineare Strecken zwischen zwei andern eingeschlossen, die um einen minimalen Betrag größer oder kleiner sind, diesen gleich. Umgibt man daher eine Strecke mit zwei um einen minimalen Werth größeren, und in ihrer Nähe eine gleich große mit zwei minimal kleineren, so können die zwei objectiv gleichen Strecken im Sinne dieser verschiedenen Angleichung verschieden erscheinen. Dasselbe beobachtet man in noch etwas augenfälligerer Weise bei Winkeln, die man in entsprechender Weise construirt. Doch ist in allen diesen Fällen directer Angleichung der Grad der Täuschungen ein sehr geringer, und sobald man die kleinen Strecken- und Richtungsunterschiede, die zur Erzeugung der Angleichungserscheinungen geeignet sind, überschreitet, so pflegen diese plötzlich in ihr Gegentheil, in den Contrast, überzuspringen¹⁾.

1) Vergl. hierzu die in der angeführten Abhandlung mitgetheilten Beispiele Fig. 45 und Fig. 47, S. 140 f.

Etwas günstiger liegen die Bedingungen für die Beobachtung von Angleichungsassociationen, wenn man außerdem weitere Täuschungsursachen einwirken lässt, welche irgendwie die Entstehung der Angleichung begünstigen. Ein Beispiel einer solchen Complication bietet die Fig. 17. Sie ist in Wirklichkeit ein unvollständig beschriebener Kreis, an dem zwei Bogenstücke rechts und links von dem kleinen unteren Bogen weggelassen sind, so dass nur ein über die Hälfte des Kreisumfangs umfassender oberer Bogen und das kleine untere Bogenstück übrig blieben. Dieses letztere scheint nun außerhalb der Peripherie der oberen Kreislinie zu liegen, so als wenn es zu einem mit größerem Radius vom selben Mittelpunkte aus beschriebenen Kreise gehörte. Diese Täuschung besteht nun offenbar aus

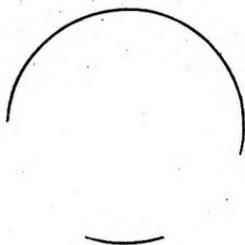


Fig. 17.

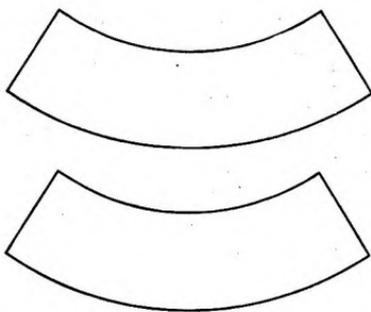


Fig. 18.

einer Größentäuschung und einer Angleichung. Zunächst wird nämlich das kleine Bogenstück im Verhältniss zum großen Bogen überschätzt, und dem entsprechend erscheint seine Krümmung geringer. Gleichwohl wird es dem nämlichen Mittelpunkte angeglichen, so dass es nun als außerhalb des größeren Kreisbogens liegend gesehen wird. Ist hier die Angleichung an den Kreismittelpunkt an sich eine richtige, nur mit den übrigen Eigenschaften, welche die Figur im Bewegungsbilde annimmt, im Widerspruche liegende, so verhält es sich umgekehrt bei der Fig. 18, bei der es sich ebenfalls um eine Angleichung an einen gemeinsamen Mittelpunkt handelt, der aber in diesem Fall in Wirklichkeit gar kein gemeinsamer ist. Zunächst enthält nämlich die Fig. 18, die aus zwei objectiv gleichen und einander parallel construirten Kreissegmenten besteht, eine Richtungs-
täuschung, die vollständig der bei den Trapezen in Fig. 14 (Seite 65)

wahrzunehmenden entspricht. In Folge dessen wird, wie dort das untere Trapez, so hier das untere Segment kleiner gesehen als das obere. Zugleich ist man aber geneigt, beide Segmente als zugehörig zu einem und demselben Kreis aufzufassen. Darum erscheint hier die Täuschung sehr viel größer als bei den Trapezen, wie sich noch durch verschiedene Modificationen des Versuchs direct erweisen lässt. Diese zeigen nämlich, dass, sobald man die Möglichkeit der Angleichung an einen gemeinsamen Mittelpunkt beseitigt, die Größe der Täuschung auf das bei den Trapezen beobachtete Maß herabsinkt¹⁾.

Die bei den früher besprochenen elementaren Assimilationswirkungen erwähnten Verdrängungserscheinungen lassen sich natürlich nicht in ähnlicher Weise wie die Angleichungsvorgänge auf Verhältnisse selbständiger Wahrnehmungsinhalte übertragen, es sei denn dass man jene Verdrängungen hierher rechnen will, die bei der Combination einander widerstreitender monocularer Bilder zu einer binocularen Wahrnehmung beobachtet werden, Erscheinungen die hier, weil bei ihnen zugleich die Wechselwirkungen der Netzhautempfindungen beider Augen in Frage kommen, nicht näher verfolgt werden sollen²⁾. Dagegen kommt eine andere Erscheinung vor, die innerhalb der complexen Wahrnehmungsphänomene einen ähnlichen Gegensatz zur Angleichung bildet wie bei den elementaren Associationen die Verdrängung: dies ist die Hebung der Unterschiede durch den Contrast. Ein solcher Contrast ist hinwiederum nur zwischen selbständig bestehenden Wahrnehmungsinhalten möglich, weil er, ebenso wie die complexen Angleichungsvorgänge, eine associative Wechselbeziehung verschiedener, also eventuell auch unabhängig von einander wahrzunehmender Objecte voraussetzt. Der so entstehende Contrast räumlicher Gesichtsobjecte entspricht in den ihm unterzuordnenden Erscheinungen, ebenso wie in seinen allgemeinen Bedingungen, vollständig dem Contrast auf andern Sinnesgebieten, insoweit er hier neben den für jeden Contrast geltenden psychologischen oder centralen Bedingungen nicht etwa, wie zweifellos der Licht- und Farbencontrast, gleichzeitig auch noch auf physiologischen Miterregungen beruht. Am nächsten steht der

1) Vergl. a. a. O. S. 154, Fig. 60.

2) Vergl. übrigens rücksichtlich der psychologischen Seite dieser binocularen oder stereoskopischen Verdrängungserscheinungen meine Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele, 3. Aufl. S. 207 ff. (Vorles. XIII.)

Raumcontrast in dieser Beziehung den Contrastphänomenen im Gebiete der zeitlichen Vorstellungen. Wie im allgemeinen eine kleine Zeitstrecke im Verhältniss zu einer unmittelbar vor- oder nachher einwirkenden erheblich größeren unterschätzt, und im Verhältniss zu einer erheblich kleineren überschätzt wird, so erscheint ein räumliches Gebilde größer, wenn man es mit einem viel kleineren, als wenn man es mit einem größeren vergleicht. So ist in Fig. 19 eine Strecke von objectiv gleicher Größe oben von zwei größeren, unten von zwei kleineren umgeben: demnach erscheint sie dort kleiner als hier.

Aehnlich erscheint ein Winkel von größeren Winkeln umgeben kleiner, von kleineren umgeben größer¹⁾.

Dass diese relativen Verkleinerungen und Vergrößerungen nicht auf irgend welchen peripheren physio-



Fig. 19.

logischen Wirkungen, sondern auf associativen Wechselwirkungen beruhen, kann man auch in diesem Falle leicht dadurch nachweisen, dass der Contrast verschwindet, wenn man die Objecte in eine Lage zu einander bringt, die eine directe Größenvergleiche möglich macht. So verschwindet z. B. die Contrasterscheinung der Fig. 19, wenn man die beiden zu vergleichenden kleinen Strecken direct über einander zeichnet, oder auch nur wenn man eine Anzahl gleicher Vergleichsstrecken zwischen ihnen anbringt, durch die eine successive oder simultane Vergleichung möglich wird. —

Für die Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen sind begrifflicher Weise die Associationstäuschungen, ebenso wie die Associationsvorgänge, auf die sie hinweisen, nur insofern von Interesse, als bei jeder concreten Wahrnehmung directe und reproductive Elemente zusammenwirken. Immerhin stehen die letzteren gegenüber den directen Einflüssen erst in zweiter Linie. Diesen directen Einflüssen, die besonders durch das Studium der umkehrbaren und der variablen Täuschungen dargelegt werden, und die wir oben vorläufig in den Begriffen »Netzhausbild« und »Bewegungsbild« zu fixiren versucht

1) Vergl. a. a. O. Fig. 48, S. 141.

haben, muss aber jede Theorie, falls sie Anspruch auf Uebereinstimmung mit der Erfahrung machen will, gerecht zu werden suchen.

IV. Die nativistische Theorie.

Als Helmholtz¹⁾ für die Gegensätze der Anschauungen, die sich bei der Erklärung der Gesichtswahrnehmungen geltend machen, die Namen der nativistischen und der empiristischen Theorie einfuhrte, waren diese Bezeichnungen zweifellos ein glücklicher Ausdruck der wesentlichsten Unterschiede der Theorien. Auf der einen Seite hatte sich in der von Johannes Müller aufgestellten Lehre von der unmittelbaren Raumempfindung jedes Netzhautpunktes und von der Identität der Netzhäute beider Augen, sowie in den verschiedenen Versuchen einer Weiterbildung dieser Lehre, die Ansicht, dass das räumliche Sehen eine angeborene Eigenschaft der »Sehsubstanz« sei, deutlich ausgeprägt. Auf der andern Seite entsprachen die Anschauungen, denen sich Helmholtz selbst zuneigte, durchaus dem Begriff der »Erfahrung«, wie ihn vornehmlich die englische Erfahrungsphilosophie ausgebildet hatte.

Aber wie in so manchen andern Fällen, so scheinen sich auch hier jene zur ersten kritischen Sichtung zweckdienlichen Bezeichnungen allmählich in Schlagwörter verwandelt zu haben, die die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Theorien eher zu verhüllen als zu erleuchten geeignet sind. So hat die nativistische Theorie gegenwärtig eine Gestalt gewonnen, bei der die Annahme angeborener Raumempfindungen nicht mehr ihr einziges, ja vielleicht nicht einmal ihr ausschlaggebendes Merkmal ist. Nicht minder lehrt eine nähere Analyse der sogenannten empiristischen Theorie, dass sie auf den Einfluss ursprünglicher, in der angeborenen Organisation begründeter Momente keineswegs verzichtet. Namentlich aber erscheint vom Standpunkte heutiger Erkenntniskritik aus ihr Begriff der »Erfahrung« als ein unklarer, mit inneren Widersprüchen behafteter, der darum auch zur Anwendung auf speciellere Probleme wenig geeignet ist.

Nun ist es nicht meine Absicht, hier in eine kritische Analyse der verschiedenen Hypothesen über die Entstehung der Gesichtswahr-

1) Physiol. Optik, 1. Aufl. S. 435.

nehmungen einzutreten. Eine solche Kritik würde, da sie eine eingehende Darstellung der Theorien selbst erforderte, ein sehr umfangreiches, sie würde aber auch im Hinblick auf den Zweck dieser Untersuchung ein überflüssiges Unternehmen sein. Denn dieser Zweck besteht darin, diejenige theoretische Anschauung über die Vorgänge der Gesichtswahrnehmungen zu entwickeln, die dem allgemeinen Stand unserer gegenwärtigen physiologischen und psychologischen Kenntnisse entspricht, und die sich speciell, wie mir scheint, bei der Interpretation der mannigfachen Erscheinungen geometrisch-optischer Täuschungen bewährt. Dass die nativistische und die empiristische Theorie diese Aufgabe heute nicht mehr erfüllen, das zu erweisen ist, wie ich glaube, eine Beleuchtung der leitenden Grundgedanken geeigneter als eine ausführliche Erörterung der einzelnen Probleme und ihrer Lösungsversuche. Immerhin werden die letzteren insofern auch für uns maßgebend bleiben, als selbstverständlich hier nur solche theoretische Ausführungen in Betracht kommen können, die wirklich und im wissenschaftlichen Sinne »Theorien«, also ernstlich bemüht sind, über den gesammten Zusammenhang der Gesichtswahrnehmungen Rechenschaft zu geben. Bloße Bekenntnisse zu theoretischen Anschauungen dagegen, die sich z. B. damit begnügen zu versichern, die »Raumempfindung« sei etwas ursprüngliches, neben Intensität und Qualität ein besonderer »Modus« gewisser Empfindungen, die sich aber im übrigen jedes näheren Eingehens auf die eigentlichen Probleme des räumlichen Sehens enthalten, — solche Behauptungen können füglich unberücksichtigt bleiben, da sich nun einmal über bloße Glaubensbekenntnisse nicht discutiren lässt. Unter den in dem angedeuteten Sinne wirklich ausgeführten Theorien können nun bei dem heutigen Stand der Wissenschaft als ausgesprochene Vertretungen des »Nativismus« und des »Empirismus« überhaupt nur zwei in Betracht kommen, auf die man denn auch jene von Helmholtz aufgestellten Begriffe vorzugsweise anzuwenden pflegt: das ist die auf der Grundlage der Müller'schen Identitätslehre entstandene Theorie von Hering¹⁾, und die unter Anlehnung an manche frühere unvoll-

1) Vergl. namentlich deren endgültige Fassung in Hermann's Handbuch der Physiologie, III, 1. S. 343 ff.

ständigere Versuche ausgeführte empiristische Theorie von Helmholtz¹⁾.

Die nativistische Theorie geht von den zwei sicherlich zutreffenden Thatsachen aus, dass wir erstens in unserer Erfahrung keine Gesichtsempfindung kennen, die nicht räumlich wäre, und dass zweitens das normale Sehen des Menschen von Anfang an ein doppeläugiges Sehen ist. Da wir nun bei diesem im allgemeinen, von gewissen Ausnahmefällen abgesehen, die Gegenstände einfach und mit körperlichen Eigenschaften ausgestattet sehen, so ergibt sich daraus von selbst als nächstes Problem: die Art der Zuordnung der Netzhautpunkte beider Augen zu einander und zum äußeren Raum zu bestimmen. Die Zuordnung der Netzhäute zu einander ist aber nach dieser Auffassung eine anatomische, d. h. in den ursprünglichen Lageverhältnissen der einzelnen Punkte begründete. Allerdings gilt heute nicht mehr die auf die rein anatomische Lagebeziehung gegründete Zuordnung Johannes Müller's, sondern es wird der oben (S. 71 f.) unter den optischen Täuschungen erwähnten Abweichung der scheinbaren Verticalen Rechnung getragen, wonach zwar je zwei einander zugeordnete Querschnitte einer Netzhaut in eine und dieselbe Ebene fallen, je zwei einander zugeordnete Längsschnitte aber in ihren oberen Hälften nach außen geneigt sind. Die Fläche, auf der die von correspondirenden Punkten der Längsschnitte aus gezogenen Richtungslinien sich schneiden, bildet so die »Kernfläche des Sehraums«, welche die ursprüngliche und natürliche Ordnung unserer Raumempfindungen enthält. Was vor ihr liegt wird näher als die Kernfläche, was hinter ihr liegt wird ferner als dieselbe empfunden, gleichgültig ob es einfach oder, was zumeist erst bei größerem Distanzunterschied eintritt, in Doppelbildern, im ersten Fall in gekreuzten, im zweiten in ungekreuzten, gesehen wird. Auch die Tiefe des Raumes ist also Inhalt unmittelbarer Empfindung; ebenso die gemeinsame Sehrichtung der Netzhautcentren, durch die der Fixpunkt als der Kernpunkt des Sehraums bestimmt wird.

Diese auf der ursprünglichen Zuordnung der Netzhautpunkte beruhenden Raumempfindungen können nun durch zwei psycho-

1) Physiologische Optik. 1. Aufl. S. 427 ff., 2. Aufl. S. 576 ff. Die 2. Auflage weist nur in den allgemeinen Erörterungen einige, übrigens für die Hauptfragen nicht wesentliche Zusätze auf.

logische Momente mannigfache Veränderungen erfahren: das erste dieser Momente ist die »Erfahrung«, das zweite die »Aufmerksamkeit« oder, was damit zusammenfällt, der »Wille«. Die Erfahrung vermittelt einerseits eine genauere Orientirung im Raume, namentlich bei den im allgemeinen sehr unsicheren Tiefenschätzungen; andererseits aber veranlasst sie uns überhaupt, gegenwärtige nach früheren Eindrücken zu beurtheilen: in diesem Sinne werden namentlich die meisten optischen Täuschungen auf durch die Erfahrung entstandene Gewohnheiten des perspectivischen Sehens zurückgeführt. Gegenüber diesem durchweg secundären Einflusse der Erfahrung kommt der »Aufmerksamkeit« eine mehr primäre Bedeutung zu. Sie ist es nämlich, die das einzige, was in dem System ursprünglicher Raumempfindungen noch nicht hinreichend bestimmt ist, fest bestimmt: das ist die Lage des Fixirpunktes und damit des ganzen Sehraums zum Sehenden. Wir haben eine ursprüngliche Empfindung der räumlichen Ausdehnung unseres eigenen Körpers, und wir besitzen die Fähigkeit, unsere Aufmerksamkeit beliebig in dem umgebenden Raume wandern zu lassen. Einer solchen Wanderung der Aufmerksamkeit folgt dann stets die Wanderung des Blickpunktes, und diese ist wieder von Bildveränderungen begleitet, die die Orientirung immer vollkommener machen. Als beweisend für diese primäre Bedeutung der Aufmerksamkeit werden gewisse pathologische Erfahrungen angesehen, nach denen bei Augenmuskellähmungen die Patienten die sonst nur durch bestimmte Blickbewegungen auszulösenden Aenderungen der absoluten Raumwerthe eintreten sehen, ohne dass doch in Wirklichkeit Blickbewegungen stattfinden. Hieraus folgert man, dass es überhaupt nicht die Augenstellung sei, welche die Localisirung des Fixationspunktes und damit den scheinbaren Ort des Objectes vermittele, sondern dass vielmehr die »Aufmerksamkeit« beides zugleich leite, die Localisirung des Fixationspunktes und die diesem entsprechende Augenstellung. Die Aufmerksamkeit selbst aber wird bei dieser fundamentalen Raumfunction als identisch mit dem »Willen« betrachtet¹⁾. »Der bloße Wille rechts zu blicken«, sagt Mach²⁾ im Sinne dieser Ausführungen, »gibt den Netzhautbildern an bestimmten Netzhautstellen einen größeren

1) Hering, a. a. O. S. 534 ff.

2) Mach, Beiträge zur Analyse der Empfindungen, S. 57.

Rechtswerth«. Daraus folgt, wie derselbe Autor bemerkt: »der Wille Blickbewegungen auszuführen oder die Innervation ist die Raumpfindung selbst«.

Jede Theorie der Gesichtswahrnehmungen, mag sie sich nativistisch oder empiristisch nennen, bedarf nun, da eine Sinneswahrnehmung weder ein bloß physischer noch ein rein psychischer, sondern ein aus beiden Factoren gemischter »psycho-physischer« Vorgang ist, ebensowohl physiologischer wie psychologischer Voraussetzungen. In der Beschaffenheit dieser beiderlei Voraussetzungen und in der Art, wie sie mit einander verbunden sind, liegen die charakteristischen Eigenschaften einer Theorie. Dass dem gegenüber die Frage, ob »angeboren« oder nicht, erst eine secundäre und vielleicht sogar eine höchst zweifelhafte Rolle spielt, zeigt die obige Skizze der Grundgedanken der »nativistischen Theorie« wohl hinlänglich. Ihr wesentlicher Charakter liegt vielmehr darin, dass sie als die physiologische Grundbedingung der Wahrnehmung die anatomische Anordnung und Zuordnung der Netzhautpunkte betrachtet, während sie auf psychologischer Seite der individuellen Erfahrung mannigfach modificirende, bald berichtigende bald auch irreführende Einflüsse zugesteht, zugleich aber den Willen (wir werden uns, da die Identität der Aufmerksamkeit mit ihm ausdrücklich betont wird, auf diesen Terminus beschränken können) als einen ähnlich primären Raumfactor auffasst wie die anatomische Anordnung der Netzhautpunkte. Denn es lässt sich nicht wohl annehmen, dass die »Kernfläche des Sehraums« oder irgend etwas vor ihr oder hinter ihr jemals gesehen werde, ohne dass jene zugleich irgendwo gesehen wird. Letzteres geschieht aber, wie wir gehört haben, durch den Willen, daher denn auch Mach ganz folgerichtig sagt: »Der Wille Blickbewegungen auszuführen ist die Raumpfindung selbst«. Wollten wir die Theorie in nativistische und empiristische Bestandtheile zerlegen, so würden daher die ersteren wieder in einen physiologischen, die Anordnung und Correspondenz der Netzhautelemente, und in einen psychologischen, das angeborene Willensvermögen, zu unterscheiden sein. Aber so klar sich von diesen primären Factoren die Erfahrungseinflüsse auf den ersten Blick als secundäre zu sondern scheinen, so erweist sich doch bei näherem Zusehen auch dieser Unterschied in jeder Hinsicht als ein fließender.

Dies zeigt sich in der That schon an demjenigen Bestandtheil der Theorie, der ihren nativistischen Charakter am deutlichsten zur Schau trägt, und auf den er daher auch hauptsächlich bezogen worden ist: an der Lehre von der unmittelbaren räumlichen Beziehung und binocularen Zuordnung der Netzhautpunkte. Bei Johannes Müller war diese noch eine rein anatomische gewesen: die »identischen« Punkte waren unmittelbar durch ihre anatomische Lage gegeben; sie konnten auch ohne Rücksicht auf eine etwaige physiologische Prüfung ihrer identischen Raumfunction aufgefunden werden. Dieser Identitätsbegriff Müller's ist jetzt aufgegeben, weil die Erscheinungen des Sehens dazu nöthigten. Als »correspondirend« gelten nicht mehr Punkte von identischer Lage in beiden Augen, sondern solche, die sich bei der physiologischen Functionsprüfung als »Deckstellen« erweisen; diese Deckstellen sind aber, wie wir gesehen haben, nicht Stellen von identischer Lage. Nun erweckt jene Neigung der scheinbaren Verticalen oder der »Längsschnitte« der Netzhaut unvermeidlich die Frage nach der Bedeutung dieser Abweichung von der vollkommenen anatomischen Symmetrie; und bei dem engen Zusammenhang zwischen Structur und Function, der uns überall im Organismus begegnet, wird man offenbar dazu gedrängt, jene Ursache in irgend welchen functionellen Verhältnissen zu suchen. Helmholtz hat dieselbe darin gesehen, dass in Folge einer solchen Neigung die in der Medianebene gelegene Horopterlinie in die Fußbodenfläche falle. Wir haben uns, da nach den bei andern Beobachtern ausgeführten Bestimmungen diese Beziehung sehr zweifelhaft ist, oben darauf beschränkt jene Asymmetrie zu bekannten Gesetzen der Augenbewegungen in Beziehung zu setzen, die ihrerseits wieder in dem Zusammenhang der Auf- und Abwärtsbewegung der Blickebene mit der Einstellung auf nahe und ferne Objecte eine naheliegende functionelle Erklärung finden. Wie dem aber auch sein möge, jedenfalls wird man geneigt sein, in dem erörterten Verhältniss nicht einen anatomischen Zufall, sondern den Ausdruck irgend einer functionellen Zweckmäßigkeit zu erblicken. Ist nun dies der Fall, so mag man vielleicht annehmen, dass die Zuordnung der Deckstellen nicht erst während des individuellen Lebens entstanden, sondern dass sie innerhalb der generellen Entwicklung mindestens bereits vorbereitet sei. Immerhin, irgend einmal muss sie, und zwar unter der Wirkung von Erfahrungsmotiven,

entstanden sein. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass die Anhänger des »Nativismus« selbst gerne bereit sind das zuzugeben. Was sie ausdrücklich bekämpfen, das ist in der That überall nur die Entstehung der primären Raumbeziehungen während des individuellen Lebens. Durch jenes Zugeständniss rücken dann aber auch sofort die in Wirklichkeit zugelassenen secundären Erfahrungseinflüsse in eine andere Beleuchtung. Sie treten jenen ursprünglichen Raumfunctionen nicht als völlig ungleichartige Vorgänge gegenüber, sondern es setzen sich in ihnen eigentlich nur Entwicklungsmotive fort, die bei den ersteren schon wirksam gewesen sind. Ja die Wahrscheinlichkeit ist dann nicht mehr abzuweisen, dass selbst an jenen constanten Raumfunctionen, die im allgemeinen von den specielleren, von Fall zu Fall wirkenden Erfahrungsmotiven unabhängig sind, die während des individuellen Lebens wirkenden dauernderen Einflüsse ihre Spuren zurückgelassen haben. Gerade die individuellen Schwankungen in der Abweichung der Deckstellen könnten ja hierauf bezogen werden. Wie man sieht, wird auf diese Weise der Unterschied zwischen Nativismus und Empirismus ein fließender. Der Nativismus wandelt sich so zu sagen in einen auf die generelle Entwicklung erweiterten Empirismus um, und da ein Glied innerhalb dieser Entwicklung immerhin auch das Individuum ist, so wird die Frage, inwieweit in den vererbten und angeborenen Functionen individuelle Abänderungen möglich seien, überall selbst erst durch die Erfahrung entschieden werden können.

Etwas anders verhält es sich mit jenem Bestandtheil der Theorie, der als ihr psychologischer Nativismus bezeichnet werden könnte. Nach diesem gibt es kein wirkliches Sehen, bei dem wir nicht die Sehdinge in irgend einer Richtung erblicken, durch die ihr Verhältniss zu unserem eigenen unmittelbar räumlich empfundenen Körper ausgedrückt werde: diese Richtungsbestimmung soll aber durch unsern »Willen« geschehen, der, weil es ohne solche Richtungsbestimmung keinen Raum gibt, von Mach consequenter Weise die »Raumempfindung selbst« genannt wird. Nun ist es klar, dass dieser psychologische Nativismus zunächst mit dem physiologischen der Netzhautelemente in einen schwer lösbaren Conflict tritt. Entweder gewinnen die letzteren die ihren Empfindungen anhaftende räumliche Eigenschaft erst dadurch, dass der Wille die Empfindungen irgendwohin localisirt:

dann ist ihre angeborene Raumfunction hinfällig, der Raum ist, wie es das obige Wort Mach's andeutet, ausschließlich eine Function des Willens und, weil der Wille eine ursprüngliche, selbst ohne jedes Empfindungssubstrat zu denkende Function ist (Muskelempfindungen werden ausdrücklich abgelehnt), eine sogenannte »reine Anschauung a priori«, in welche die Netzhautempfindungen eingetragen werden. Oder die räumliche Ordnung kommt, was allerdings mit den erwähnten Aeüßerungen über die Raumfunctionen des Willens kaum mehr übereinstimmen würde, überall nur durch ein Zusammenwirken des Willens mit den Netzhautempfindungen zu Stande: dann ist die Raumanschauung, da ein solches Zusammenwirken erst während des individuellen Lebens entstehen kann, selbst ein Product der individuellen Entwicklung, und der Boden der nativistischen Theorie ist gänzlich verlassen.

Zu diesen augenfälligen Schwierigkeiten kommt endlich, psychologisch betrachtet nicht als die geringste, der eigenthümliche Willensbegriff, dessen sich die Theorie bedient. Dieser die Richtungen im Raum bestimmende und die Blickbewegungen lenkende Wille ist ein reiner »Actus purus«: er besteht weder aus Empfindungen noch aus Gefühlen, er ist nichts als »reiner Wille«. Natürlich kann er darum auch in den verschiedenen Fällen seiner Wirksamkeit nicht einen verschiedenen Inhalt haben. Er ist also augenscheinlich nichts als ein abstracter Begriff. Es ist, darüber kann man sich nicht täuschen, das Willensvermögen der alten Vermögenspsychologie, das hier wieder aufersteht. Hier, wie überall, besteht aber der Fehler des Vermögensbegriffs darin, dass er lediglich eine Abstraction aus einer Anzahl concreter Vorgänge ist, und dass er dann nachträglich wie eine »Kraft« oder »Ursache« betrachtet wird, welche diese Vorgänge erklären soll. Darum ist die Behauptung, dass der »Wille« dies oder jenes zu Stande bringe, für uns heute gerade so nichtssagend, wie für den Physiker der Satz sein würde: »das thut die Elektrizität«. Uebrigens ist es merkwürdig, dass die nativistische Theorie, indem sie hier im Sinne der psychologischen Vermögenstheorie einen abstracten Begriff in eine wirkende Kraft umwandelt, ihrerseits nicht achtend an Organisationsbedingungen vorübergeht, die ebenso gut wie die Anordnung der Netzhautelemente angeborene sind. Die Beziehungen der Augenbewegungen zu den Netzhautindrücken sind

nach ihr während des Lebens unter der Lenkung der Aufmerksamkeit und des Willens entstanden, während doch gerade beim Auge ursprüngliche, rein physiologische Reflexverbindungen, wie zwischen den Irisbewegungen und den Lichteindrücken, so auch zwischen diesen und den Augenbewegungen existiren.

Die Mängel der nativistischen Theorie lassen sich demnach, wenn wir hier von den Einzelausführungen absehen, wesentlich auf drei Momente zurückführen. Erstens hält sie an der rein anatomischen Begründung des Müller'schen Identitätsprincips fest, obgleich der Versuch der Anpassung dieses Principis an die Erfahrung in der Nöthigung, den sogenannten »identischen Punkten« der Netzhaut die »Deckpunkte« zu substituiren, zwingend auf functionelle Motive hinweist. Zweitens arbeitet sie mit dem unhaltbaren Willensbegriff der Vermögenspsychologie, der hier, wie in so vielen andern Fällen, an die Stelle der wirklichen Analyse der Erscheinungen ein bloßes Wort treten lässt. Drittens schränkt sie, durch eben diesen falschen Vermögensbegriff verführt, das nativistische Princip einseitig und vollkommen willkürlich auf die sensorische Seite der Sehfunctionen ein, statt es in den ihm zukommenden berechtigten Grenzen auch auf die motorischen Functionen des Auges auszudehnen. Trotz dieser Mängel hat die nativistische Theorie ein nicht zu verkennendes Verdienst. Es besteht darin, dass sie, gegenüber einer einseitigen Ueberschätzung der während des individuellen Lebens einwirkenden Bedingungen der Wahrnehmungsprocesse, eindringlich, wenn auch in dem oben angedeuteten Sinne einseitig, auf die Bedeutung der ursprünglichen psychophysischen Organisation der Sinnesapparate hinweist.

V. Die empiristische Theorie.

Die empiristische Theorie geht von der allgemeinen methodologischen Regel aus, dass nichts in unsern Sinneswahrnehmungen als Empfindung anerkannt werden könne, »was durch Momente, die nachweisbar die Erfahrung gegeben hat, im Anschauungsbilde überwunden und in sein Gegentheil verkehrt werden kann«. Diese Regel ergibt, wenn man ihr folgt, dass »nur die Qualitäten der Empfindung als wirklich reine Empfindung zu betrachten sind«, dass also insbesondere die Raumanschauungen ein »Product der Erfahrung und

Einübung« sind¹⁾. Nun setzen aber Erfahrung und Einübung auf physiologischer Seite wiederholte Sinneseindrücke, auf psychologischer Gedächtniss, Aufmerksamkeit und namentlich Urtheils- und Schlussvermögen voraus, wenn sich auch das letztere bei der Anschauung nicht, wie beim Denken, in bewusster Weise, sondern in der Form unbewusster Urtheile und Schlüsse äußern soll. In solchen oft wiederholten unbewussten Denkopoperationen, zu denen uns die Eindrücke der Außenwelt veranlassen, wird demnach hauptsächlich das Wesen dessen gesehen, was wir »Erfahrung« und, angewandt auf die in der Anschauung zu Stande kommende Ordnung der Eindrücke, »Sinneswahrnehmung« nennen. Jene Denkopoperationen sind ihrer logischen Beschaffenheit nach »Inductionsschlüsse«, bei denen wir nach früheren Erfahrungen neue Eindrücke beurtheilen²⁾. Den Resultaten aller solcher auf Associationen beruhenden Schlüsse wird aber, eben weil sie nicht bewusste Denkacte sind, die Eigenschaft zugeschrieben, dass man ihren Inhalt nicht angeben könne, ohne das, was in ihm ausgesprochen ist, eigentlich schon vorauszusetzen. Ich kann immer nur sagen: »links ist etwas helles, weil ich es dort sehe«, oder: »wenn ich das Auge rechts drücke, so sehe ich links einen Schein« u. dergl., Urtheile in denen die durch die Wahrnehmung gewonnenen räumlichen Bestimmungen schon enthalten sind³⁾. Der vom Standpunkte der realistischen Welthypothese aus angenommenen Wirklichkeit gegenüber sind daher die Empfindungen »Zeichen«, die auf die Wirklichkeit hindeuten, nicht diese selbst. Indem aber in der Ordnung dieser Zeichen eine ebensolche Gesetzmäßigkeit herrscht, wie wir sie für die Wirklichkeit voraussetzen, soll jenes unbewusste Denken der sinnlichen Wahrnehmungen, ebenso wie die Welt außer uns, dem »Causalgesetz« folgen, das demnach »ein a priori gegebenes, ein transcendentales Gesetz« sei⁴⁾.

1) Helmholtz, Physiol. Optik. 2. Aufl. S. 611. Helmholtz sagt allerdings nur »die meisten Raumschauungen«. Da aber unmittelbar vorher der Inhalt der reinen Empfindung unbedingt auf die Qualitäten derselben eingeschränkt wird, so ist wohl die Raumschauung überhaupt gemeint.

2) »Analogieschlüsse« nennt sie darum auch Helmholtz ausdrücklich in der 1. Aufl. (S. 430). In der 2. Aufl. ist dieser Name hinweggelassen. Die Schilderung des bei den Sinneswahrnehmungen stattfindenden Schlussverfahrens ist aber im übrigen unverändert geblieben.

3) a. a. O. 2. Aufl. S. 582 f.

4) Ebenda, S. 594.

Von diesen allgemeinen Gesichtspunkten aus sucht die empiristische Theorie der Gesichtswahrnehmungen die speciellen Erfahrungsmotive aufzufinden, die der räumlichen Ordnung der Lichteindrücke zu Grunde liegen. Diese Motive müssen nach ihr, wie aus dem Verhältniss der Außendinge zu ihren Netzhautbildern und zu der Lage unseres Körpers und Kopfes hervorgehe, von dreierlei Art sein. Sie müssen bestehen: 1) aus Empfindungen, welche uns eine richtige Kenntniss der Stellung unseres Körpers und Kopfes gegen eine beliebig gewählte äußere Grundlage, z. B. den Fußboden, geben, 2) aus Empfindungen, welche uns ein Urtheil über die Stellung unserer Augen im Kopfe verschaffen, 3) aus Momenten der Empfindung, sogenannten Localzeichen, durch welche wir die Reizung einer bestimmten Netzhautstelle von der Reizung aller andern Netzhautstellen unterscheiden¹⁾. Unter diesen drei Erfahrungsmotiven ist uns das erste in den Tastempfindungen gegeben, das zweite in »Innervationsgefühlen«, welche theils die wirklichen Bewegungen und Stellungen, theils aber die bloß intendirten Bewegungen des Auges begleiten. Das dritte ist hypothetisch. Wie die Localzeichen beschaffen sind, wissen wir nicht, und es ist gleichgültig, ob wir eine regelmäßige oder eine beliebig unregelmäßige Vertheilung derselben über die Netzhautfläche annehmen. Da die Wahrnehmung der Stellungen unseres Körpers dem Gebiet des Tastsinnes zufällt, so kommen für die Gesichtswahrnehmungen als solche hauptsächlich das zweite und dritte Motiv in Betracht. Dabei vermitteln die Localzeichen die Wahrnehmung der räumlichen Ordnung der Objectpunkte, wie sie im Netzhautbilde sich darstellt; die Innervationsgefühle der Augenmuskelnerven aber vermitteln die Wahrnehmung der Stellung der Objecte zu unserem Körper, wobei die in Folge der Augenbewegungen eintretenden Verschiebungen der Bilder controllirend mitwirken²⁾. Beim binocularen Sehen verbinden sich dann die Innervationsgefühle beider Augen zur mittleren Sehrichtung, und wirken die durchgängig verschiedenen Localzeichen beider Augen zur Bildung stereoskopischer Wahrnehmungen zusammen, woran sich endlich die weiteren Erfahrungsmotive, wie sie in der zeichnerischen und malerischen Perspective nachzuweisen sind, anschließen. Die Sinnestäuschungen sind nach

1) a. a. O. 2. Aufl. S. 670.

2) Ebenda, S. 951.

dieser Auffassung, so weit sie nicht auf directer Veränderung des Netzhautbildes beruhen, wie beim Sehen durch Linsen, Prismen und dergl., als »Urtheilstäuschungen« zu betrachten, die durch einen ungewöhnlichen, der normalen Erfahrung nicht entsprechenden Gebrauch unserer Sinnesorgane entstehen¹⁾.

Bei der Kritik dieser Theorie darf zunächst nicht übersehen werden, dass die methodologische Regel, von der sie ausgeht, keineswegs als ein unbestreitbarer Satz gelten kann. Die Annahme, dass etwas, was durch Erfahrungseinflüsse verändert oder sogar in sein Gegentheil verkehrt wird, selbst erst durch Erfahrung entstanden sei, ist möglich, aber nicht logisch nothwendig. In der That haben wir gesehen, dass die nativistische Theorie ein ursprüngliches Raumbild voraussetzt, welches gleichwohl durch nachherige Erfahrungseinflüsse mancherlei Veränderungen erfahren könne. Mag diese Annahme durchführbar sein oder nicht, ein logischer Widerspruch liegt in ihr nicht. Man wird also höchstens die angegebene Regel als eine vorläufige heuristische Maxime gelten lassen können, die ihre Berechtigung erst durch ihre Brauchbarkeit zu erweisen hat. Nun zeigt sich aber, wenn man sich die drei oben angeführten Erfahrungsmotive vergegenwärtigt und ihrer Anwendung auf die speciellen Probleme nachgeht, dass in ihnen allen in der That schon irgend etwas Räumliches vorausgesetzt ist, das immer nur durch Erfahrungseinflüsse irgendwie modificirt werden kann. Von dem ersten Motiv, den Tastempfindungen, die uns eine Kenntniss der Stellung unseres Körpers verschaffen sollen, müssen wir hier absehen; denn, wenn auch nicht angegeben ist, wie diese Kenntniss ursprünglich entsteht, so kann man doch sagen, dies näher nachzuweisen sei ein Problem der Physiologie des Tastsinns, nicht des Gesichtssinnes. Aber das zweite und dritte Motiv, die sogenannten Innervationsgefühle der Augenmuskeln und die Localzeichen, gehören jedenfalls speciell in optisches Gebiet. Nun wollen wir auf die Frage, ob »Innervationsgefühle« von der hier vorausgesetzten Beschaffenheit überhaupt existiren, nicht näher eingehen. Aber setzen wir voraus, sie existirten als Empfindungen von irgend welcher Qualität, so ist nicht einzusehen, wie sich mit dieser Qualität die Vorstellung von

1) Ebenda, S. 948.

einer bestimmten Stellung des Auges verbinden soll, wenn sie nicht ursprünglich schon mit ihr verbunden war. Mögen sich die Innervationsgefühle noch so oft wiederholen, wir werden nie durch Erfahrung dazu kommen, sie auf die Stellung unserer Augen im Raum zu beziehen, wenn sie nicht selbst eben das, worin sie uns orientiren sollen, den Raum, schon enthalten. Genau ebenso verhält es sich aber mit den Localzeichen. Zugegeben, jeder Netzhautpunkt sei mit einer solchen hypothetischen Qualität ausgestattet, durch die sich seine Reizung unterscheide von der Reizung jedes andern Punktes: so lange diese Qualität, wie vorausgesetzt wird, eine »reine Empfindung« ist, bleibt gar nicht abzusehen, wie durch noch so häufige Wiederholung und Vergleichung die räumliche Eigenschaft in sie hineinkommen soll. Wo dieser Vorgang an Beispielen deutlich gemacht wird, da ist deshalb auch jener Anfang, der eigentlich erst die Möglichkeit zu allen folgenden Erfahrungen enthält, immer schon vorausgesetzt. »Wenn wir Erregung in denjenigen Nervenapparaten gefühlt haben, deren peripherische Enden an der rechten Seite beider Netzhäute liegen, so haben wir in millionenfach wiederholten Erfahrungen unseres ganzen Lebens gefunden, dass ein leuchtender Gegenstand nach unserer linken Seite hin vor uns lag. Wir mussten die Hand nach links hin erheben, um das Licht zu verdecken oder das leuchtende Object zu ergreifen, oder uns nach links hin bewegen, um uns ihm zu nähern«¹⁾. Das ist gewiss richtig; aber wie ist es gekommen, dass wir den Gegenstand überhaupt links sehen, oder dass wir nach links nach ihm griffen? Man könnte sagen: die erste dieser Thatsachen ist eben die Folge der zweiten; und es scheint das auch der Sinn der obigen Stelle zu sein. Man könnte sich denken, wir hätten erst ganz zufällig nach den allerverschiedensten Richtungen unsere Hand ausgestreckt, und dabei sei dann allmählich die wahre Richtung und Lage des Lichtes von uns entdeckt worden: Dabei würde sich aber doch höchstens eine Association zwischen einer bestimmten intensiven Tastempfindung und einer ebensolchen Lichtempfindung herstellen können. Dass wir die zuvor unräumliche Lichtempfindung nun an einen bestimmten Ort im Raum verlegten, würde nur dann möglich sein, wenn die Tastempfindungen die räumliche Eigenschaft schon ursprünglich

1) Helmholtz, a. a. O. S. 582.

enthielten. In der That scheint das auch die Ansicht von Helmholtz zu sein, denn er bemerkt: »die Anschauung der Raumverhältnisse und der Bewegung sind nicht nothwendig aus den Gesichtswahrnehmungen oder wenigstens nicht aus diesen allein herzuleiten, da sie bei Blindgeborenen ganz genau und vollständig auch unter Vermittlung des Tastsinns gewonnen werden, sie können also für unseren Zweck als gegeben vorausgesetzt werden«¹⁾. Dass die in diesen Worten angedeutete Möglichkeit, es könne etwa die räumliche Wahrnehmung irgendwie ein gemeinsames Product des Gesicht- und des Tastsinnes sein, uns hier nicht weiterhelfen würde, geht aus den obigen Erörterungen hervor: eine Vergleichung der Empfindungen beider Sinne würde immer erst dann zu einem räumlichen Resultat führen können, wenn einer von ihnen die räumliche Anschauung schon besäße. Dass der Tastsinn sie allein schon besitzt, wird übrigens ja auch ausdrücklich unter Berufung auf die Blindgeborenen zugestanden. Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass zuerst der Tastsinn räumliche Vorstellungen bilde, und dass dann der Gesichtssinn, durch empirische Motive veranlasst, seine Empfindungen gemäß diesen Vorstellungen ordne. Dieser Voraussetzung würde jedoch schon der Umstand im Wege stehen, dass wenigstens beim sehenden Menschen ein solcher Primat des Tastsinns nicht nachgewiesen werden kann. Hier scheinen sich beide Sinne gleichzeitig zu entwickeln und der Gesichtssinn sogar einen gewissen Vorsprung zu behaupten, da die Localisation der Tasteindrücke beim Sehenden und selbst noch beim Erblindeten zumeist unter Mitwirkung der Gesichtsvorstellungen zu Stande kommt²⁾. Aber selbst wenn man die Functionen des Tastsinns allgemein als die ursprünglicheren anerkennen wollte, so würde doch durch diese Berufung auf den Tastsinn das Problem eben nur weiter hinausgeschoben, aber nicht gelöst sein. Entweder verfügt der Tastsinn über ihm eigenthümliche Mittel, um seine Eindrücke räumlich zu ordnen: dann müssen diese Mittel nachgewiesen werden, um so mehr, da sie bei den die Wahrnehmung der Stellungen des Körpers und des Auges vermittelnden Tastempfindungen und »Innervationsgefühlen« sehr wesentlich auch in die

1) a. a. O. S. 947.

2) Vergl. meinen Grundriss der Psychologie, 2. Aufl. S. 123 ff.

Functionen des Sehens herübergreifen. Oder er verfügt über solche Mittel nicht, für den Tastsinn ist also die empiristische Theorie nicht zulässig. Dann ist sie offenbar auch für den Gesichtssinn in Frage gestellt, da man die Annahme, beide unserer Raumanschauung dienenden Sinne verhielten sich völlig abweichend bei der Bildung ihrer Wahrnehmungen, kaum wahrscheinlich finden wird.

Das Resultat ist also, dass die empiristische Theorie die in ihrer methodologischen Regel gestellte Aufgabe nicht gelöst hat. Sie hat trotz der Beihülfe verschiedener hypothetischer Elemente, wie der Innervationsgefühle und der Localzeichen, nicht im mindesten begrifflich gemacht, wie ein System an sich unräumlicher Empfindungen überhaupt räumliche Wahrnehmungen hervorbringen kann. Dieser Misserfolg ist, wie man wohl sagen darf, im letzten Grunde dadurch verschuldet, dass diese Theorie den der alten englischen Erfahrungsphilosophie entnommenen Satz, alles Wissen stamme aus der Erfahrung, unmittelbar auf die diesem Satze völlig unzugänglichen, weil in jenen Begriff der Erfahrung überhaupt nicht eingeschlossenen Thatsachen der Sinneswahrnehmung anzuwenden sucht. Freilich aber hat die neuere empiristische Theorie damit nur folgerichtig weiter geführt, was sich in der aus dem englischen Empirismus hervorgegangenen Psychologie bereits angebahnt hatte. Sie ist der letzte Schritt, in dem sich die von lange her vorbereitete Selbstauflösung dieser Entwicklung vollzieht.

Als John Locke den an sich freilich nicht neuen, aber von ihm doch mit eindringlicheren Argumenten gestützten Satz aufstellte, dass alles Wissen aus der Erfahrung komme, wandte er diesen Satz ebenso gut auf einfache Empfindungen wie auf zusammengesetzte Wahrnehmungen an. Aber er wandte ihn nicht oder doch nur in beschränktem Umfange auf das an, was zwischen beiden liegt: auf die Prozesse, durch die sich einfache Empfindungen zu zusammengesetzten Wahrnehmungen verbinden; und zwar deshalb, weil hier überhaupt die Probleme, welche die heutige Sinneslehre bewegen, für ihn noch nicht existirten, da ihm eine Menge von Vorstellungen, die wir heute als zusammengesetzte betrachten, noch für einfache Empfindungen galten. Insbesondere gehörten dazu die Raumvorstellungen. Sie sind ihm, wie die Empfindungen überhaupt, das Material, dessen sich die Erfahrung bemächtigt, und aus dem sie unsere Kennt-

niss der Dinge bildet; sie selbst sind aber gerade darum ein ursprünglicher Inhalt der Erfahrungserkenntniss. Schon in der Psychologie des 18. Jahrhunderts änderte sich einigermaßen diese Sachlage. Die Veränderlichkeit der Wahrnehmungsinhalte unter wechselnden objectiven wie subjectiven Verhältnissen führte zu der Ueberzeugung, dass manche Eigenschaften, wie z. B. die Vorstellung der Entfernung und der Größe der Objecte, keineswegs zum unveränderlichen Bestand der Empfindungen gehören. Da man aber neben diesem nur jene durch gedächtnismäßiges Anhäufen und logisches Vergleichen entstandene Beurtheilung des Wahrgenommenen kannte, die man eben »Erfahrungserkenntniss« nannte, so wurden nun solche besondere Bestandtheile der Wahrnehmung als Producte dieser Erfahrungserkenntniss oder, wie man jetzt, das Wort in einer engeren Bedeutung gebrauchend, auch sagte, der »Erfahrung« betrachtet. So bildete sich allmählich diejenige Anschauung aus, die in der deutschen Sinnesphysiologie dieses Jahrhunderts die herrschende wurde, und nach der die räumlichen »Flächenwahrnehmungen« zum ursprünglichen Empfindungsinhalt gehören, die »Tiefenwahrnehmungen« aber durch Erfahrung entstehen sollten. Diese zwiespältige Interpretation der Erscheinungen musste jedoch mit innerer Nothwendigkeit schließlich das Streben nach einer einheitlichen Auffassung erwecken. Ihr lagen dann zwei entgegengesetzte Wege offen: entweder konnte man versuchen, die ganze Raumschauung nach Fläche wie Tiefe wieder dem Thatbestand ursprünglicher Empfindungen einzuverleiben; oder man konnte nicht bloß einzelne Factoren der Raumschauung, sondern diese in allen ihren Bestandtheilen aus der Erfahrung abzuleiten suchen. So entstanden, als die geschichtlich nothwendigen Endglieder dieser Entwicklung, die nativistische und die empiristische Theorie.

Bei beiden Theorien ist nun aber ein Gesichtspunkt übersehen, der freilich auf dem Wege vorwiegend physiologischer Untersuchungen, aus denen jene Theorien hervorgegangen waren, nicht gefunden werden konnte, der jedoch bei der psychologischen Behandlung der Wahrnehmungsprobleme um so mehr in den Vordergrund treten musste, je mehr sich indessen der dem alten englischen Empirismus entstammende Begriff der »Erfahrung«, mit dem beide Theorien arbeiteten, auch von erkenntnistheoretischer Seite als ungenügend, überall der genaueren Bestimmungen und Abgrenzungen bedürftig erwiesen hatte.

Dieser Gesichtspunkt besteht darin, dass ein psychologischer Vorgang, der auf einem Zusammenwirken von Empfindungen beruht, und bei dem diese die Componenten neuer und eigenthümlicher psychischer Producte bilden, nicht nothwendig ein Process sogenannter »Erfahrung« zu sein braucht, ja sogar nur selten durch diesen Ausdruck auch nur nothdürftig nach seiner wirklichen Beschaffenheit angedeutet wird. Jede Sinneswahrnehmung bietet in jener Assimilation des Eindrucks durch eine meist unbestimmt große Anzahl reproductiver Elemente, wie sie uns bei den Sinnestäuschungen begegnet ist¹⁾, einen psychologischen Vorgang dar, welcher das entstehende Product als ein nicht ursprüngliches, sondern gewordenes, aber keineswegs als ein auf dem Wege der »Erfahrung« gewordenes erscheinen lässt. Es gibt eben zwischen der angeborenen und der durch Erfahrung vermittelten Beschaffenheit unserer Vorstellungen ein Mittleres: dieses Mittlere besteht in den ebensowohl in der physischen Organisation unserer peripheren und centralen Sinnesapparate wie in den allgemeinsten Eigenschaften unseres Bewusstseins begründeten Verschmelzungs- und Associationsvorgängen. Die Producte, die aus ihnen hervorgehen, können nicht angeborne Thatsachen genannt werden, weil sie eben überall auf solche Vorgänge und die veränderlichen Einflüsse, unter denen sie stehen, hinweisen. Sie können aber auch nicht Erfahrungsproducte genannt werden, weil die Erfahrung im eigentlichen Sinne überall bereits diese Producte voraussetzt.

Jener Hauptmangel der empiristischen Theorie, dass sie zwischen ursprünglichem und erfahrungsmäßig erworbenem Inhalt des Bewusstseins kein Mittleres kennt, verschuldet nun auch den eigenthümlichen erkenntnistheoretischen Nativismus, dem die empiristische Theorie, so sehr sie den Nativismus auf dem Gebiet der sinnlichen Anschauung zurückweist, anheimfällt. Wie und wo wir die Dinge sehen, das soll auf Erfahrungen beruhen. Aber wir würden nach der empiristischen Theorie solche Erfahrungen nicht machen können, wenn wir nicht das logische Denken und das Causalgesetz, aus dem jenes in allen seinen Anwendungen entspringt, von Anfang an in uns trügen. Diese Ansicht hält in den drei Behauptungen, die sie einschließt, einer unbefangenen Prüfung nicht Stand. Erstens sind unsere Wahrnehmungen

1) Vergl. oben S. 51 ff.

keine logischen Denkacte: weder bewusste noch unbewusste. Zu den letzteren werden sie erst, wenn wir unsere nachträgliche Reflexion über die Dinge in diese selber hineinragen. Zweitens ist das Causalgesetz kein Princip, auf das sich das logische Denken als solches zurückführen lässt, die Induction so wenig wie die Deduction; sondern es ist ein Princip, das sich überall auf Erfahrungsinhalte bezieht. Drittens ist es eben darum unmöglich, das Causalgesetz ein Princip a priori zu nennen, es sei denn dass man entweder Begriffe ohne Anschauungen für möglich hält, oder dass man wenigstens im Anschlusse an Kant die ursprünglichen Anschauungsformen, Raum und Zeit, gleichzeitig mit dem Causalbegriff für a priori gegeben hält. Das letztere wird aber ja gerade von der empiristischen Theorie wenigstens in Bezug auf den Raum gelehrt.

Der Gegensatz der nativistischen und der empiristischen Theorie beruht, wie wir sahen, auf der Alternative: entweder sind uns die Gesichtswahrnehmungen in ihren fundamentalen Eigenschaften angeboren, oder sie entstehen aus der Erfahrung. Lässt sich keine dieser Theorien widerspruchlos durchführen, und ist jene Alternative unhaltbar, weil sie eine dritte Möglichkeit übersieht, die Möglichkeit nämlich einer Entwicklung unserer Wahrnehmungen, die der eigentlichen Erfahrung vorausgeht, so werden nun von vornherein eben in dieser dritten Richtung die Grundlagen einer haltbaren Theorie zu suchen sein. Eine solche Theorie werden wir im allgemeinen als eine genetische bezeichnen können, weil sie jede Wahrnehmung als ein Gewordenes, nicht als ein ursprünglich Gegebenes ansieht. Indem sie an diesem Werden ebensowohl die generelle wie die individuelle Entwicklung theilnehmen lässt, trägt sie den ursprünglichen Organisationsbedingungen Rechnung, während sie zugleich den absoluten Gegensatz zwischen diesen und den individuellen Lebenseinflüssen beiseitigt. Die Begriffe des Nativismus und des Empirismus aber, innerhalb der diese Anschauungen vertretenden Theorien selbst schon durch die empiristischen Zugeständnisse der einen und durch die aprioristischen Hilfsbegriffe der andern zweifelhaft geworden, werden wir vom Standpunkte einer solchen genetischen Theorie aus besser gänzlich vermeiden. Sie werden ja in der That in ihrer einstigen Bedeutung in dem Augenblick von selbst hinfällig, wo die Alternative, auf der ihr Gegensatz beruht, nicht mehr aufrecht erhalten wird.

Da übrigens keine Theorie, die genetische so wenig wie die nativistische oder empiristische, hypothetischer Elemente entrathen kann, und da eben deshalb eine genetische Theorie vielleicht in verschiedener Form möglich ist, so scheint es mir am zweckmäßigsten, gerade diesen nicht zu vermeidenden hypothetischen Elementen die Bezeichnung der im Nachfolgenden zu erörternden Theorie zu entnehmen. Ich nenne sie daher die »Theorie der complexen Localzeichen«.

VI. Die Theorie der complexen Localzeichen.

1. Allgemeine Formen des Localzeichenbegriffs.

Der Begriff des »Localzeichens« hat, wenn man ihm nicht absichtlich einen engeren Sinn unterschiebt, der nicht im Worte liegt, eine sehr allgemeine, von jeder besonderen Theorie unabhängige Bedeutung. Denn er weist nur auf irgend ein Datum für unser Bewusstsein hin, das für die Localisation eines Eindrucks bestimmend sei, gleichgültig ob ein solches Datum ein ursprüngliches oder ein erworbenes, ob es empirisch nachweisbar oder bloß hypothetisch angenommen ist. In diesem allgemeinsten Sinne, in welchem auch im Folgenden der Begriff »Localzeichen« benutzt werden soll, arbeitet eigentlich jede Theorie, mag sie nun nativistisch, empiristisch oder genetisch geartet sein, mit diesem Begriff. So könnte z. B. bei der nativistischen Theorie Hering's die Disparation der Doppelbilder das Localzeichen der Tiefe, der Wille zu einer bestimmten Sehrichtung das Localzeichen des Fixationspunktes genannt werden u. s. w. Auch ist unter jedem Gesichtspunkte das Localzeichen eben deshalb ein nützlicher Hilfsbegriff, weil es die Bedeutung irgend eines beobachteten oder angenommenen Datums für die räumliche Ordnung der Empfindungen so kurz und zugleich so allgemein wie möglich bezeichnet. Hierin besteht ohne Frage das Verdienst, das sich Lotze durch die Einführung dieses Ausdrucks erworben hat. Gerade wegen der großen Allgemeinheit seiner Bedeutung ist es jedoch erforderlich, die verschiedenen Anwendungen, die der Begriff gefunden hat, sorgfältig aus einander zu halten. Thut man dies, so bieten dann auch die verschiedenen Definitionen und die abweichenden Begründungen

des Begriffs das einfachste Hilfsmittel dar, um die charakteristischen Unterschiede der Theorien und ihrer Motive hervorzuheben.

Suchen wir zunächst nach rein äußeren und formalen Merkmalen die verschiedenen Gestaltungen des Localzeichenbegriffs zu sondern, so lassen sich zwei solcher Gestaltungen einander gegenüberstellen: der Begriff des »einfachen« und der des »complexen Localzeichens«. Der Begriff des einfachen Localzeichens ist wieder in zwei Formen aufgetreten: in einer von allgemeinen metaphysischen Forderungen aus entwickelten bei Lotze, und in einer auf gewisse psychologische Voraussetzungen gegründeten in der empiristischen Theorie. Zu dem Begriff des »complexen Localzeichens« wird man dann geführt, wenn man anerkennt, dass jede Gesichtswahrnehmung das Product mehrerer, von einander verschiedener, jedoch in gesetzmäßiger Weise mit einander verbundener Empfindungsfactoren sei, da es in der That kaum eine Gesichtswahrnehmung gibt, bei deren Entstehung nicht mindestens der optische Apparat und der Bewegungsapparat des Auges vermöge der Beziehungen der sensorischen und motorischen Innervation zusammenwirken.

Hiernach können es wesentlich verschiedene Fragestellungen sein, die zu einer »Localzeichentheorie« Anlass geben. Die Frage, durch die Lotze zu der seinigen geführt wurde, war wesentlich eine metaphysische. Sie lautete: Ist es denkbar, dass ein hypothetisches Seelenwesen in uns unmittelbar und ohne weitere Hilfsmittel die Bilder auf der Netzhaut extensiv wahrnehme? Oder ist dies nicht denkbar, und muss ich deshalb der Seele Hilfsmittel zur Verfügung stellen, mittelst deren sie das Intensive in ein Extensives verwandle? Da er die erste dieser Fragen im allgemeinen verneinte, so ergab sich ihm ein »System von Localzeichen« als dasjenige hypothetische Hilfsmittel, welches zur Umwandlung der intensiven Empfindung in eine extensive Vorstellung ver helfe. Die Lösung des Problems der Raumanschauung wurde dabei ausdrücklich abgelehnt. Dass die Seele den Localzeichen eine extensive Bedeutung beilegt, geschieht vermöge einer ihr eingeborenen Fähigkeit. Die Localzeichen selbst sind Nervenprocesse, specifisch verschieden für die verschiedenen Punkte einer mit räumlicher Wahrnehmung begabten Sinnesfläche. An und für sich können aber diese Nervenprocesse auch nur intensive Empfindungen hervorbringen. Dass die Seele sie trotzdem nicht bloß

intensiv verschmilzt wie einen Zusammenklang von Tönen, sondern extensiv ordnet, haben wir als eine nicht weiter zu erklärende Tatsache hinzunehmen¹⁾).

Die Frage, die vom empirischen Standpunkte aus zur Aufstellung von Localzeichentheorien geführt hat, lautet dagegen: Steht die Annahme extensiver Netzhautempfindungen mit der Erfahrung im Einklang? — und, wenn dies nicht der Fall ist, welche weiteren Factoren müssen gemäß der Beobachtung zu den Netzhautempfindungen hinzutreten, damit diese auf bestimmte Punkte im Raum bezogen werden? Hier bleibt also die hypothetische »Seele« vollständig aus dem Spiel, und ob es denkbar sei oder nicht, dass unsere Haut- und Netzhautempfindungen neben ihrer Intensität und Qualität unmittelbar auch noch die Extensität als eine dritte Eigenschaft besitzen, bleibt vorerst ganz dahingestellt.

2. Die Muskelempfindungen des Auges als Localzeichen.

Alle Thatsachen, die wir bei der Analyse der geometrisch-optischen Täuschungen kennen lernten, vereinigen sich nun zu dem Schlusse, dass das Netzhautbild allein nicht genügt, um die Beschaffenheit unserer räumlichen Wahrnehmungen daraus abzuleiten. In der That sieht sich aber auch schon die nativistische Theorie genöthigt, neben den binocularen Netzhautbildern noch andere Motive herbeizuziehen²⁾. Da, wie bemerkt, das Auge ebensowohl Bewegungsorgan wie optischer Apparat ist, so würde es demnach offenbar, wenn man auf die Raumempfindung der Netzhaut verzichtet, das nächstliegende sein, dieselbe an die Bewegungen des Auges oder, um der Kürze halber den hierfür oft gebrauchten Ausdruck beizubehalten, an die »Muskelempfindungen« gebunden zu denken. Dies, in Verbindung mit dem

1) Lotze, Medicinische Psychologie. 1852. S. 325 ff. Eine belehrende Darlegung der philosophischen Motive der Theorie enthält namentlich Lotze's letzte Abhandlung über den Gegenstand, Revue philosophique, IV. 1877. S. 345. Eine kritische, im französischen Texte leider durch zahlreiche Druckfehler entstellte Besprechung dieser Abhandlung habe ich in derselben Zeitschrift VI, 1878. S. 217, veröffentlicht. Die obigen Ausführungen schließen sich zum Theil an diese Kritik an.

2) Siehe oben S. 83.

Streben, eine Beziehung zu den analogen Functionen des Tastorgans herzustellen, ist der Gedankengang, der zu den Hypothesen von Steinbuch, A. Bain u. A. geführt hat. Dass diese Hypothesen in ihrer ursprünglichen Gestalt nicht mehr aufrecht erhalten werden können, ist jedoch augenfällig, da wir, wie die Sehversuche beim elektrischen Funken oder am Tachistoskop lehren, auch bei ruhendem Auge räumliche Wahrnehmungen vollziehen können. Man musste sich also mit der bloßen »Tendenz zur Bewegung« begnügen. Nun darf man ja annehmen, dass irgend ein auf die Seitentheile der Netzhaut einwirkender Reiz einen Bewegungsantrieb erzeugt, der dahin gerichtet ist, den Reiz auf den Centralpunkt des Sehens überzuführen. Eine derartige Tendenz könnte, auch wenn sie, compensirt durch andere, in entgegengesetzter Richtung wirkende Energien, nicht zur actualen Bewegung führt, doch möglicher Weise von einer Empfindung begleitet sein, der unser Bewusstsein einen extensiven Werth beilegte. Damit ist man hinsichtlich der näheren Beschaffenheit der Localzeichen bei derjenigen Hypothese angelangt, die Lotze für das Localzeichensystem des Auges angedeutet hat¹⁾.

Aber sobald man diese Hypothese als eine solche betrachtet, welche die in der Beobachtung sich darbietenden Einflüsse zur Geltung bringen soll, so treten ihr mannigfache Schwierigkeiten entgegen. Zunächst ist es misslich, über die Eigenschaften der »Muskelempfindungen« an und für sich, wie sie unabhängig von irgend welchen begleitenden Sinnesempfindungen sind, eine Aussage zu machen. Mag uns auch vielleicht die Beobachtung zu lehren scheinen, dass sie von einförmiger Qualität und nur nach ihrer Intensität einer gewissen Gradabstufung fähig seien, — davon, ob sie außerdem die extensive Eigenschaft besitzen, kann uns die Erfahrung niemals unterrichten, weil sie niemals isolirt vorkommen. Die Vergleichung activer und passiver Bewegungen hilft in dieser Beziehung nichts, da es durch sie nur möglich wird, den Einfluss des Willens zu eliminiren. Denn daraus, dass bei den passiven Bewegungen die räumliche Auffassung der Lageänderung erhalten bleibt, darf man wohl schließen, dass der Wille den ihm manchmal zugeschriebenen Einfluss auf die Localisation vermuthlich nicht hat²⁾. Weiteres zu folgern würde aber kaum

1) Lotze, Med. Psychologie. S. 355 ff.

2) Vergl. oben S. 23, 48.

zulässig sein. Denn was uns in Wahrheit die Beobachtung allein lehrt, ist eben dieses, dass die Verbindung der Bewegung der Sinnesorgane mit den eigenthümlichen Sinnesempfindungen der letzteren, also der Bewegungen des Auges mit den Netzhautempfindungen, die extensive Vorstellung vermittelt.

Immerhin möchte man jene Hypothese von der Localzeichennatur der Bewegungsantriebe des Auges noch gelten lassen, wenn sie nicht genöthigt wäre, sich mit einer Hülfs-hypothese zu verbinden, die dem Verständniss ernstliche Schwierigkeiten bereitet. Nicht bloß an die Bewegung, sondern schon an das bloße Streben sie auszuführen sollen die extensiven Werthe gebunden sein. Dieses Streben, irgend einen seitlichen Punkt auf die Mitte der Netzhaut einzustellen, soll sich aber für einen solchen Punkt als eine extensive Empfindung bezogen auf den Mittelpunkt geltend machen. Irgend ein flächenhaftes Bild würde also von einer ungeheuren Summe von Bewegungstendenzen begleitet sein, durch deren Gesamtheit erst die subjective Reconstruction des Bildes ermöglicht würde. Nun macht es allerdings, wie wir sahen, die Beobachtung durchaus wahrscheinlich, dass ein Reflexmechanismus existire, durch den eine Einstellung der Centralgrube auf intensivere Lichteindrücke, die im Sehbereich auftreten, erfolgt¹⁾. Dass aber das Auge nicht bloß auf relativ starke Lichteindrücke, für die allein der Nachweis zu führen ist, sondern selbst auf dunkle Punkte und bei völlig gleichförmigem Sehfelde, wie nach dieser Theorie angenommen werden müsste, sich einzustellen strebe, und dass endlich eine ungeheure Summe solcher in extensive Empfindungen umgesetzter Bewegungstribe in unserem Bewusstsein vorhanden sei, — alles dies sind unbewiesene und unbeweisbare Hypothesen. Auch hat der Vorgang, der hier postulirt wird, in dem ganzen Gebiet psychologischer Erfahrungen kaum eine ihn irgendwie unterstützende Analogie.

3. Die Netzhautempfindungen als Localzeichen.

Versagen auf diese Weise die Bewegungsempfindungen und Bewegungstendenzen ihre Dienste, so liegt es nun aber nahe genug, den Localzeichen da ihre Stelle anzuweisen, wo die Physiologie des Sehens

1) Vergl. oben S. 25 f.

längst die Entstehung der Gesichtswahrnehmungen gesucht hat: in der Netzhaut selbst. Wenn jedem Netzhautpunkt ein Localzeichen beigegeben ist, das für alle Punkte, selbst für correspondirende beider Augen, verschieden angenommen wird, so wird sich das Netzhautbild unmittelbar mittelst dieser Localzeichen in seiner räumlichen Beschaffenheit zu erkennen geben. Nur die Auffassung der Sehrichtung ist dadurch noch nicht bestimmt. Es wird also nothwendig, für sie noch Muskelempfindungen in Anspruch zu nehmen, welche demnach, da sie ebenfalls die Bedeutung von Zeichen haben, die auf räumliche Verhältnisse hinweisen, als eine zweite Classe von Localzeichen angesehen werden können, wenn sie auch nicht so genannt werden. Damit sind wir bei demjenigen »Localzeichensystem« angelangt, dessen sich die empiristische Theorie in der ihr von Helmholtz gegebenen Gestalt bedient.

Diese Hypothese leidet jedoch nicht bloß an dem Uebelstand, dass sie zwei eng an einander gebundene Factoren der Raumanschauung, extensive Ordnung und Richtungsbestimmung, wie zwei völlig getrennte Functionen behandelt, sie bleibt auch bei den zwei Classen von Localzeichen, die sie annimmt, den Nachweis für ihre Behauptung schuldig, dass jedes Localzeichen ursprünglich eine bloße Qualität sei und erst durch Erfahrung seine räumliche Bedeutung empfangen. So geräth die Theorie in eine unhaltbare Lage. Entweder muss sie beiden Arten von Localzeichen einen ursprünglichen räumlichen Werth zuschreiben: dann tritt sie selbst zu der von ihr bekämpften nativistischen Theorie über, und die von dieser nicht überwundenen Schwierigkeiten, aus den angenommenen ursprünglichen Raumempfindungen die empirische Wahrnehmung abzuleiten, die alle jene Empfindungen zu variablen, fortwährend von wechselnden Erfahrungseinflüssen bestimmbaren Größen macht, erneuern sich auch bei ihr. Oder sie muss auf den Tastsinn zurückgreifen, dessen zuvor ausgebildete Wahrnehmungen die Localisation der Lichtempfindungen vermitteln sollen, eine Ausflucht die nicht nur das Problem als solches ungelöst lässt, sondern auch, für den Menschen wenigstens, der Erfahrung widerspricht¹⁾.

1) Vergl. oben S. 93.

4. Allgemeine Voraussetzungen der Theorie der complexen Localzeichen.

Diesen Schwierigkeiten entgeht die »Theorie der complexen Localzeichen« von vornherein dadurch, dass sie zunächst die Frage, ob angeboren oder empirisch erworben, völlig auf sich beruhen lässt, oder, wenn man will, gleichzeitig gegen den Nativismus und gegen den Empirismus entscheidet. Denn indem sie jede räumliche Wahrnehmung auf Associationsvorgänge zurückführt, die durch Empfindungseindrücke entstehen, betrachtet sie die Wahrnehmung einerseits als ein Entwicklungsproduct, nicht als ein angeborenes Besitzthum, andererseits aber zugleich als einen Inhalt des Bewusstseins, der dem, was wir dem geläufigen Begriffe nach Erfahrung nennen, vorausgeht, weil er überhaupt erst Erfahrung möglich macht.

Sodann bringt die Theorie der complexen Localzeichen unmittelbar die Thatsache zum Ausdruck, dass das Sehorgan Empfindungs- und Bewegungsorgan zugleich ist, indem sie die Gesichtswahrnehmung durchaus als ein gemeinsames Product dieser beiden Functionsrichtungen betrachtet. Indem sie aber das thut, wird sie zugleich der schlimmen Alternative der empiristischen Theorie enthoben, entweder die Localzeichen selbst als Raumempfindungen zu deuten, oder ihre Leistung hypothetisch der eines andern, mit seiner ganzen Anschauungsform bereits als gegeben vorausgesetzten Sinnes aufbürden zu müssen.

Indem die Theorie der complexen Localzeichen einerseits qualitative Unterschiede der Netzhautempfindungen, die vom Ort des Eindrucks abhängen, und andererseits intensive Gradabstufungen der die Bewegungen und Stellungen des Auges begleitenden Spannungsempfindungen voraussetzt, die beide in Folge der Reflexbeziehungen zum Netzhautcentrum in gesetzmäßigen Verbindungen mit einander stehen, kann sie endlich ohne Schwierigkeit über die Thatsache Rechenschaft geben, dass die ursprünglich mittelst des bewegten Auges erworbenen Vorstellungen auch für das ruhende bestehen bleiben, und dass, wie zahlreiche Erfahrungen lehren, die Wirkungen des Bewegungsmechanismus auch noch bei starr fixirendem Blick zu erkennen sind. Denn auch hier ordnen sich die Verbindungen der Netzhautlocalzeichen und der Spannungsempfindungen unter die bekannten

Fälle psychologischer Association. Der Reflexverbindung zwischen Netzhautreizung und Augenbewegung bedarf man aber in nicht weiterem Umfange, als sie wirklich in der Beobachtung nachweisbar ist, da sich die auf diesem Reflexmechanismus beruhende Beziehung zum Netzhautcentrum, nachdem sie erst einmal durch einzelne Reflexwirkungen entstanden ist, durch Association befestigen und so vor allen andern möglichen Beziehungen zwischen den Gliedern beider Localzeichensysteme den Vorrang gewinnen muss.

Auf diese Weise bringt die Theorie der complexen Localzeichen im allgemeinen nur die Erfahrung, dass extensive Wahrnehmungen stets durch das Zusammenwirken von Bewegungen mit Sinnesempfindungen entstehen, zu einem theoretischen Ausdruck, während sie zugleich der in die mannigfachsten Schwierigkeiten und Widersprüche verwickelnden Nothwendigkeit entgeht, irgend einem jener Factoren allein, sei es den Sinnesempfindungen, sei es den Spannungsempfindungen, schon die extensive Eigenschaft zuschreiben zu müssen.

5. Empirische Grundlagen für die Annahme complexer Localzeichen.

Dagegen erhebt sich die Frage, ob die in dieser Theorie vorausgesetzten verschiedenen Localzeichen wirklich als qualitative Empfindungsinhalte nachzuweisen, oder ob sie bloß hypothetisch angenommen seien. Hinsichtlich der »Spannungs-« oder »inneren Tastempfindungen« des Augapfels ist die Frage bereits bei Gelegenheit der »Convergenzversuche« erörtert worden¹⁾. Als Resultat der dort angestellten Erwägungen ergab sich, dass die bei starker Ablenkung der Gesichtslinie unmittelbar subjectiv wahrzunehmenden Empfindungen nach dem Ergebniss der Convergenzversuche in geringer Intensität bei sehr kleinen Bewegungen schon vorauszusetzen seien. Dass es sich aber hierbei nicht um eine bloße Wahrnehmung von Willensimpulsen, sondern um eine solche von Empfindungen handle, wurde schon durch die Ergebnisse der Versuche über passive Gelenkbewegungen wahrscheinlich gemacht und sodann vor allem durch die

1) Vergl. oben S. 22 ff.

Beobachtungen bei den »umkehrbaren geometrisch-optischen Täuschungen« auch für den Gesichtssinn zur Gewissheit erhoben¹⁾.

Unsicherer steht es mit den angenommenen qualitativen Localzeichen der Netzhaut. Zwar sind bekanntlich in größeren Abständen locale Unterschiede der Netzhautempfindungen nachzuweisen. Aber da sich in diesem Fall Rückschlüsse aus anderweitigen Erfahrungen auf minimale Unterschiede nicht machen lassen, so kann man zweifeln, ob jene Unterschiede im Sinne unserer Hypothese zu verwerthen seien. Immerhin kann die verhältnissmäßige Geringfügigkeit dieser localen Unterschiede, sowie der Umstand, dass sie nur bei der Einwirkung gewisser Farbeindrücke nachweisbar sind, an und für sich keinen Einwand gegen eine solche Verwerthung begründen. Denn wir müssen ja offenbar auch hier, ähnlich wie bei der Unterscheidung sehr kleiner Bewegungen, die Thatsache mit in Rechnung bringen, dass kleine Unterschiede der Empfindung nicht unmittelbar als solche, sondern erst durch die an sie gebundenen Beziehungen der Wahrnehmung einen Werth für unser Bewusstsein gewinnen. Eine derartige weitere Beziehung ist aber in diesem Falle die der Localisation. Darum entgehen uns gewöhnlich selbst solche qualitative Unterschiede, die verhältnissmäßig bedeutend und leicht nachzuweisen sind. Wenn wir eine gleichförmig gefärbte Fläche betrachten, so erscheint sie uns bekanntlich in allen ihren Theilen gleichförmig gefärbt; erst wenn wir getrennte Objecte von gleicher Beschaffenheit im directen und indirecten Sehen sorgfältig vergleichen, überzeugen wir uns von der verschiedenen qualitativen Färbung der Empfindungen.

Wenn nach allem dem die Annahme, welche die extensive Vorstellung erst aus dem Zusammenwirken der Spannungsempfindungen des Auges und der Sinnesempfindungen der Netzhaut hervorgehen lässt, sich nicht nur am unmittelbarsten an die Erfahrung anschließt, sondern auch keine absolut unerweisbaren Hilfsannahmen nöthig macht, so tritt nun dazu noch als ein wesentliches Moment, dass auch im Einzelnen Widersprüche, in die sich die Systeme der einfachen Localzeichen fortwährend verwickeln, hier nicht vorhanden sind.

1) Vergl. oben S. 47 ff.

Wären es z. B., wie Lotze annimmt, die »Bewegungstendenzen«, durch die sich auch für das ruhende Auge die Verhältnisse des Sehfeldes befestigen, so könnten zwischen den Wahrnehmungen, die wir bei bewegtem, und jenen, die wir bei festgehaltenem Blick bilden, niemals Unterschiede eintreten. In Wahrheit sind aber solche, wie wir sahen, bei zahlreichen Täuschungen des Augenmaßes deutlich nachzuweisen, indem entweder gewisse Täuschungen nur bei starrer Fixation auftreten, wie die constante Täuschung über die Richtungslinien im indirecten Sehen, oder indem umgekehrt die bei der Bewegung des Auges hervortretenden Strecken- und Richtungstäuschungen bei der Fixation sich vermindern, weil sie durch die perspectivische Anpassung an die Verhältnisse des Netzhautbildes compensirt werden, wie wir dies allgemein bei den variablen Täuschungen beobachtet haben¹⁾. Da ein Streben nach Bewegung doch immer nur ein Streben nach einer solchen Bewegung sein kann, wie sie wirklich ausgeführt wird, so bleibt es für diejenige Hypothese, die der Bewegungstendenz selbst schon die extensive Eigenschaft beilegt, vollkommen unverständlich, wie sich überhaupt solche Unterschiede zwischen den Auffassungen des bewegten und des ruhenden Auges bilden können. Dagegen werden alle diese Erscheinungen leicht erklärlich, wenn wir annehmen, dass sich die extensiven Vorstellungen für das ruhende Auge durch Localzeichen fixiren, die an die Netzhautempfindungen selber gebunden sind. Unter dieser Voraussetzung muss nämlich in Folge der Uebung des Sinnesorgans das unmittelbare Lageverhältniss der Netzhautpunkte selbst einen Einfluss gewinnen, der sich nun namentlich bei starr fixirendem Blick wegen der genaueren simultanen Vergleichung gleicher Netzhautstrecken geltend macht, so dass bei dieser das »Netzhautbild« und das, was wir oben das »Bewegungsbild« des Auges genannt haben, auf das genaueste mit einander in Einklang gebracht sind.

Ebenso sind diese Thatsachen mit der von der empiristischen Theorie vertretenen Ansicht unvereinbar, dass sowohl die Bewegungen wie die in der Netzhaut fixirten Localzeichen unabhängig von einander extensive Vorstellungen vermitteln könnten. Denn wäre dies richtig, so müsste man erwarten, dass diejenigen Täuschungen, die

1) Vergl. oben S. 61 ff.

von den Bewegungsgesetzen herrühren, regelmäßig verschwänden, wenn die Bewegung ausgeschlossen ist, und dass sie bei momentaner Beleuchtung ebenso leicht verschwänden, wie bei lange anhaltender Fixation. Der Umstand, dass dies nicht zutrifft, sondern dass im Gegentheil gerade bei starr fixirendem Blick die Einflüsse des Netzhautbildes und der Bewegungen des Auges in ihrer combinirten Wirkung am deutlichsten zu erkennen sind, scheint mir zwingend darauf hinzuweisen, dass die extensive Vorstellung eine Function ist, welche aus der associativen Synthese von Spannungsempfindungen und Localzeichen hervorgeht, wobei für das ruhende Auge die Spannungsempfindungen bloß als reproducirte Elemente in das Product eingehen. Die Möglichkeit, dass bei starrer Fixation perspectivische Veränderungen gegenüber den Auffassungen des bewegten Auges, wenn auch nur dem Grade nach, eintreten, erklärt sich dann aus der hinzutretenden Association mit den Elementen früherer Vorstellungen, die durch den Eindruck wachgerufen werden.

Nicht alle geometrisch-optischen Täuschungen, die in den Bewegungsgesetzen des Auges ihren Grund haben, werden jedoch bei starrer Fixation durch perspectivische Vorstellungen compensirt. In diesen Fällen zeigt es sich nun regelmäßig, dass vermöge der obwaltenden Bedingungen die Bewegungsgesetze des Auges selbst an der festen Ordnung der Localzeichen theilhaftig sein müssen. Eben deshalb ließen sich gerade diese Täuschungen von den variablen als constante Täuschungen unterscheiden. Die Bedingung zur Entstehung der letzteren ist offenbar die, dass das »Bewegungsbild« und das »Netzhautbild« niemals mit einander in Widerstreit gerathen können. So ist es z. B. eine constante Täuschung, wenn wir bei monocularer Beobachtung die Lage einer verticalen Linie unrichtig bestimmen. Diese Abweichung entspricht aber, wie wir früher (S. 71) gesehen haben, der ungezwungenen Bewegungsrichtung des Auges bei der Auf- und Abwärtsbewegung. In allen Wahrnehmungen, die das bewegte Auge ausführt, sind nun in Folge dieser Abweichung seiner Bewegungsrichtung von der Verticalen die Localzeichen a' , b' , c' , d' . . ., die in einem zur Verticalen geneigten Netzhautmeridian liegen, auf die verticale Richtung bezogen worden: es liegt daher kein Grund vor, warum bei festgehaltenem Auge an die Stelle jener Reihe eine andere a , b , c , d . . . treten sollte, welche Punkten der wirklichen

Verticalen entspricht. Aus früheren Wahrnehmungen wird hier immer nur die erste Reihe als diejenige der verticalen Bewegungsrichtung reproducirt: es sind also alle Bedingungen zur Entstehung einer constanten Täuschung gegeben. Aehnlich verhält es sich bei den andern constanten Täuschungen.

6. Psychologischer Charakter der räumlichen Wahrnehmungsassocationen.

Dürfen wir hiernach die Hypothese der complexen Localzeichen als diejenige betrachten, die am unmittelbarsten über die Erscheinungen Rechenschaft gibt, so erhebt sich aber nun eine weitere Frage. Lässt es sich irgendwie verständlich machen, dass aus einer Verbindung verschiedenartiger Empfindungselemente eine Vorstellung hervorgeht, die in jedem der Elemente, so lange es isolirt bleibt, noch nicht enthalten ist? Auf den zuweilen gemachten Einwand, was in der Verbindung der Elemente enthalten sei, das müsse nothwendig auch in irgend einem derselben schon vorkommen, ist hier vom empirischen Standpunkte aus offenbar gar kein Gewicht zu legen; denn darüber, ob dies wirklich zutrifft, kann nicht ein a priori gefälltes Verdict, sondern nur die Erfahrung selber entscheiden. Diese lehrt uns aber gerade, dass 1) extensive Vorstellungen immer nur vorkommen, wo Sinnesempfindungen und Bewegungen zusammengewirkt haben, und dass 2) speciell beim Auge der Versuch, einem dieser Elemente allein die extensive Eigenschaft zuzuschreiben, in Widersprüche mit der Erfahrung verwickelt. Auf das Gleichniss, dass man aus lauter Nullen keine reelle Größe gewinnen könne, lässt sich hier mit dem andern Gleichniss antworten, dass solchen Functionen, deren einzelne Elemente lauter Nullen sind, z. B. $\frac{0}{0}$ oder 0^0 , gleichwohl reelle Werthe entsprechen können. Uebrigens handelt es sich auch gar nicht darum, den Raum aus dem Nichts hervorgehen zu lassen, sondern einzig und allein darum, ob in dem Zusammenwirken von inneren Tastempfindungen des Auges und Localzeichen der Netzhaut Motive einer extensiven Ordnung enthalten sind, die in jedem dieser Elemente für sich noch nicht vorkommen. Die Grundvoraussetzung ist also hier keine andere, als bei den Theorien, die sich des Begriffs der einfachen Localzeichen bedienen. In beiden

Fällen sucht man nach Motiven für die extensive Ordnung der Empfindungen. Die Theorie der einfachen Localzeichen in ihren beiden Gestaltungen, der metaphysischen und der empiristischen, findet hierzu ein einziges System von Empfindungen genügend. Denn bei der metaphysischen Form dieser Theorie sollen die Localzeichen überhaupt nur Symbole sein, die der an sich unräumlichen Seele eine extensive räumliche Ordnung vorstellbar machen; hier genügt es natürlich, irgend einer einzelnen Art von Empfindungen diese symbolische Bedeutung zuzuweisen. Die empiristische Form der Theorie dagegen setzt räumliche Vorstellungen ausdrücklich oder stillschweigend als gegeben voraus, das erstere, wenn sie eine ursprünglichere Localisation durch den Tastsinn annimmt; das letztere, wenn sie von dem Begriff einer a priori in uns liegenden Causalbeziehung zwischen der Empfindung und ihrem äußeren Gegenstande ausgeht. Auch in diesen beiden Fällen entspricht das einfache Localzeichensystem den gemachten Voraussetzungen. Wo etwa die Erfahrung auf verschiedene Empfindungssubstrate hinweist, da betrachtet man daher diese nicht als irgendwie innerlich verbundene, sondern als äußerlich und zufällig coexistirende Hilfsmittel.

Die Theorie der complexen Localzeichen nimmt einen hiervon wesentlich verschiedenen Standpunkt ein. Ob die Seele selbst unräumlich oder räumlich sei, lässt sie völlig dahingestellt: von einer symbolischen Bedeutung der Localzeichen kann sie daher keinen Gebrauch machen. Andererseits muss sie es aber aus Gründen der Erfahrung ablehnen, den Ursprung der räumlichen Ordnung dem Tastsinn oder einer angeborenen Causalfunctio n zuzuweisen. Vielmehr betrachtet sie es lediglich als ihre Aufgabe, die empirisch nachweisbaren Motive der Localisationen des Gesichtssinns in ihre Empfindungselemente zu zerlegen und über die gesetzmäßigen Beziehungen und Verbindungen dieser Elemente diejenigen Voraussetzungen zu machen, die theils durch die thatsächlich nachweisbaren Functionsverhältnisse des Sehorgans, theils durch die sonstigen Erscheinungen associativer Verbindungen und Verschmelzungen nahe gelegt werden. Demnach benutzt diese Theorie die zwei Empfindungssysteme, deren gleichzeitiger Einfluss auf die räumlichen Gesichtswahrnehmungen aus zahlreichen Erscheinungen hervorgeht, und sie sucht diese Erscheinungen theils den allgemeinen Associations-

gesetzen unterzuordnen, theils aber auch das psychologische Studium dieser Gesetze durch diese unter ihrer Führung unternommene Analyse der Wahrnehmungsprocesse zu ergänzen.

7. Nähere Ausführung der Theorie der complexen Localzeichen.

Wenn wir uns den Einfluss, den die Componenten einer extensiven Vorstellung auf einander ausüben, dadurch zu verdeutlichen suchen, dass wir zunächst für jede dieser Componenten und dann für die resultirende Vorstellung selbst ihren allgemeinen mathematischen Begriff einführen, so wird dadurch hoffentlich nicht das Missverständniss erweckt werden, als solle in den psychologischen Vorgang ein Operiren mit abstracten Begriffen verlegt werden. Wir bedienen uns hier vielmehr der nämlichen geometrischen Versinnlichungsweise, wie man sie, ohne auf Widerspruch zu stoßen, anwendet, um z. B. das System der Farben- und Lichtempfindungen oder der Tonempfindungen darzustellen. Wenn es gestattet ist, ein einzelnes Empfindungssystem in eine geometrische Form oder, allgemeiner ausgedrückt, in die Form einer extensiven Mannigfaltigkeit zu übertragen, so muss es offenbar auch erlaubt sein, zu erwägen, wie sich zwei Empfindungssysteme, beziehungsweise deren extensive Mannigfaltigkeiten, die, wie uns die Erfahrung lehrt, bei einem bestimmten Vorgang in gesetzmäßiger Weise zusammenwirken, zu einander verhalten, falls wir sie uns in eine geometrische Form übertragen denken.

Nun müssen die Localzeichen der Netzhaut als eine Mannigfaltigkeit von zwei Dimensionen, analog dem System der Farben, angesehen werden, wenn man sich über die Fixirung der bei der Bewegung gewonnenen Wahrnehmungen mittelst derselben Rechenschaft geben will. Dagegen lassen die Spannungsempfindungen des Auges nicht oder höchstens in sehr unbestimmter Weise eine qualitative Mannigfaltigkeit unterscheiden; wohl aber gibt sich bei ihnen eine sehr genaue intensive Abstufung — je nach dem Umfang der Bewegung — zu erkennen. Wir werden sie hiernach als eine Mannigfaltigkeit von einer Dimension betrachten dürfen. Jede flächenhafte Raumwahrnehmung ist aber wiederum eine Mannigfaltigkeit von zwei Dimensionen, die sich jedoch von dem System der Localzeichen

dadurch unterscheidet, dass die beiden Dimensionen einander qualitativ gleich oder mit einander vertauschbar sind. Folglich können wir uns das Zusammenwirken der Netzhautempfindungen und der Spannungsempfindungen folgendermaßen denken: die Localzeichen der Netzhaut werden, obgleich sie eine Mannigfaltigkeit von zwei ungleichartigen Dimensionen sind, dennoch geeignet, die Vorstellung einer Mannigfaltigkeit von zwei gleichartigen Dimensionen zu vermitteln, da sie sich mit dem gleichartigen Continuum der Spannungsempfindungen verbinden; und die Spannungsempfindungen werden, obgleich sie nur eine Mannigfaltigkeit von einer Dimension sind, befähigt, die Vorstellung eines Continuum von zwei Dimensionen zu erzeugen, da sie mit dem zweidimensionalen Continuum der Localzeichen der Netzhaut verschmelzen. Nimmt man nun an, dass die Gesetze der associativen Verbindung und Verschmelzung, auf welche überall die psychologische Erfahrung hinweist, auch für die ursprüngliche Ordnung der Empfindungen gelten, so lässt sich jener doppelseitige Einfluss in die Formel fassen: indem die Spannungsempfindungen des Auges, ein Continuum von einer Dimension bildend, mit dem zweidimensionalen, aber ungleichartigen Continuum der Netzhautlocalzeichen associativ verschmelzen, erzeugen sie ein gleichartiges Continuum von zwei Dimensionen, das heißt eine Raumb Oberfläche.

Dass diese letztere Formel hypothetisch ist, soll nicht geleugnet werden. Sie ist aber nur insofern hypothetisch, als sie die Raumsanschauung auf eine bestimmte Beziehung des Systems der Spannungsempfindungen zu dem der Localzeichen der Netzhaut zurückführt; sie ist es nicht insofern, als sie voraussetzt, in jeder der beiden Componenten, auf die wir zur Erklärung der Gesichtsvorstellungen zurückgreifen müssen, sei an und für sich das Extensive noch nicht enthalten. Denn sobald wir das letztere annehmen, sobald wir also einer jener beiden Componenten allein schon die räumliche Eigenschaft zuschreiben, so verwickeln wir uns in Widersprüche mit der Erfahrung. Ich kann darum auch nicht zugeben, dass diese Hypothese in höherem Grade einen speculativen Charakter an sich trage, als dies mit irgend einer andern Voraussetzung der Fall ist, zu der man veranlasst wird, um den Zusammenhang empirischer Thatsachen zu erklären. Sobald man anerkennt, dass die Erfahrung einen

gleichzeitigen Einfluss von fixen Localzeichen, die an die Netzhaut gebunden sein müssen, und der Bewegungen des Auges auf die extensive Ordnung der Gesichtseindrücke beweist, so ist die obige Hypothese oder eine ihr ähnliche, wie mir scheint, die einzige, die über dieses Resultat Rechenschaft zu geben vermag. »Die Empfindungen können der Seele nicht zurufen«, meint Lotze, »welches der Ort ihres Ursprungs sei«. Man könnte vielleicht mit dem nämlichen Rechte sagen: »Die Seele kann den Empfindungen nicht zurufen, wo sie sich in der Außenwelt zu localisiren haben«. Es handelt sich überhaupt nicht darum, zu erwägen, welche dieser Möglichkeiten möglicher scheint oder nicht. Wie viel die Empfindungen mithelfen, oder wie viel die Seele mithilft bei der Raumanschauung, davon wissen wir a priori gar nichts, und es bleibt daher nur übrig, zu untersuchen, welche Elemente uns die Erfahrung als wirksam nachweist, und dann zu erwägen, wie wir diesen empirisch nachgewiesenen Einflüssen theoretisch den einfachsten und angemessensten Ausdruck geben.

Suchen wir demnach für den Begriff des Systems der complexen Localzeichen einen möglichst einfachen symbolischen Ausdruck, so werden wir von der Zerlegbarkeit desselben in zwei einfache Systeme ausgehen müssen. Das erste dieser Componentensysteme setzen wir als ein in der Netzhaut festes voraus. Denken wir uns daher auf der Netzhaut um das Centrum derselben als Mittelpunkt concentrische Kreise gezogen, so mögen diese festen Localzeichen einer Reihe von Punkten auf einem ersten Kreise mit $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \dots$, auf einem zweiten mit $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 \dots$ bezeichnet werden, u. s. w. Hierbei wird eine stetige Veränderung sowohl von α_1 nach $\beta_1, \gamma_1 \dots$ wie von α_1 nach α_2, α_3 u. s. w. vorausgesetzt, so dass sämtliche Localzeichen ein Continuum von zwei Dimensionen bilden. Von dem zweiten System der Localzeichen nehmen wir an, dass es an die Bewegung gebunden, also stetig veränderlich mit der Bewegung sei und sich bei ruhendem Auge nur durch reproductive Elemente geltend mache. Es wird ferner vorausgesetzt, dass sich dieses System nur in einer Richtung verändere, indem der Bewegung des Netzhautcentrums nach irgend einem Punkt, welcher der Reihe $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ angehört, ein Zeichen x_1 , ebenso der Reihe $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots$ ein solches x_2 entspreche, u. s. w. Die Localzeichen des zweiten Systems bilden also

ein Continuum von einer Dimension. Beide Systeme werden aber bezogen auf das Netzhautcentrum, welches die Localzeichen μ und x besitzen möge, wobei man unter x diejenige Spannungsempfindung verstehen kann, die der jedesmal vorhandenen Stellung des Auges entspricht.

Findet nun, während das Auge in irgend einer Stellung fixirt ist, ein gleichförmig über die Netzhaut verbreiteter Lichteindruck r statt, so würde derselbe, wie wir voraussetzen, ohne das Vorhandensein des complexen Localzeichensystems eine gleichförmige Empfindung e verursachen, welche weder localisirt noch in extensiver Form vorgestellt würde. Vermöge der Localzeichensysteme aber wird die Empfindung für jeden Punkt der Netzhaut ein complexes Product aus drei Elementen. Der Netzhautmitte entspricht das Product $e\mu x$, und um die Netzhautmitte bilden die Producte

$$e\alpha_1 x_1, \quad e\alpha_2 x_1, \quad e\alpha_3 x_1, \quad e\alpha_4 x_1 \quad \dots$$

$$e\beta_1 x_2, \quad e\beta_2 x_2, \quad e\beta_3 x_2, \quad e\beta_4 x_2 \quad \dots \text{ u. s. w.}$$

Empfindungsreihen, zwischen denen und deren einzelnen Gliedern eine stetige Abstufung der Empfindung stattfindet. Da das Auge fixirt gedacht ist, so wird x in dem Producte $e\mu x$ unmittelbar empfunden, während $x_1, x_2, x_3 \dots$ bloß reproductiv in die Producte $e\alpha_1 x_1, e\beta_1 x_1 \dots$ eingehen. Sollen $x_1, x_2, x_3 \dots$ unmittelbar empfunden werden, so muss sich das Auge bewegen. Hierbei sind dann aber in $e\alpha_1 x_1, e\beta_1 x_2 \dots$ die beiden Localzeichenelemente, so lange die Bewegung dauert, stetig veränderlich. Denn wenn der Blickpunkt des Auges am Ende der Bewegung auf denjenigen Punkt eingestellt ist, der vor dem Beginn derselben dem Localzeichen α_1 entsprach, so hat während der Bewegung das erste Localzeichen alle Werthe von α_1 bis μ und das zweite alle Werthe von x bis x_1 durchlaufen, und in der neu gewonnenen Stellung des Auges entspricht nun der Erregung der Netzhautmitte nicht mehr die Empfindung $e\mu x$, sondern $e\mu x_1$. Demnach unterscheiden sich die Localzeichen der Netzhautmitte dadurch, dass alle ihre Elemente, so lange das Auge fixirt bleibt, unmittelbar empfunden werden und dauernd sind, während von den übrigen die der x -Reihe angehörenden Elemente bloß dann unmittelbar empfunden werden, wenn sich das Auge bewegt, wobei sie sich aber in diesem Falle zugleich stetig während der ganzen Dauer der Bewegung verändern.

Hieraus ersieht man nun sofort, dass es streng genommen auch für das ruhende Auge ein ungenauer Ausdruck war, wenn wir die Empfindungen seitlich gelegener Netzhautpunkte als Producte aus drei Empfindungselementen bezeichneten. Vielmehr wird auch hier nur das Element e einen eindeutigen Werth haben; dagegen werden mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1 \dots$ und mit $x_1, x_2, x_3 \dots$ immer zugleich die stetigen Uebergänge reproducirt werden, die zwischen μ und $\alpha_1, \beta_1 \dots$, zwischen x und $x_1, x_2 \dots$ gelegen sind. Man darf wohl annehmen, dass hierin der psychologische Grund für die extensive räumliche Ordnung der Empfindungen zu suchen sei. An jede Bewegung ist zunächst eine zeitliche Empfindungsreihe gebunden, welche die stetigen Uebergänge zwischen einer anfänglichen Empfindung x und einer letzten x_n des zweiten Systems enthält. Ebenso muss dann aber das mit x_n verbundene Localzeichen φ_n des ersten Systems alle zwischen μ und φ_n gelegenen Färbungen $\alpha_n, \beta_n, \gamma_n \dots$ durchlaufen. Nun wird, wenn das Auge eine feste Stellung angenommen hat, die Reihe $\mu, \alpha_n, \beta_n, \gamma_n \dots$ nicht bloß durch ihr Endglied φ_n reproducirt, sondern sie ist überdies in den Localzeichen $\alpha_n x_1, \beta_n x_2, \gamma_n x_3 \dots$ in unmittelbarer Empfindung gegeben. Nicht minder müssen diese unmittelbar empfundenen Elemente die zweiten Localzeichen $x_1, x_2, x_3 \dots$, mit denen sie die Complexe $\alpha_n x_1, \beta_n x_2 \dots$ bilden, reproduciren. Die simultan reproducirte Reihe $x_1, x_2, x_3 \dots$ geht aber durch stetige Abstufungen in das Endglied x_n über.

Die extensive Vorstellung haben wir uns hierbei zunächst aus einer großen Zahl punktueller Empfindungen zusammengesetzt gedacht, deren jede durch ihren Localzeichencomplex von der andern unterschieden wird. Während jede einzelne punktuelle Empfindung mathematisch als eine multiplicative Verbindung von Empfindungselementen zu denken ist, kann aber die Verbindung der einzelnen punktuellen Empfindungen mit einander als eine specielle Form additiver Verknüpfung angesehen werden, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass ihre einzelnen Glieder nach bestimmten Reihenfolgen geordnet sind, und dass stetige Uebergänge von einem Glied zum andern stattfinden. Aus dieser letzteren Bedingung geht jedoch zugleich hervor, dass sich diese additive Verbindung durch ein bloßes Addiren der bis dahin betrachteten Empfindungscomplexe noch nicht darstellen lässt. Denn die Producte $e\mu x, e\alpha_1 x_1, e\alpha_2 x_1$ u. s. w. haben

wir als punktuelle Empfindungen betrachtet, die sich in gewissen Intervallen befinden sollten. Eine Summe solcher Producte würde immer nur eine Anzahl von Punkten bedeuten können. Nun lässt sich eine stetige lineare Strecke von gleichförmiger Richtung nach einer von H. Grassmann eingeführten Anschauung als das Product ihrer beiden Endpunkte auffassen¹⁾, ähnlich wie ein Rechteck als das Product der zwei dasselbe als Grundlinie und Höhe begrenzenden geradlinigen Strecken dargestellt werden kann. Das Product $e\mu x \cdot e\varphi_n x_n$ ist also äquivalent der Punktreihe

$$e\mu x + e\alpha_n x_1 + e\beta_n x_2 + e\gamma_n x_3 \dots + e\varphi_n x_n$$

sammt allen Punkten, die zwischen zwei auf einander folgenden Gliedern dieser Reihe angenommen werden können, wenn wir uns alle diese Punkte additiv verbunden denken. Wird die nach einer dazu senkrechten Richtung vom Mittelpunkt des Sehfeldes aus gemessene lineare Strecke durch das Product $e\mu x \cdot e\varphi_r x_n$ bezeichnet, so stellt nun, wenn wir beide lineare Strecken als sehr klein voraussetzen, $e\mu x \cdot e\varphi_n x_n \cdot e\varphi_r x_n$ ein Flächenelement dar, und eine ausgedehnte extensive Vorstellung wird stets durch eine Summe solcher Producte, also symbolisch durch

$$e \cdot \sum \mu x \cdot \varphi_n x_n \cdot \varphi_r x_n$$

ausgedrückt werden können, wobei das Summenzeichen die Bedeutung hat, dass eine stetige Reihe von Producten von der angegebenen allgemeinen Form additiv verbunden werden soll.

8. Die Localzeichen der Tiefe und die absolute Orientirung im Raume.

Das entwickelte Localzeichensystem ist zunächst ein monoculares. Die durchweg aus qualitativ verschiedenen Elementen bestehenden Systeme der Netzhautlocalzeichen beider Augen einerseits und die Synergie der binocularen Augenbewegungen andererseits bewirken nun aber weiterhin, dass sich bei der Function des Doppel- auges die monocularen complexen Localzeichenreihen zu noch zusammengesetzteren binocularen Complexreihen verbinden. Indem sich

1) Vergl. H. Grassmann, Ausdehnungslehre von 1844, 2. Aufl. S. 19.

diese um die beiden durch die Synergie der Augenbewegungen ebenso wie durch die Anordnung der zwei festen Localzeichensysteme der Netzhäute einander zugeordneten Elemente μ_r und μ_λ der beiden Netzhautcentren gruppieren, bildet sich so ein complexes Localzeichensystem zweiter Ordnung, dessen einzelne Glieder die Bedeutung von Localzeichen der Tiefe gewinnen. Dabei ist für die letzteren das aus dem Gesetz der übereinstimmenden Höhenstellung bei den Augenbewegungen entspringende Princip maßgebend, dass die Localzeichensysteme beider Augen für gleiche Höhenabstände von der Netzhautmitte constant, für gleiche Breitenabstände aber variabel einander zugeordnet sind. Die Localzeichen der Tiefe lassen sich daher auch als die Producte der beiden monocularen Systeme in dem oben angegebenen Sinne geometrischer Multiplication definiren, wobei die Vorzeichen dieser Producte je nach der Richtung der zwischen den beiden monocularen Systemen vorhandenen Breiteverschiebung positiv oder negativ sein können. Die Producte selbst lassen jedoch eine einfache und allgemeingültige symbolische Darstellung nicht mehr zu, weil sie von Punkt zu Punkt sowohl in Bezug auf ihre Größe wie auf ihr Vorzeichen in unendlich mannigfaltiger Weise variiren können, aus welcher Variation dann alle die unzähligen räumlichen Oberflächen hervorgehen, zu deren unmittelbarer Auffassung uns das binoculare stereoskopische Sehen befähigt.

Unbestimmt bleibt bei dieser Betrachtung nur der dem Localzeichensystem der beiden Netzhautmitten $\mu_r \cdot \mu_\lambda$ entsprechende Punkt im Raum, der, da alle Tiefenwahrnehmung in Beziehung auf ihn relativ ist, die Bedeutung eines absoluten Orientierungspunktes besitzt. Diese Bedeutung wird jedoch wesentlich eingeschränkt durch die Thatsache, dass innerhalb solcher Gesichtswahrnehmungen, die nur den Convergenzpunkt der beiden Gesichtslinien selbst als Orientierungspunkt oder ein ganz beschränktes Sehfeld um denselben herum enthalten, die Tiefenlage dieses Orientierungspunktes zu einer völlig unbestimmten wird und offenbar nur secundär, durch reproductive Vorstellungen früher wahrgenommener Objecte, allmählich eine nähere Bestimmung gewinnen kann, wobei übrigens die letztere immer noch höchst unsicher bleibt.

Diese Unsicherheit hört dann erst auf, wenn der Sehende selbst mit Theilen seines Leibes zu jenem Bestandtheil des Gesichts-

feldes wird. Dann wird nämlich die Tiefenlage des Orientierungspunktes zu einer unmittelbar wahrgenommenen. Denn sie ergibt sich nun aus dem nämlichen complexen Localzeichensystem der Tiefe, welches allen andern Punkten des Gesichtsfeldes ihre Lage zum Orientierungspunkt anweist. Dieser selbst ist daher jetzt durch seine Beziehung zum Sehenden orientirt. Der Ort des Sehenden, welcher übrigens je nach den besonderen Bedingungen der Wahrnehmung wieder eine verschiedene Stelle im Körper annehmen kann, ist auf diese Weise der letzte und eigentliche Orientierungspunkt für alle räumlichen Vorstellungen, mögen sie nun durch den Gesicht- oder Tastsinn oder durch beide zusammen entstehen. Ist es der Gesichtssinn allein, der die Wahrnehmung vermittelt, so bildet, so lange die normale binoculare Synergie besteht, wie Hering nachgewiesen hat, der Mittelpunkt der die Drehpunkte beider Augen verbindenden Grundlinie den Orientierungspunkt. Bei einäugigem Sehen oder bei gestörter Synergie kann er auf jener Grundlinie bis in die Gesichtslinie des dominirenden Auges herübrücken. Wirkt der Tastsinn bei der Localisation mit, oder bestimmt er dieselbe ausschließlich, so nimmt endlich der absolute Orientierungspunkt andere, von den besonderen Bedingungen abhängige Lagen an. Eine allgemeinere Untersuchung dieser Variationen, unter denen die beiden zuerst genannten Localisationen, die rein binoculare und die rein monoculare, nur bestimmte, durch die Alleinherrschaft des Gesichtssinns ausgezeichnete Grenzfälle bilden, ist eine noch zu lösende experimentelle Aufgabe.
