

# Ueber die Bedeutung der Convergenz- und Accommodationsbewegungen für die Tiefenwahrnehmung.

Von

**Maximilian Arrer.**

(Schluss.)

---

## Capitel II.

### Versuch einer Erklärung der mitgetheilten monocularen und binocularen Versuche über das Wahrnehmen von Tiefenunterschieden.

#### a. Vollständige Beschreibung der Versuche.

§ 23. Bevor ich zur eigentlichen Aufgabe dieses Capitels übergehe, ist es nothwendig, noch eine Reihe von Mittheilungen sowohl über die ausgeführten monocularen als auch binocularen Experimente zu machen, ohne die mir eine Erklärung ihrer Ergebnisse unmöglich scheint. Was ich mittheilen will, sind nicht objective, in Zahlen ausgedrückte und in Tabellen niedergelegte Resultate, sondern verschiedene Aussagen der einzelnen Beobachter aus ihrer inneren Wahrnehmung darüber, wie sie sich bei diesen Versuchen verhielten, wie sie ihre Urtheile abgaben, kurz, es ist das, was ich hier zunächst geben will, eine möglichst vollständige Beschreibung dieser Versuche. Wenn ich das hier unternahme und ein ganz besonderes Gewicht darauf lege, so glaube ich nur im Sinne der Aufgabe der experimentellen Psychologie zu handeln, von der Wundt einmal sagte, dass sie ihre Aufgabe gethan habe, »wenn sie eine exacte Beschreibung der sämmtlichen Erscheinungen ihres Gebietes« geleistet hat,

und dass diese Beschreibung »das einzige Ziel der experimentellen Psychologie«<sup>1)</sup> als experimenteller Psychologie sei.

Die gesammelten Aussagen aus der inneren Wahrnehmung gaben mir die Herren Beobachter meistens auf die ganz allgemeine Frage: »Was können Sie mir mittheilen über Ihr Verhalten bei diesen Versuchen, und wie bilden Sie Ihre Urtheile?« Und wo ich mich veranlasst glaubte eine bestimmtere Frage an den Beobachter zu richten, glaube ich das mit genügender Vorsicht und immer erst nach gewissen objectiven Kennzeichen gethan zu haben, so dass ich wohl annehmen darf, niemals meinen Beobachter irgendwie für den objectiven Gang der Versuche ungünstig beeinflusst zu haben.

§ 24. Ich beginne die Reihe der Mittheilungen mit einigen Aussagen des Herrn Dr. Thiéry, die sich auf die binocularen Versuche beziehen. Worauf dieser Beobachter seine ersten Tiefenurtheile, als er an diese Versuche herantrat, gründete, war für ihn selbst schwer zu erkennen: »Deutlichkeit und Dicke des Fadens«; »Ursache nicht angebar, aber die Sicherheit des Urtheils durch sinnliche Evidenz des Eindrucks verbürgt«; das war alles, was Herr Thiéry zu Anfang dieser Versuche zu sagen wusste, und manchmal alle diese drei Aussagen auf einmal, und dazu jede mit einem »vielleicht« begleitet. Die objectiv gewonnenen Resultate dieser ersten Versuche waren unbrauchbar. Doch dauerte dieses Tasten nicht lange. Schon nach einigen Tagen merkte ich, dass sich die Urtheile verbesserten; dies veranlasste mich, wieder den Beobachter zu fragen. Ich erhielt folgende interessante Antwort: In der Zeit, während welcher ihm die Normaldistanz gegeben sei, bemühe er sich, vor allem sich eine Vorstellung von der Entfernung des Fadens zu bilden, nebenbei merke er auch auf die Dicke und Deutlichkeit desselben. Auf die Frage wie er sich eine Vorstellung von der Entfernung des Fadens bilde, bekam ich zu hören, dass der Faden zwischen dem lichtgrauen Hintergrunde und dem Blickrohr so zu sagen in der Luft schwebe, sei für das Doppelauge sofort ersichtlich. Auch sei die Entfernung des Fadens eine bestimmte, wenn auch schwer in einem bestimmten

1) Wundt, Philos. Stud. Bd. I. S. 2f., auch Bd. IV. S. 306f.

Maße ausdrückbare. Wie oft Beobachter in das Blickrohr auch hineinblicken mochte, wenn der Faden seinen Ort nicht verändert hatte, so erkannte er die bestimmte Entfernung immer wieder. Diese Entfernung musste er in der Vorstellung behalten, wenn er mit dem Gefühle objectiver Sicherheit ein Urtheil über die Vergleichsdistanz haben sollte. Um aber die Entfernung leichter zu behalten, verfuhr er so: die Breite des Blickrohres und die äußersten Enden desselben waren sichtbar, auch dass der Faden zwischen ihnen und dem hellgrauen Hintergrunde schwebte; nun construirte er sich in der Phantasie ein Dreieck, dessen Basis an seinen Augen lag, dessen Seiten die sichtbaren Enden des Tubus tangirten und durch dessen Spitze der herabhängende Faden ging. Diese Vorstellung war es jetzt, die Herr Thiéry in der Pause während der Verrückung des Fadens im Gedächtniss festzuhalten suchte. Wurde dann die Vergleichsdistanz gezeigt, so trat im allgemeinen zweierlei ein: entweder erkannte der Beobachter sofort die veränderte Lage des zweiten Fadens, oder er gab sein Urtheil erst nach einiger Zeit ab, wobei er um so unsicherer wurde, je länger er damit zögerte.

Alles was hier für Herrn Thiéry gesagt wurde, wiederholte sich auch bei noch vier anderen Beobachtern, nur mit der geringen Ausnahme, dass die verschiedenen Beobachter für die Entfernungsvorstellung, in der sie die Normaldistanz im Gedächtniss zu behalten suchten, in verschiedener Weise eine bestimmte, ihnen bequemste Form suchten. Herr Prof. Külpe verlegte die Basis des Dreieckes meistens auf den grauen Hintergrund und ließ die Größe derselben durch die sichtbaren Grenzen jenes bestimmt sein. Wie Herr Thiéry verfahren auch die Herren Dr. Spitzer und Fruit. Herr Tawney verfuhr in einer zweifachen Weise: für die ferneren Distanzen dachte er sich die Seitenwände des viereckigen Blickrohres bis zum Faden verlängert, und sah so ein Rechteck; für die näheren Distanzen verfuhr er wie die übrigen Beobachter, indem er sich ein Dreieck, mit der Basis an den Augen gelegen, construirte dachte.

Bei ferneren Distanzen war es den Beobachtern in der Regel schwer, sich solche Entfernungsvorstellungen mit genügender Anschaulichkeit zu bilden, und sie nahmen deshalb mehr als sonst die Deutlichkeit und scheinbare Dicke des Fadens zu Hülfe. Herr Thiéry,

der in der Ausführung willkürlicher Augen- und Accommodationsbewegungen sehr geübt war, versuchte nicht selten bei diesen größeren Entfernungen durch willkürliche Erzeugung von Doppelbildern zu schätzen. Dies kostet auf Seiten der Augenbewegungen immer eine empfindbare Anstrengung. Herr Thiéry suchte diese Anstrengung auch für den Vergleichsfaden zu erreichen, um zu sehen, um wieviel jetzt die Doppelbilder auseinander traten. Doch fand er schon subjectiv, dass dieses Verfahren ein sehr unzuverlässiges ist. Mehr schien ihm das Aufmerken auf die Veränderungen der Deutlichkeit des Fadens bei diesen Distanzen genützt zu haben, besonders glaubte er das Undeutlichwerden des Fadens schneller zu erkennen, als umgekehrt. Doch waren alle diese Hülfskriterien in ihrer Bestimmtheit sehr unsicher.

Diese Hülfskriterien, besonders die Deutlichkeit des Fadens und dessen scheinbare Dicke, kommen aber immerhin auch dort in Betracht, wo es dem Beobachter ein leichtes war, sich eine Entfernungsvorstellung in der oben geschilderten Weise zu bilden. Von dominirendem Einflusse waren sie immer dann, wenn der Beobachter nicht sogleich nach dem Aufdecken der Vergleichsdistanz sein Urtheil abgab, sondern längere Zeit damit zögerte. In allen diesen Fällen hat aber der Beobachter immer das Gefühl großer Unsicherheit. Denn jene Kriterien waren nur selten objectiv bedingt, außer beim Helligkeitswechsel, ihre Ursache muss daher fast ausschließlich in inneren Accommodationsschwankungen und meistens rein subjectiven Veränderungen, solchen der Auffassung gesucht werden. Interessant ist es ferner, dass, wenn sich diese Kriterien wahrscheinlich infolge erwähnter Schwankungen stark bemerkbar machten, sie auf die relative Entfernungsschätzung doch ohne Einfluss blieben, wenn das Urtheil sofort beim Erblicken der Vergleichsdistanz abgegeben wurde. Nicht selten kam es vor, dass z. B. Herr Külpe in dieser Weise sein Urtheil abgab, und dann gleich beifügte, dass es sich mit der scheinbaren Dicke oder Deutlichkeit des Fadens in Widerspruch befinde, nichts destoweniger aber für ihn sicher stehe. Aehnliches wiederholte sich auch bei den anderen Beobachtern.

Durch einige öfters wiederholte Bemerkungen des Herrn Dr. Thiéry, die mir dann auch Herr Prof. Külpe machte, erkannte ich, wie die Helligkeit überhaupt bei diesen Versuchen einen ganz

besonderen Einfluss ausübt. Es kam öfters vor, dass diesen Beobachtern innerhalb einer und derselben Versuchsreihe, d. h. bei gleich großer Normaldistanz, diese selbst nicht nur in verschiedenen Einzelversuchen, sondern auch innerhalb einer und derselben Fixation bald größer, bald kleiner erschien. Weshalb Herr Thiéry die absolute Entfernung des Fadens unter- oder überschätzte, war mir nicht immer möglich zu eruiren, in den meisten Fällen geschah dies aber dann, wenn eine Veränderung in der Beleuchtung eintrat, bedingt durch elementare Vorgänge am Himmel: ward es heller und merkte der Beobachter nicht darauf, so schien ihm die Entfernung plötzlich eine geringere zu sein, umgekehrt, wenn es dunkler ward. Nur selten war der Einfluss ein entgegengesetzter. Unterschätzte Herr Thiéry die absolute Entfernung im Vergleich zu gewöhnlich, so fühlte er sich im Schätzen der relativen Entfernungsverchiebungen sicherer, die Urtheile waren reiner; umgekehrt, wenn er die absolute Entfernung überschätzte. Dagegen blieb die Unterschiedswelle fast dieselbe oder wurde nur um ein geringes kleiner oder größer.

Aus den bisherigen Mittheilungen geht zweierlei hervor: einmal, dass die relative Entfernungsschätzung nicht ohne eine solche über die absolute Entfernung stattfand, und jede Schwankung in dieser von Einfluss war auf jene; zweitens aber, dass bei der relativen Tiefenschätzung der Einfluss der Vorstellung, die der Beobachter von der absoluten Tiefendistanz hatte, im Kampfe mit bekannten und wohl bemerkten empirischen Momenten oft ein über die letzteren siegreicher war. Daraus ergibt sich zunächst die Nothwendigkeit einer Beleuchtung des Einflusses der absoluten Tiefenschätzung in unserem Falle, und es erhebt sich zweitens die Frage, was diese Tiefenvorstellung für die Schätzung der relativen Entfernungsunterschiede bedeutet, d. h. wie diese mittelst jener möglich sind.

#### b. Die Bestimmtheit der absoluten Tiefenlocalisation.

§ 25. Es ist zunächst leicht einzusehen, dass es für unseren Fall einerlei ist, ob die absolute Entfernung, wie Wundt fand, unterschätzt wird<sup>1)</sup>, oder ob sie, wie Helmholtz in einem anderen Ex-

1) Wundt, Beiträge, S. 193.

perimente fand, überschätzt wird<sup>1)</sup>, oder endlich, ob sie, wie Donders glaubt gefunden zu haben, richtig erkannt wird<sup>2)</sup>. In keiner Weise haben diese Befunde über Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Localisation des Blickpunktes für die relative Schätzung von Entfernungsdifferenzen eine Bedeutung. Worauf es hier allein ankommt, ist die Frage: ist die Entfernungsvorstellung des Blickpunktes eine bestimmte oder nicht, d. h. wird die Entfernungsvorstellung immer dieselbe sein, wenn der Faden immer dieselbe absolute Entfernung beibehält (und natürlich alle übrigen Bedingungen dieselben sind), oder wird sie von Fall zu Fall eine andere sein? Die Versuche der genannten Forscher über Localisation des Blickpunktes sind nicht miteinander vergleichbar. Wundt forderte von seinem Beobachter, dass dieser die absolute Entfernung der Fadens in Metermaß angebe, und fand dabei, dass die Entfernung regelmäßig unterschätzt wird, wobei diese Unterschätzung in keinerlei Verhältniss zur absoluten Entfernung stehen soll. Ein Schluss über die Localisation des Blickpunktes dürfte daraus nicht erlaubt sein, denn es ist ein anderes, bestimmt zu localisiren, und wieder ein anderes, ein Urtheil über eine Entfernung in einem bestimmten Längenmaße zu haben<sup>3)</sup>. In anderen Versuchen ließ Wundt eine Nadel in den idealen Blickpunkt bringen, und berichtet darüber nur, dass sie immer in Doppelbildern erschien, die Localisation also eine unrichtige war. Ein etwas vollkommeneres Experiment als dieses führte Helmholtz aus. In die Medianebene des Gesichtsfeldes brachte er ein Blatt steifen Papiers, das seinem rechten Auge alles verdeckte, was links von ihm war, und seinem linken alles, was sich rechts befand, nur einen in der Medianebene vertical herabhängenden Faden fixirte er mit beiden Augen. Brachte er dann von rechts einen Bleistift herbei, um den Faden zu treffen, so ging der Bleistift immer hinter dem Faden vorüber. Wechselte er mit geschlossenen Augen seinen Platz und suchte,

1) Helmholtz, Handbuch der Physiolog. Optik, 1. Aufl. S. 650, 2. Aufl. S. 796.

2) Donders, »Das binoculare Sehen und die Vorstellung von der dritten Dimension« in Graefe's Archiv f. Ophthalmologie, Bd. XIII. 1, S. 22.

3) Ueberhorst, Ueber das Entstehen der Raumwahrnehmung, S. 79. Ich citire Ueberhorst nur in Bezug auf den letzttausgesprochenen Satz, seine sonstigen Ausführungen über diesen Punkt sind bedeutungslos.

nachdem er sie wieder öffnete, schnell den Faden mit dem Bleistift zu treffen, so war der Fehler ein geringerer, er wurde wieder größer bei andauernder Fixation. Helmholtz fügt erklärend hinzu »wohl wegen der steigenden Ermüdung der inneren Augenmuskeln«<sup>1)</sup>. Hering machte darauf aufmerksam, dass auch dieser Versuch wenig geeignet ist, einen Aufschluss über die Richtigkeit der Localisation des Blickpunktes zu geben, sondern nur über »den Grad der Harmonie zwischen der optischen Localisirung des fixirten Punktes und der tactischen Localisirung des Fingers«<sup>2)</sup>. Sollte Hering hier für die geringsten, bei kurz andauernder Fixation sich ergebenden Fehler Recht haben, so könnte die Helmholtz'sche Erklärung für die Fehler bei längerer Fixation doch als zutreffend erscheinen. Doch scheint sie nicht ganz klar zu sein. Die Erklärung sagt: die größeren Fehler werden durch die Ermüdung der *musc. recti interni* bedingt; das kann zweierlei bedeuten: entweder erfordert die Ermüdung der Muskeln eine stärkere Innervation zum Festhalten der Sehachsen in ihrer bestimmten Lage, und dann entspricht der Theorie zufolge dieser größeren Anstrengung eine Unterschätzung der Entfernung; wie kommt es dann, dass sie durch die tactische Localisation überschätzt wird? Ist es etwa die Meinung, dass man sich dieser Unterschätzung durch das Auge bewusst wird, und dass sie, indem man sie mit dem Finger corrigiren will, nun durch diesen überschätzt wird, so wäre das kaum eine Erklärung, da nicht einzusehen ist, weshalb ein einmal erkannter Irrthum, statt ausgeglichen, durch einen anderen ersetzt werden soll; und ferner schließt diese Erklärung erst recht den Hering'schen Einwand in sich. Sie könnte aber auch auf einer anderen Beobachtung beruhen, die, wenn sie auch als Erklärung vielleicht nicht genügen sollte, doch schon für sich interessant ist. Ich bemerkte bei meinen Versuchen, dass, wenn der Faden sehr nahe war, etwa 20 oder 15 cm, und es dem Beobachter Mühe kostete seine Blicklinien auf ihn gerichtet festzuhalten, sich damit der Drang verband, die Convergenz öfters abzuspannen und wieder einzustellen, und, wie auch Herr Thiéry und Herr Tawney mittheilten, es ihnen leichter

---

1) A. a. O. S. 650, 2. Aufl. S. 796.

2) Hering, »Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges« in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. III. 1, S. 415.

schien, die relativen Tiefenunterschiede hier zu schätzen, wenn sie sich den Faden etwas ferner vorstellten. Es ist das, einfach gesprochen, das Abwehren von Etwas, was einem zu nahe an den Leib rückt. Ich weiß nicht, ob ich durch diese Aussagen beeinflusst war und mich von ihnen nicht freimachen konnte, doch glaube ich sicher, dasselbe bemerkt zu haben, was mir jene Beobachter mittheilten. Man könnte auf Grund dieser Beobachtung die von Helmholtz beschriebene Ueberschätzung der Entfernung als zunächst durch Ermüdung bedingt und aus dem Streben nach Abspannung der Convergenz und dem beschriebenen psychischen Verhalten zu erklären versucht sein.

§ 26. Wundt hob ausdrücklich hervor, dass die absolute Tiefenschätzung nicht nur eine unrichtige, sondern dass sie auch eine unbestimmte sei. Dasselbe ergibt sich auch aus Helmholtz' Versuchen. Dem gegenüber behauptet Donders, dass uns das Bewusstsein von der Convergenz eine Kenntniss der absoluten Entfernung verschaffe, d. h. »dass man sich die Entfernung des Convergenzpunktes richtig vorstellt«<sup>1)</sup>. Als Beweis dafür führt Donders zuerst das bekannte Experiment mit dem Tapetenmuster an. Dieser Versuch beweist aber nichts anderes, als dass das Bild der Tapete mit veränderter Convergenz uns bald näher, bald weiter erscheint. Und aus den am Stereoskop angestellten Experimenten von Meyer, denen die Ansicht von Donders zu Grunde lag, war eine Bestätigung für diese durchaus nicht zu entnehmen, da ihm jedes Genauigkeitsmaß darüber fehlte, um wieviel er bei Convergenz oder Divergenz das Tapetenmuster näher oder weiter schätzte. Die ganz ungefähre subjective Schätzung genügt hier nicht.

Um aber seine Ansicht vollends zu bestätigen, theilt Donders noch ein besonderes, von ihm angestelltes Experiment mit. Es ist folgendes: durch passendes Convergiere der Sehachsen vereinigt er zwei gleich weit entfernte Kerzen zu einem Bilde. Bringt man jetzt schnell ein Stäbchen an das mittlere Kerzenbild heran, so erscheint es einfach, Beweis genug, so meint Donders, dass die Entfernung des Convergenzpunktes richtig geschätzt wurde. Doch gelingt das

---

1) Donders, a. a. O. S. 21 f.



Experiment nicht gleich von Anfang an in dieser Weise. Donders schreibt selbst: »Wohl braucht man einige Zeit, um völlig von allem dem zu abstrahiren, was die Vorstellung von einer größeren Entfernung erregen könnte; bei den ersten Versuchen versetzt man das Stäbchen daher gewöhnlich noch in zu große Ferne, und sieht es in gleichnamigen Doppelbildern. Schließlich aber wird die Vorstellung — bei mir wenigstens — vollkommen genau, und was noch mehr sagen will, ich fühle dann, dass sie genau ist, ich weiß, dass sie völlig der Convergenz gehorcht«<sup>1)</sup>. In diesen kurzen Ausführungen von Donders sind zwei Momente enthalten, die die Schlussfolgerungen ihres Autors nicht zulassen, und endlich enthalten sie noch eine Schwierigkeit psychologischer Natur.

Dadurch, dass es einiger Zeit bedurfte, um von allem dem zu abstrahiren, was die Vorstellung von einer größeren Entfernung hervorrufen konnte, ist zugestanden, dass nicht nur andere Motive zur Ausbildung verschiedener Entfernungsvorstellungen vorhanden waren, sondern dass überhaupt mehrere solche Raumvorstellungen miteinander concurrirten, also es sich nur um eine relative Entfernungsschätzung handeln konnte. Dies ist das erste Moment, weshalb Donders' Experiment von vornherein verfehlt ist. Ferner, Donders lernt nach eigener Beschreibung erst allmählich die Entfernung des Convergenzpunktes richtig schätzen, nachdem er sie vorher einige Male consequent überschätzt hat: Donders hat also die absolute Entfernung überschätzt. Endlich ist es nach allem dem, was Donders hierüber ausführt, psychologisch schwer verständlich, wenn er behauptet, er »fühle«, dass die Entfernungsbeurtheilung genau sei und mit der Convergenz übereinstimme. Ist das »Gefühl« der Convergenz, welches irgend einer vorgestellten Entfernung entspricht, so bestimmt und deutlich, dass es sogar das Gefühl der Sicherheit und Genauigkeit in der Tiefenschätzung in sich trägt, so bleibt es einigermaßen unbegreiflich, dass es erst dann zur vollen Wirksamkeit für unsere Tiefenerkenntniss gelangt, wenn von anderen, nach sonstiger Erfahrung unterstützenden Motiven des Tiefensehens abstrahirt wird. Und muss es am Ende nicht höchst unzweckmäßig erscheinen, dass ein Motiv der sinnlichen Wahrnehmung, das überdies sogar ihre Evidenz

---

1) Donders, a. a. O. S. 22.

in sich birgt, von anderen Motiven, die immer gegenwärtig sind und gegenwärtig waren, so leicht übertönt werden kann?

Ueber das, was uns am meisten interessirt, die Bestimmtheit der Localisation des Blickpunktes, ist demnach aus den Versuchen von Donders nichts zu entnehmen. Indessen hat derselbe Forscher noch weitere Versuche mitgetheilt, aus denen einiges hierüber entnommen werden kann. Donders ließ einen leuchtenden Punkt, bestehend aus einer Reihe rasch nacheinander folgender Inductionsfunken, in einem Kasten fixiren, und mit dem Zeigefinger, der mit Kautschuk bekleidet war, treffen. Der Kopf des Beobachters war gestützt, und keine anderen Factoren als die Convergenz und die Accommodation kamen in Betracht. Innerhalb des Bereiches einer Hand betrug die Abweichung durchschnittlich nur 1 cm<sup>1)</sup>. Donders hat drei Reihen von Versuchen angestellt; in einer ersten befand sich der Beobachter in einem vollkommen dunklen Kasten, er fixirte einige Secunden den leuchtenden Punkt und suchte ihn dann mit dem Finger zu treffen. In dieser Weise ergab sich bei 31 Versuchen zwischen 110 und 610 mm Distanz ein mittlerer Fehler von 10,8 mm; der Bereich des Fehlers liegt zwischen 0 und 35. In einer zweiten Versuchsreihe blieb der Kasten offen, alle Gegenstände waren sichtbar, der Beobachter öffnete die Augen, fixirte die Elektroden und schätzte ihre Entfernung, schloss dann die Augen wieder und hatte nun den Punkt zwischen den Elektroden zu treffen. Innerhalb 80—630 mm ergab sich für 21 Einzelversuche ein mittlerer Fehler von 10,7 mm; die Raumstrecke der Fehler lag zwischen 0—25 mm. Endlich wurde dieser Versuch im dunklen Kasten wiederholt; es ergab sich für die Entfernungen von 60—610 mm aus neunzehn Einzelversuchen ein mittlerer Fehler von 12,9. Der Spielraum der Fehler bewegte sich zwischen 0 und 60.

Donders schloss aus diesen Versuchen, besonders aus dem fast gleich großen mittleren Fehler bei dunklem und offenem Kasten, dass die Entfernungsschätzung für zwei gute Augen fast ebenso vollkommen sei bei Ausschluss aller Hülfsfactoren, wie dann, wenn letztere die Entfernungsschätzung unterstützen<sup>2)</sup>. Donders hätte

1) Donders, »Die Projection der Gesichterscheinungen nach den Richtungslinien« in Graefe's Archiv für Ophthalmologie, Bd. XVII. 2, S. 17, 55 ff.

2) A. a. O. S. 59.

aber vielleicht besser gethan, statt die zweite Reihe mit der ersten, die dritte mit der zweiten zu vergleichen, und sein Schluss würde dann wohl anders lauten.

Im allgemeinen wird man das Resultat dieser Versuche nicht gerade als günstig für die Bestimmtheit der Localisation des Blickpunktes ansehen können. Indessen sind sie auch zu wenig zahlreich, um selbst das Resultat vollkommen sicherzustellen. Wenn sie das aber auch wären, so würden sie für die Bestimmtheit des Vorstellens der Entfernung des Fixationspunktes doch nichts beweisen, weil alle diese Versuche derselbe Einwand trifft, den Hering gegen den Helmholtz'schen erhoben hat. So lange also nicht das Gegentheil bewiesen wird, darf ich, mich auf das Zeugniß der inneren Wahrnehmung stützend, annehmen, dass die Entfernungsvorstellung eine von gleichen äußeren Bedingungen bestimmte und nicht von Fall zu Fall wechselnde ist. Man darf das für unseren speciellen Fall um so mehr annehmen, als der Beobachter weiß, dass die Normaldistanz innerhalb einer Versuchsreihe unverändert bleibt. Dass aber dieses Wissen von der Gleichheit der Normaldistanz nicht allein schon die Bestimmtheit der Tiefenlocalisation des Fixationspunktes bedingt und alle Resultate von diesem subjectiven Factor abhängig sind, glaube ich aus einigen Versuchsreihen entnehmen zu dürfen, in denen ich absichtlich die Normaldistanz änderte, indem ich bald die Vergleichs-, bald die Normaldistanz zuerst zeigte, ohne es natürlich dem Beobachter zu sagen. Bald aber frug mich dieser, ob ich die Normaldistanz einhalte. Und auf meine Frage: »weshalb dieses Bedenken?« erhielt ich die Antwort, dass ihm die als Normaldistanz fungierende Entfernung bald größer, bald kleiner als gewöhnlich erscheine. Objectiv wurden dabei die Verschiebungen des Fadens ebenso richtig geschätzt wie beim Einhalten der immer gleich großen Normaldistanz. Wurde dagegen der Beobachter durch den Wechsel der Normaldistanz subjectiv unsicher, so zeigte sich das alsbald auch in den objectiven Ergebnissen einer solchen Reihe.

### c. Die Theorie von Wundt und die Theorie von Hering.

§ 27. Nehmen wir hiernach an, dass die Entfernungsvorstellungen unter gleichen Bedingungen dieselben seien, so ist die nächste Frage: was ist die subjective Ursache der bestimmten Tiefenlocalisation des

Blickpunktes in jedem einzelnen Falle in unseren Versuchen? Zwei Theorien stehen sich entgegen, deren vornehmste Vertreter heute Wundt und Hering sind. Wir lernten sie beide in der Einleitung in ihren Grundzügen kennen. Die eine Theorie macht für die Tiefenlocalisation kurz gesagt die Muskelempfindungen verantwortlich, die durch die Thätigkeit der Augenmuskeln hervorgerufen werden. Die andere Theorie lässt die Localisation des Blickpunktes bei Ausschluss der erfahrungsmäßigen Motive durch willkürlich intendirte Bewegungen in erster Linie geschehen, wobei das Schwergewicht nicht auf die ausgeführten Bewegungen, sondern auf die gewollten Bewegungen fällt, oder, wie man sich kurz ausgedrückt hat, auf den bewussten Willen<sup>1)</sup>.

§ 28. Sehen wir zunächst zu, wie weit die zweite Ansicht den mitgetheilten Resultaten unserer Versuche genügen kann. Hering schreibt gelegentlich, und wie es scheint gerade mit Rücksicht auf die Wundt'schen Versuche: »Wenn wir in einen Raum blicken, der z. B. nichts enthält als einen verticalen Faden, und dessen Hintergrund der helle Himmel bildet, so werden dabei unsere Augen zunächst entweder parallel gerichtet sein, oder, wenn wir von vorneherein etwas in der Nähe Befindliches vermuthen, eine von dieser Vorstellung der Nähe abhängige Convergenz haben. Ersten Falles wird uns der Faden gekreuzte Doppelbilder geben, welche in uns ein

1) Volkmann dürfte der Erste gewesen sein, der diese Meinung mit voller Klarheit vertreten hat. Dazu veranlassten ihn nebst seinem Standpunkt der nativistischen Raumtheorie noch die Beobachtungen, dass sich ein Netzhautbild oder Nachbild oder endlich das ganze dunkle Gesichtsfeld bei geschlossenen Augen nur bei willkürlicher Augenbewegung mitbewegt, nicht aber, wenn diese letzteren passiv, z. B. durch Fingerdruck, bewegt werden. Theoretisch fand das Volkmann vollkommen begreiflich und sah darin nur eine Bestätigung seiner theoretischen Ansichten. Denn er sagt: »Gibt es Raumschauungen a priori, so muss es auch Bewegungsanschauungen a priori geben« (Müller's Archiv f. Anatomie und Physiologie 1839, S. 233 ff.). Dieselben Ansichten sind natürlich auch in seinem Aufsätze über das Sehen in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. III. 1, S. 343 ff., vertreten. So war es denn bei ihm die Vorstellung, die den Blickpunkt erst in den Convergenzpunkt versetzt, ein Satz, der besonders von Donders aufgenommen wurde (Archiv f. Ophthalmologie, Bd. XVII. S. 11). Doch hielten beide Forscher noch an den Muskelempfindungen fest, und es ist erst Hering, der sie in ihrer Bedeutung für das Tiefensehen verwarf. (Beiträge I. S. 31, II. S. 141, V. S. 344 ff., ferner Archiv f. Ophthalmologie XIV. S. 5, und in Hermann's Handbuch der Physiologie III. 1, S. 534 ff.)

Nahegefühl erwecken. Dementsprechend wird das motorische Centrum der Convergenzbewegungen innervirt, die Augen beginnen zu convergiren, und diese Bewegung dauert so lange fort, als noch ein gekreuztes Doppelbild besteht, also auch das Nahegefühl noch ausgelöst wird. Wenn dann schließlich die Fadenbilder auf die mittleren Längsschnitte fallen und zugleich die Augen zum Stehen kommen, so wird der Faden selbstverständlich näher gesehen werden, als er gesehen worden wäre, wenn er schon beim ersten Blick identische Bilder gegeben hätte.

»Sind wir aber an den Versuch schon mit dem Vorurtheil gegangen, es befinde sich ein Object in der Nähe, so wird diese Vorstellung der Nähe die Augen schon zuvor in eine gewisse Converganz gebracht haben, und je nachdem nun diese zufällig der wirklichen Ferne des Fadens entspricht, oder aber, wie meistens der Fall sein wird, zu groß oder zu klein ist, wird der Faden ein ungekreuztes oder gekreuztes Doppelbild geben, und mit Hülfe des durch dasselbe erweckten Tiefengefühles die ungefähre Vorstellung, die wir von vorneherein von der Lage des Objectes hatten, in dem oder jenem Sinne corrigirt werden«<sup>1)</sup>.

In diesen Auseinandersetzungen wäre, wenn man die Voraussetzungen der Theorie anerkennt, die Erklärung für unsere Versuche gegeben, und man wird kaum umhin können zuzugestehen, dass vom Standpunkte dieser Theorie aus der Vorgang in der geschilderten Weise wohl denkbar ist. Zunächst ist es das von Hansen Grut sogen. »Nahebewusstsein«<sup>2)</sup>, was die Entfernungsvorstellung bestimmt, und sodann das Netzhautbild als Mittel zur relativen Entfernungsschätzung. Sollte aber der Beobachter von allem dem nichts bemerken? Die Aussagen aus der inneren Wahrnehmung meiner Beobachter enthalten nichts dergleichen; ohne aber diese zu berücksichtigen, dürfte in der Psychologie eine Erklärung irgend eines Vorganges nicht zulässig sein.

Es erhebt sich ferner ganz allgemein ein Einwand gegen diese Theorie, dem gegenüber sie um eine Antwort verlegen sein dürfte,

1) Hering, Beiträge V. S. 343 f.

2) *Compte-Rendu des travaux de la Section d'ophtalmologie du Congrès international, Copenhague 1884. S. 153.*

nämlich: wodurch ist die Entfernungsvorstellung, die die Sehachsen zur Convergenz bringt, von allem Anfang her bedingt? Es ist leicht einzusehen, dass das sogen. Nahebewusstsein nicht nur ein hoch entwickeltes Raumbewusstsein voraussetzt, sondern auch im allgemeinen eine Kenntniss der Oertlichkeit, in der man sich befindet<sup>1)</sup>. Wo diese beiden Bedingungen nicht zutreffen — und man braucht da nicht weit in die Kindheit zurückzugehen, der Fall ist durch künstliche Hülfe, was die Ausscheidung der Ortskenntniss anlangt, auch bei Erwachsenen möglich — so dürfte man vergeblich nach der obigen Theorie fragen: durch was wird hier die absolute Entfernungsvorstellung und die durch sie hervorgerufene Convergenzeinstellung bedingt? Man kann hier nicht antworten: durch erfahrungsmäßige Motive, die im schlimmsten Falle durch willkürlich falsche Augenstellungen selbst hervorgerufen werden, denn ihre Interpretation setzt ja die Tiefenwahrnehmung bereits voraus.

§ 29. Die erste Theorie, die der Augenmuskelempfindungen, befindet sich diesen Schwierigkeiten gegenüber in keiner Verlegenheit. Ohne den wesentlichen Antheil des Netzhautbildes bei jeder Entfernungsvorstellung zu verkennen, nimmt sie noch Empfindungen der Augenmuskeln zu Hülfe. Wenn aber Hering gerade aus Wundt's negativem Resultat über die absolute Tiefenlocalisation den Beweis entnimmt, dass die Augenmuskelempfindungen hier nichts leisten<sup>2)</sup>, so glaube ich dem gegenüber heute hervorheben zu können, dass Wundt bei der geringen Zahl seiner Versuche der wahre Sachverhalt entgangen ist, und man vielmehr annehmen muss, wie dies aus den Mittheilungen meiner sämtlichen Beobachter hervorgeht, dass eine irgendwie, je nach Umständen, beschaffene absolute Tiefenschätzung wohl vorhanden ist. Das, worauf am meisten die schwankenden Ergebnisse in den Versuchen von Wundt beruhen, hat Hering später selbst hervorgehoben, nämlich: »dass die scheinbare Entfernung des Fadens mit einer ganz anders gelegenen Raumstrecke aus der Erinnerung verglichen werden musste«<sup>3)</sup>. Die Unsicherheit des

1) Hansen Grut gebraucht in der That seinen Terminus nur in diesem Sinne, a. a. O.

2) Hering, Beiträge V. S. 342 f.

3) Hering, Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. III. 1, S. 415.

Ergebnisses scheint also auf einer nicht einwandfreien Methode zu beruhen, und kann deshalb auf die Bedeutungslosigkeit der Muskelempfindungen kein Schluss gezogen werden. Uebrigens geht aus Wundt's Experimenten nur hervor, dass die absolute Entfernungsschätzung eine unbestimmte war, nicht aber, dass sie keine, d. h. eine unmögliche war. Und dieselbe Anerkennung einer stattgehabten absoluten Tiefenvorstellung geht auch aus Hering's Bemerkung darüber hervor. Endlich, wie wäre es denkbar, dass der Beobachter aus dem Gedächtniss ein Urtheil über die relative Entfernung hätte, ohne irgend eine Vorstellung über die absolute? Man darf hier nicht verwechseln die Entfernungsvorstellung mit dem Größenurtheil über die Entfernung. Das Urtheil über die relative Entfernung in den Versuchen von Wundt und mir bestand auch nur in der Angabe von »näher« oder »weiter«, die bemerkte Verrückung des Fadens in der Größe eines Maßes auszudrücken, war dem Beobachter ebenso unmöglich, als diejenige der absoluten Entfernung.

Demselben Versuche von Wundt und seinen Resultaten glaubt Hering auch den Beweis entnehmen zu müssen, dass die Verlegung der Sehdinge in den Außenraum nicht von den Augenmuskelempfindungen bedingt sei, denn dann müssten sie, meint Hering, in dem Convergenzpunkt der Blicklinien gesehen werden. Natürlich erhebt Hering diesen Einwand vom Standpunkt der älteren Projectionslehre aus. Aber aus demselben Grunde, aus welchem Hering ihn erhebt, aus demselben Grunde hat er keine Existenzberechtigung, nämlich, weil Wundt selbst ausdrücklich hervorhebt, dass wir die Objecte nicht im Schnittpunkte der Sehachsen sehen<sup>1)</sup>. Es ist ferner auch nicht einzusehen, was Empfindungsgrößen, in unserem Falle Convergenzempfindungen, mit objectiven Größen zu thun haben. Wenn es auch richtig ist, dass jene von diesen bedingt sind, so heißt das doch nicht, dass sie jenen genau entsprechen müssen, und ein gewisses Parallelgehen findet, je nach Umständen, immer statt.

Als ein wesentlicher Einwand muss es ferner angesehen werden, wenn Hering behauptet, dass das Verschmelzungsbild zweier Punkte, die vor je einem Auge gelegen sind, nicht hinter oder vor der Ebene, in der sie gezeichnet sind, erscheinen, wenn man die Blicklinien

---

1) Wundt, Beiträge S. 193 f.

hinter oder vor dieser sich kreuzen lässt<sup>1)</sup>. Hering ist der einzige Forscher, der dies behauptet; dass aber diese Behauptung nicht beweisend ist, hat Donders genügend gezeigt, indem er Hering aus seinen eigenen Schriften nachwies, dass es sich bei ihm um eine ganz individuelle Erscheinung handelt<sup>2)</sup>.

§ 30. Man hat den Werth der von Wundt vertretenen Theorie noch dadurch gering anzuschlagen versucht, dass man meinte, die Muskelempfindungen seien eine überflüssige Annahme. Es ist keine Hypothese, so meint Hering, sondern lediglich eine Darstellung des thatsächlichen Sachverhaltes, wenn man die Augenstellung als von der Localisirung der Aufmerksamkeit abhängig erkennt, welche letztere auch die Localisirung des Kernpunktes und damit dann auch den Ort des fixirten Objectes bestimmt. Die Einführung von Muskelempfindungen oder Innervationsempfindungen ist dann ganz unnöthig, sie werden nur gefordert durch »gewisse theoretische Voraussetzungen«. »Denkt man sich, dass der jeweilige Ort der Aufmerksamkeit bedingt ist durch einen bestimmten psychophysischen Process, so kann man diesen Process auch zugleich als das physische Moment gelten lassen, welches die entsprechende Innervation der Augenmuskeln auslöst. Es ist von vorneherein nicht einzusehen, was durch die hypothetische Einschiebung eines weiteren physischen oder psychischen Vorganges, welcher den Innervationsgefühlen zu entsprechen hätte, irgend gewonnen werden kann«<sup>3)</sup>.

Zweierlei kann hier gemeint sein: entweder ist das, was hier als psychophysischer Process bezeichnet wird, ein schlechthin Einfaches und weiter nicht Analysirbares, oder es ist nur ein allgemeiner Ausdruck einer allgemeinen Thatsache. Näher besehen aber ergibt sich, dass es für den Psychologen zunächst irrelevant ist, was von beidem gemeint ist, denn die »Empfindungen des Ortes« sind ja für den Psychologen selbst nach Hering aus Breiten-, Höhen- und Tiefengefühlen zusammengesetzt. Was entspricht diesen rein psychologischen Bestimmungen im psychophysischen Prozesse? Hering spricht davon nicht, und es bleibt bei diesem ganzen Geschäfte der psycho-

1) Hering, Beiträge I. S. 33.

2) Archiv f. Ophthalmologie Bd. XVII. S. 2f.

3) Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. III. 1, S. 547 f.



physische Process unberührt, seine Benennung ist nur der allgemeine Ausdruck eines sich im Centralorgane abspielenden Vorganges. Die psychologische Analyse musste aber vorgenommen werden, es fragt sich nur, was für eine Analyse: eine solche, die gewisse, auf der objectiven Seite der Forschung erkannte Verhältnisse in eine bequeme psychologische Sprache einfach umsetzt, und damit eigentlich nichts mehr aussagt, als was bereits schon dort erkannt wurde; oder eine Analyse, die, zunächst unbekümmert um die physikalischen Verhältnisse, allein auf den psychischen Inhalt gerichtet ist, und erst nachträglich — jedenfalls nicht vorher — zusieht, wie dieser mit jenen übereinstimmt? Den ersten Weg schlugen Hering und mit ihm seine Anhänger ein, den andern Wundt und andere ihm Gleichdenkende; die Ergebnisse waren dementsprechend verschiedene. Ob hier eine Entscheidung möglich ist? Schon der Umstand, dass die Bezeichnungen Breiten-, Höhen- und Tiefengefühle nicht anders entstanden sind als durch Umsetzung von Breiten-, Höhen- und Tiefenwerthen auf der Netzhaut in psychologische Thatsachen, und dass die Inhalte dieser Begriffe bloß durch die letzteren gefordert werden, genügt, um mindestens diese Methode zu verwerfen. Mehr aber als das wiegt der Umstand, dass solche räumliche »Gefühle«, — nicht Empfindungen, was bei Hering soviel wie Vorstellungen und Wahrnehmungen heißt — wie sie oben genannt sind, nicht nur unmittelbar nicht wahrnehmbar sind, sondern auch jede Andeutung für ihre Existenz zu fehlen scheint. Für einen Psychologen, der mit »unbewussten Empfindungen« zu rechnen vermag, wird das natürlich kein Einwand sein, für andere aber, für die unbewusste Empfindungen nicht existiren, und für die, wie Wundt erst unlängst ausführte, jede Frage in der Psychologie eine »Thatfrage« ist<sup>1)</sup>, für sie wird der oben hervorgehobene Umstand genügen, um solche räumliche »Gefühle«, wie sie Hering und andere Forscher hypostasiren, mindestens so lange für zweifelhaft und für die Theorie unbrauchbar zu halten, als es nicht gelingen wird, von ihnen in irgend einer Weise Kenntniss zu erlangen. Allen diesen hier gestellten Ansprüchen genügt aber vollkommen diejenige Theorie, welche den Muskelempfindungen für die räumliche Tiefenlocalisation eine Rolle beimisst. Also weder hypothetisch noch unnöthig ist die

---

1) Wundt, Philosophische Studien, Bd. XII. S. 44.

Annahme von Muskelempfindungen zur Erklärung der räumlichen Tiefenlocalisation. Ohne ihre Hülfe dürfte es kaum möglich sein, ein anderes sinnliches Moment ausfindig zu machen, das unter Bedingungen, wie sie oben in den Versuchen stattfanden, einen Aufschluss über die absolute Tiefenlocalisation geben könnte.

#### d. Theorie der binocularen Versuche.

§ 31. Es wurde oben ausgeführt, dass sich der Beobachter zunächst eine Entfernungsvorstellung von der Distanz des Fadens bildet, indem er seine Sehachsen genau auf denselben einstellt, und für die bestimmte Form dieser Vorstellung noch die sonst im sichtbaren Raume unterscheidbaren räumlichen Verhältnisse maßgebend sind. Diese Entfernungsvorstellung behält der Beobachter im Gedächtniss, seine Aufmerksamkeit ist auf sie, nach dem Zeugniß der inneren Wahrnehmung fast aller Beobachter, am stärksten dann gerichtet, wenn das Signal für das Erscheinen der Vergleichsdistanz gegeben wird. Und nun war zweierlei zu beobachten: entweder wurde das Urtheil über die neue Distanz sofort beim Hineinblicken in das Blickrohr abgegeben, oder erst nach Verlauf einer längeren Zeit und Ueberlegung. Im ersten Falle wurde das Urtheil als unmittelbar gewiss, der Eindruck als sinnlich evident bezeichnet. Nicht als ob der Beobachter sich zuerst eine Vorstellung von der neuen Distanz gebildet hätte, um sie dann mit der im Gedächtniss aufbewahrten zu vergleichen; im Gegentheil war die Aufmerksamkeit so stark als möglich auf die Gedächtnissvorstellung gerichtet, ebenso sehr aber bereit, auf einen neuen Eindruck überzugehen, um nun, sozusagen plötzlich, den Unterschied beider wahrzunehmen. Die so zu Stande gekommenen Urtheile sind in der weit überwiegenden Zahl der Fälle richtig. Nicht selten aber geschah es, besonders zu Anfang der Versuche, wo die Uebung noch nicht groß genug war, dass der Beobachter sein Urtheil nicht plötzlich abgeben konnte, sondern erst nach einiger Ueberlegung. Die Ursache davon war, so weit sich dies zu erkennen gab, eine doppelte: entweder konnte aus was immer für einem Grunde die Entfernungsvorstellung im Gedächtniss nicht fest und klar genug behalten werden, und dann besann sich der Beobachter auf mehr secundäre Hilfskriterien, wie etwa die Deutlichkeit des Fadens, oder

die Vorstellung wurde im Gedächtniss wohl festgehalten, es traten aber beim Sichtbarwerden der Vergleichsdistanz veränderte äußere Bedingungen ein, meistens ein Wechsel in der Beleuchtung, oft auch eine bemerkbare, zu ungenaue, oder vielleicht zu langsam vor sich gegangene Convergencz- und Accommodationseinstellung. Wenn solche Vorkommnisse störend hervortraten, waren es wieder die öfters schon hervorgehobenen Hilfskriterien, wonach sich der Beobachter im Urtheil richtete. In allen diesen Fällen hatte er das Gefühl der Unsicherheit, und er irrte sich in der That nicht selten.

Die zuletzt hervorgehobene Art, die relativen Entfernungsstrecken zu erkennen, bietet für die Erklärung keine Schwierigkeit, sie liegt offen auf der Hand. Eine wenn auch nicht deutliche Vorstellung von der Normaldistanz hatte sich der Beobachter im Gedächtniss immerhin bewahrt; unfähig, sofort beim Anblick der neuen Distanz den Unterschied zur vorangehenden zu erkennen, verfährt er aber jetzt gerade so wie bei der Einprägung der Normaldistanz, und versucht dann zu vergleichen, ein Verfahren, das für jeden Beobachter deutlich den Stempel der Unsicherheit an sich trug.

Anders muss der Vorgang gedacht werden in den Fällen, wo der Beobachter sein Urtheil plötzlich abgab. Zu Anfang gaben mir die Beobachter keinerlei Winke aus der inneren Wahrnehmung an die Hand, um eine vollständige Beschreibung und Erklärung des fraglichen Vorganges zu liefern. Erst nach längerer Uebung bemerkte bald der Eine, bald der Andere, dass ihm das Dreieck oder Rechteck, das er im Gedächtniss behielt, und in das ihm die Entfernungsvorstellung der Normaldistanz eingegangen war, beim Anblick des zweiten Fadens fast plötzlich die Form veränderte, länger und schmaler oder kürzer und breiter erschien. In dieser concreten Weise beschrieben mir die Beobachter das was sie beobachteten. Unabhängig von dieser Beschreibung merkte ich schon vorher, dass ich so geringe Distanzverschiebungen, wie sie in den Tabellen durch Uebung erreicht worden sind, nur in dieser Weise erkennen konnte. Ich glaube deshalb, dass sich hier zwischen zwei Vorstellungen ein Assimilationsprocess abspielt, zwischen der im Gedächtniss behaltenen und der neu eintretenden. Die neu eintretende Vorstellung ist in ihrer allgemeinen Form sehr unbestimmt, was aber in ihr dominirt, ist die eben sinnlich erregte Muskelempfindung; die Gedächtnissvorstellung

ist in ihrer Form bestimmt und dominirt in dieser Beziehung über die neue Wahrnehmung. In der neuen Vorstellung, die durch die zwei sich begegnenden entsteht, wird die sinnlich frisch hervorgerufene Muskelempfindung zum Zeichen der Tiefe, oder sie ist es, die in der neuen Vorstellung die Tiefe zum Ausdruck bringt, dagegen wird die allgemeine Form dieser Vorstellung von der ersten aus dem Gedächtnisse entlehnt, und es begreift sich so leicht jener Eindruck, dass sich das Dreieck oder Rechteck, das im Gedächtniss lebhaft festgehalten wurde, beim Anblick der Vergleichsdistanz in die Länge zog und schmaler ward, oder verkürzt und breiter erschien <sup>1)</sup>.

§ 32. Ist die ausgeführte Ansicht richtig, ist es vor allem richtig, dass die Muskelempfindungen aus Convergenz diejenigen Bewusstseins-elemente sind, welche in unseren Versuchen in der Raumvorstellung die Beziehung nach der Tiefe unmittelbar bedingen, so wird es leicht sein, noch einige Beobachtungen zu erklären, die bei diesen Versuchen zum Vorschein kamen. Vor allem die Thatsache der geringeren Annäherungsschwelle und größeren Entfernungsschwelle. Dass wir die Erklärung von Wundt nicht annehmen können, geht schon daraus hervor, dass seine Erklärung sich nur auf eine geringe Raumstrecke bezieht, innerhalb deren er jenen Unterschied fand; dagegen kann sie immerhin ihre Richtigkeit für fernere Distanzen haben. Aber auch hier natürlich mit Rücksicht darauf, dass der allgemeine Vorgang ein solcher ist, wie er oben beschrieben wurde, oder jedenfalls ein ihm ähnlicher.

Für unseren Fall ist zunächst festzuhalten, was zu erklären ist: es handelt sich, an sich betrachtet, um ein rein äußerliches Ergebniss, von dem der Beobachter nichts weiß. Es wird daher auch für die Erklärung zweierlei möglich sein: entweder ist das Resultat ein mehr äußerliches, d. h. durch physikalische Umstände bedingt, oder aber ein psychologisches, durch irgend eine Besonderheit in den Muskelempfindungen selbst verursacht. Diese letztere Möglichkeit hat schon Wundt verworfen, weil nicht einzusehen sei, weshalb durch die Thätigkeit der recti externi ein weniger fein abgestuftes System von Muskelempfindungen gegeben sein sollte, als durch die recti interni. Für uns kann dieser Versuch einer Erklärung schon des-

1) Vergl. Wundt, Grundzüge 4. Aufl. II, S. 439 f. u. früher.

halb nicht in Betracht kommen, weil wir erkannten, dass uns die Bedingungen nicht erlauben, anzunehmen, die Entfernung werde bloß durch die Thätigkeit der *recti externi*, die Annäherung durch diejenige der *recti interni* geschätzt, da die Einstellung der Sehachsen für beide Distanzen, Normal- und Vergleichsdistanz, in gleicher Weise immer wieder von neuem stattfand. Oder, wenn auch die im Gedächtniss festgehaltene Entfernungsvorstellung der Normaldistanz auf die Augenstellung in der Pause einen Einfluss haben sollte, was ja wahrscheinlich ist, so ist dieser Einfluss nicht genau untersucht, er dürfte sich aber kaum so weit erstrecken, um in der Sehachsen-einstellung jene Genauigkeit zu erreichen, die durch unsere Versuche gefordert werden müsste. Jedenfalls ist so viel sicher, dass, unter Voraussetzung der Richtigkeit unserer Beschreibung der Versuche, und ebenso ihrer Erklärung, auch nur über eine eventuelle Möglichkeit in der Feinheit der durch die *recti externi* und *interni* bedingten Empfindungen nichts ausgesagt werden kann. Setzten wir aber, bloß der Wahrscheinlichkeit nach, voraus, die Feinheit der Muskelempfindungen sei für unsere Auffassung dieselbe, ob sie von den äußeren oder inneren Geraden kommen, und betrachten wir bloß die Strecken, um die sich die Sehachsen des Doppelauges bewegen müssen, wenn gleich intensive Empfindungen hervorgerufen werden sollen, so ist es leicht ersichtlich, dass bei gleich großen Drehungswinkeln die Entfernungsstrecken immer etwas größer sein müssen, als die Annäherungsstrecken. Man zeichne sich einfach ein gleichseitiges Dreieck, vergrößere und verkleinere einen Basalwinkel um gleiche Größen, und man wird das Gesagte ohne weiteres einsehen. Von diesem Standpunkte der Betrachtung aus würde die durchgehends geringere Annäherungstrecke weit mehr eine physikalische als eine psychologische Consequenz sein. Nun sind aber die Differenzen der Drehungswinkel in den sämtlichen Tabellen für die Entfernung immer noch etwas größer als für die Annäherung. Hier scheinen sich daher einige Schwierigkeiten einzuschieben. Diese Differenz der Drehungswinkel scheint nämlich direct entweder auf eine organische Ursache in den Muskeln oder ganz unmittelbar auf eine psychologische Ursache hinzuweisen. Die erste Möglichkeit haben wir schon abgelehnt, es bleibt nur die zweite. Ein Gedanke ist hier naheliegend. Vorstellungsstrecken werden verschieden aufgefasst, je nachdem die Muskel-

empfindungen in ihnen durch geringere oder größere Anstrengung in der Augenbewegung zu Stande kamen. Dies darf wohl als psychologisch sicher angesehen werden<sup>1)</sup>.

Es ist ferner wohl sicher, dass für die Auffassung, ob Näherung oder Entfernung, nicht bloß eine Convergenzempfindung von bestimmter Intensität allein maßgebend ist, sondern auch die Art, wie diese von dem Bewusstsein aufgenommen und für unsere Auffassung verarbeitet wird. Da ferner gewiss ist, dass für eine größere Convergenz eine größere Anstrengung zu ihrer Herstellung erforderlich ist, als für eine geringere, so heißt das weiter: es wird für gleich große Unterschiede in den Drehungswinkeln auf die Einwärts- oder Convergenzdrehung eine größere Anstrengung entfallen, als auf die Auswärts- oder Divergenzdrehung. Es würde in diesem Falle die Empfindungs- oder besser Vorstellungsstrecke für die Annäherung größer geschätzt werden müssen, als für die Entfernung. Nun handelt es sich bei uns um ebenmerkliche Vorstellungsstrecken, die für einen und denselben Ausgangspunkt als Annäherungs- und Entfernungsstrecke in der Empfindung oder Vorstellung nur ein wenig verschieden sein werden. Wie aber gleich großen Drehungswinkeln ungleich große Anstrengungen entsprechen, und diesen gemäß dann auch ungleich große Vorstellungsstrecken, so auch umgekehrt gleich großen Vorstellungsstrecken ungleich große Drehungswinkel. So würden sich auf Grund einer bekannten psychologischen Thatsache die kleineren Differenzen der Drehungswinkel der Sehachsen bei der Schätzung der

---

1) Vergl. Wundt, Grundzüge 4. Aufl. II. S. 131f., 137ff. Lipps verwirft diese Ansicht bloß deshalb, weil ihm Horizontalbewegungen schwerer sind als Verticalbewegungen. Der Einwand ist offenbar vom Standpunkte der eigenen Theorie erhoben, wonach die Bewegungsempfindungen, sofern sie für das räumliche Sehen in Betracht kommen, Erfahrungszeichen sind. Abgesehen davon, dass das schlechterdings nicht zutrifft, kann aus einer bloßen Wahrnehmung über die Ermüdung bei Augenbewegungen nicht ohne weiteres entschieden werden, woher die Ermüdung kommt. Die obige Theorie stützt sich, nachdem sie einmal aus der unmittelbaren psychologischen Wahrnehmung — nicht Erfahrung — Muskelempfindungen constatirt hat, auf Betrachtungen der mechanischen Principien des Augenbewegungsmechanismus. Endlich kann eine vereinzelte Beobachtung gegenüber der Summe von Beispielen, durch die jene Theorie gestützt wird, nichts beweisen. — Lipps erklärt das Ueber- und Unterschätzen von Strecken durch das »Urtheil«, dieses muss aber eine Vorstellungsgrundlage haben. (Lipps, Ebbinghaus' und König's Zeitschrift f. Psychologie Bd. III S. 121 ff.)

Annäherung gegenüber der größeren für die Entfernung ungezwungen erklären. Dass diese Erklärung keineswegs einen bestimmten Punkt voraussetzt, von dem aus Convergenz- und Divergenzbewegungen ausgeführt werden, dürfte aus der Erklärung selbst hervorgehen, denn ihr Ausgangspunkt ist bloß irgend eine bestimmte, in der Entfernungsvorstellung enthaltene Convergenzempfindung. Ist die nächste Distanz eine kleinere, so ist größere Anstrengung zu der ihr entsprechenden Convergenzstellung erforderlich als vorher, und umgekehrt, wenn die zweite Distanz größer ist. Die Differenzen der Drehungswinkel und in weiterer Consequenz die der Unterschiedsstrecken ergeben sich ganz nothwendig, wo immer der Ausgangspunkt der Bewegung gelegen sein mag, denn dieser kommt nicht in Betracht, sondern allein die Empfindungsgröße, die der Convergenzstellung in der Normaldistanz entspricht. Ohne auf die Drehungswinkel Rücksicht zu nehmen, bemerkt Delboeuf, dass man bei der Theilung einer Linie, die in der Sehachse (besser wohl in der medianen Sehrichtung) gelegen ist, den Theilstrich viel zu nahe dem Auge setzt, und erklärt diese Erscheinung aus der größeren Anstrengung, die für die stärkere Convergenz erforderlich sei<sup>1)</sup>.

Die obige Auseinandersetzung zeigt, dass die Thatsache der größeren Entfernungsstrecke und kleineren Annäherungsstrecke zunächst nur eine physikalisch-geometrische Consequenz verschieden großer Drehungswinkel der Sehachsen, die der Annäherung und Entfernung entsprechen, ist. Die Differenz der Drehungswinkel aber ist die Folge der psychologischen Thatsache, dass größere Bewegungsanstrengungen auch für unser Raumbewusstsein größere Raumstrecken bedeuten, und umgekehrt.

§ 33. Von geringerer Bedeutung sind einige Besonderheiten, die sich bei diesen Versuchen bemerkbar machten, und die ich glaube noch mittheilen und auf ihre wahrscheinliche Ursache zurückführen zu sollen.

Bei fast allen Beobachtern zeigte es sich, dass bei ferneren Distanzen die Zwischenstufen zwischen der absoluten Gleichheit und der Annäherungsschwelle als weiter beurtheilt wurden. Besonders

1) Delboeuf, *La psychologie comme science naturelle*. Bruxelles 1876. S. 68.

auffällig war das, außer bei den zwei schon angeführten Herren Tawney und Hoch<sup>1)</sup>, noch bei Herrn Külpe und Hicks (seine Tabelle habe ich nicht mitgetheilt, weil sie unvollständig und in nichts von den gegebenen verschieden ist). Zwei der Beobachter (Külpe und Tawney) machten gelegentlich die Aeüßerung, dass, wenn ihnen, besonders bei ferneren Distanzen, die Entfernungsvorstellung im Gedächtniss schwankend sei, sie dann geneigt seien, die Convergenz anzuspannen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auf diese Weise die Entfernungsvorstellung im Sinne der Verkleinerung der vorgestellten Entfernung sich ändert, und in Folge dessen die Vergleichsstrecken, obwohl geringer als die Normaldistanz, doch für größer gehalten werden.

Endlich kann es nach der gegebenen allgemeinen Erklärung unserer Versuche nicht mehr schwer sein, die auf S. 226 mitgetheilte Erscheinung zu erklären, nämlich, weshalb bei Herrn Thiéry, trotz oft veränderter Vorstellung von der absoluten Entfernung des ersten Fadens, die Unterschiedsschwellen für die relative Tiefenschätzung ungefähr gleich blieben. Es wurde dort als Ursache der schwankenden absoluten Tiefenvorstellung der Helligkeitswechsel erkannt. Ob nun die Vorstellung von der Entfernung des Fadens, wenn sich dieser immer in gleicher Distanz vom Beobachter befindet, eine größere oder kleinere ist, die Blicklinien kreuzen sich doch in der wirklichen Entfernung, die Muskelcontraction ist also dieselbe und die Muskelempfindung gleich stark an Intensität. Die geringen Abweichungen, die doch bemerkbar waren, und das Zeugniß der inneren Wahrnehmung lassen den Einfluss des neu hinzugekommenen Momentes noch genügend erkennen.

#### e. Theorie der monocularen Versuche.

§ 34. Die bis jetzt gegebene Erklärung der Versuche bezog sich ausschließlich auf die binocular gewonnenen Resultate, sie gilt aber auch für die monocularen; denn es darf als genügend gesichert angesehen werden, dass das verdeckte Auge den Bewegungen des offenen folgt. Der Umstand, dass die physiologische Association

1) Vergl. oben S. 150.



zwischen Convergenz und Accommodation nur eine lockere ist, kommt hier eigentlich kaum in Betracht, denn der Beobachter stellt sein Auge zunächst immer wieder aus irgend einer beliebigen, ihm bequemsten Lage für die durch das Object geforderte Entfernung ein, und es ist demnach die Mitbewegung des verdeckten Auges zunächst durch den bilateralen Bewegungsmechanismus der Augen bedingt, die genauere Einstellung aber wahrscheinlich durch den Accommodationsgrad des Sehenden. Letzteres ist festzuhalten trotz der Versuche über die Lösbarkeit der Association zwischen Convergenz und Accommodation. Denn dass die Versuche von Donders für unseren Fall gar nicht beweisend sind, darauf hat schon Czermak hingewiesen<sup>1)</sup>, und wieder auf die Ungültigkeit der Versuche dieses letzteren neuerdings Hillebrand<sup>2)</sup>. Es wurde Hillebrand darauf eingewandt, dass auch seine Versuche (ich komme bald auf diese) unter künstlichen Bedingungen ausgeführt seien. Dixon<sup>3)</sup>, der diesen Einwand erhob, scheint sich aber einer Verwechslung schuldig zu machen: die später zu besprechenden Versuche von Hillebrand und die bisher mitgetheilten stellen den Beobachter nur in Bezug auf die räumlichen Verhältnisse, unter denen er Tiefenunterschiede erkennen soll, unter außergewöhnliche Bedingungen, nicht aber in Bezug auf die Ausübung seiner Convergenz- und Accommodationsbewegungen.

Dass Wundt zur Erklärung seiner monocularen Versuche nur die Accommodationsbewegungen in Betracht zog, war zunächst durch ihre Verschiedenheit von den binocularen bedingt, sodann waren Hering's Erklärungen der Bewegungen des Doppelauges noch nicht bekannt, und so konnte Wundt mit einem Scheine der Berechtigung schließen, dass in seinen monocularen Versuchen »der Einfluss der Convergenzbewegungen wie überhaupt aller Augenbewegungen ganz und gar ausgeschlossen sei«<sup>4)</sup>. Wirklich berechtigt war aber der Schluss dennoch nicht. Denn Wundt erkennt Donders' Resultat an, dass die Deviation der Sehachse des vom Sehen excludirten Auges

1) Czermak, Gesammelte Schriften, Leipzig 1879. Bd. I, Abth. 1, S. 246.

2) A. a. O. S. 103. Vergl. oben S. 16 f.

3) Mind, 1895. New Series 14, S. 205.

4) Wundt, Beiträge S. 123.

so gering ist, dass für praktische Zwecke, wie sie für den Oculisten in Betracht kommen, der Zusammenhang von Accommodation und Convergenz als ein fester angesehen werden kann<sup>1)</sup>. Die praktischen Zwecke des Oculisten setzen aber normale Bedingungen voraus, und diese fanden auch in Wundt's Versuchen statt. Man könnte übrigens auch aus Wundt's Erklärung jenes Zusammenhanges selbst auf das Mitgehen des verdeckten Auges schließen. Wundt erkannte als Ursache jenes Zusammenhanges die physiologische Gewöhnung, und eben wegen dieser letzteren ist dann anzunehmen, dass auch die Accommodation bis zu einem gewissen Grade die Convergenzbewegung bedingen wird. Trotzdem hat Wundt, wie wir sahen, die monocularen Sehversuche bloß aus der Accommodation zu erklären versucht. Dass das in Wundt's erster Abhandlung geschah, wird durch die angeführten Gründe genügend begreiflich erscheinen<sup>2)</sup>; auffallender muss es dagegen erscheinen, wenn Landois in seinem Lehrbuche der Physiologie schreibt: »Bei gleich großem Netzhautbilde schätzen wir die Entfernung um so größer, je geringer die Accommodationsanstrengung ist (und umgekehrt). Beim binocularen Sehen taxiren wir bei gleich großen Netzhautbildern dasjenige Object als das entferntere, für welches die Augenachsen am wenigsten convergent gestellt werden (und umgekehrt)«<sup>3)</sup>. Auffallend ist das alles deshalb, weil Landois einige Seiten vorher mit besonderem Nachdruck hervorhebt, dass sich beide Augen »stets gleichzeitig bewegen, selbst dann, wenn das eine völlig erblindet ist; ja, es bewegen sich sogar noch die Augenmuskeln, wenn der Bulbus ganz extirpirt ist«<sup>4)</sup>, und doch soll der Unterschied des binocularen und monocularen Tiefensehens auf Convergenzempfindungen beruhen, die ja beide Male vorhanden sind. Die Ausführung von Landois setzt nothwendig voraus, dass der physiologische Zusammenhang zwischen Accommodation und Convergenz im Centrum ein fester sei (gleichviel, ob von allem Anfang an oder allmählich entwickelt), so dass, wenn die Accommodation des sehenden Auges als Motiv für die Convergenz wirkt, sie

1) Wundt, Beiträge S. 188.

2) In den Grundzügen der physiol. Psychologie 4. Aufl. II. S. 107 ist diese Ansicht noch unverändert aufgenommen.

3) Landois, Lehrbuch der Physiologie 8. Aufl. S. 941. 4) Ibid. S. 931.

unfehlbar einen ihr entsprechenden Convergenzgrad hervorrufen wird darauf weist hin die starke Betonung, dass sich auch das erblindete Auge oder gar nur die Augenmuskeln bei fehlendem Bulbus mitbewegen. Mag also auch die Accommodation das Motiv für die Convergenz abgeben; sofern letztere immer vorhanden ist, kann die erstere nicht als ausschließliches sinnliches Moment des monocularen Tiefenschätzens angesehen werden.

§ 35. Um den Unterschied der Ergebnisse der binocularen und monocularen Versuche leichter zu übersehen, habe ich die Ergebnisse der letzteren in den Mitteln aller relativen Constanten, die das Verhältniss der Unterschiedsstrecken zu den absoluten Entfernungen ausdrücken, zusammengestellt, entsprechend der auf S. 158 mitgetheilten Tabelle für die binocularen Versuche. Das Bestehen einer Constante, sowie der Umstand, dass sie ihrem absoluten Werthe nach größer ist für die Annäherungs- als für die Entfernungsschätzung, dürften nach den gegebenen Ausführungen für die binocularen Versuche dafür sprechen, dass auch hier die Convergenzempfindungen betheiligte sind, wengleich in diesen Versuchen als das primäre Bewegungsmotiv jedenfalls die Accommodationsbewegungen angesehen werden müssen, da die binoculare Synergie der Convergenz hier erst durch die Accommodation auf die bestimmte Entfernung ausgelöst werden kann. (S. Tabelle nächste Seite.)

Um die Verschiedenheiten der monocularen von den binocularen Versuchen zu erklären, gibt es jedoch der Gründe nur zu viele. Zunächst hat sich aus den Untersuchungen von Volkmann und Donders, besonders aber von Hering, herausgestellt, dass die Blicklinie des verdeckten Auges doch nicht ganz genau auf den fixirten Punkt eingestellt ist. In allen den mitgetheilten monocularen Versuchen befand sich der Faden nicht in der medianen Sehrichtung, sondern in der Symmetrieebene des sehenden Auges, die Convergenz war also eine asymmetrische, bei einer solchen weicht aber das verdeckte Auge im Sinne der Parallelbewegung ab<sup>1)</sup>. Die ungenauere Tiefenschätzung beim monocularen Sehen würde sich zunächst aus

1) Hering, Die Lehre vom binocularen Sehen, S. 10 ff. Vergl. Wundt, Grundzüge, 4. Aufl. II, S. 167 f.

| Beobachter         | Zahl der Distanzen | I. V.      |    |                           |     |            |    | II. V.                    |     |            |    |                           |     |      |    |    |     |
|--------------------|--------------------|------------|----|---------------------------|-----|------------|----|---------------------------|-----|------------|----|---------------------------|-----|------|----|----|-----|
|                    |                    | Abweichung |    | Mittel aller Abweichungen | Ce  | Abweichung |    | Mittel aller Abweichungen | Ce  | Abweichung |    | Mittel aller Abweichungen |     |      |    |    |     |
|                    |                    | o          | u  |                           |     | o          | u  |                           |     | o          | u  |                           |     |      |    |    |     |
| Herr Prof. Kälpe . | 9                  | 29         | 40 | 20                        | 6,6 | 25         | 30 | 17                        | 3   | 33         | 40 | 28                        | 4   | 25   | 33 | 25 | 3,7 |
| » Dr. Thiéry . .   | 12                 |            |    |                           |     |            |    |                           |     | 38,7       | 47 | 28,5                      | 5,6 | 39,5 | 50 | 25 | 6,7 |
| » Dr. Spitzer . .  | 9                  | 44         | 60 | 37                        | 6,4 | 38,5       | 60 | 27                        | 7,7 |            |    |                           |     |      |    |    |     |
| » Tawney . . . .   | 9                  | 32,5       | 40 | 20                        | 3,7 | 28,5       | 40 | 21                        | 5,5 | 39         | 50 | 20                        | 4,7 | 32   | 40 | 28 | 4,5 |
| » Fruit . . . . .  | 12                 | 42         | 60 | 33                        | 6   | 35         | 45 | 20                        | 6   | 42         | 50 | 30                        | 4,6 | 40   | 50 | 20 | 5,4 |

Die Ergebnisse von Herrn Thiéry sind sämtlich unter der zweiten Versuchsreihe verzeichnet, sie sind aber die Mittel aus vier Versuchen.

dieser Abweichung erklären lassen<sup>1)</sup>. Ferner aber ist hierbei zweifellos von Einfluss der Wegfall des zweiten Netzhautbildes, um so mehr, als im ganzen Gesichtsraume der Faden nicht das einzige war, was gesehen wurde, sondern außer ihm der verschwommene Rand des Blickrohres. Endlich, wenn auch ein Faden in der medianen Sehrichtung auf beiden Netzhäuten gleiche Bilder entwirft, so liegt im doppelten Halbbilde doch schon etwas vor, was an und für sich das Tiefensehen fördert. Die plastisch gänzlich verschiedenen Eindrücke, die man empfängt, wenn man durch das Blickrohr zuerst (monocular und dann binocular sieht, können nicht bloß durch die Abweichung der Blicklinie des verdeckten Auges erklärt werden, vielmehr muss dieser Unterschied dem Unterschied des monocularen und binocularen Sehens zugeschrieben werden. Man könnte demnach fordern, dass, um den Einfluss bloß der Convergenz auf das Erkennen der Tiefenunterschiede zu untersuchen, nur die monocularen Versuche herangezogen werden sollten, wie dies Hillebrand that<sup>2)</sup>. Dass aber die Ausführung der binocularen Versuche nicht unnöthig ist, dürfte, abgesehen von der doch wesentlichen Verschiedenheit der sonstigen Bedingungen in beiden Fällen, schon aus der Vergleichung der monocularen und binocularen Versuche hervorgehen. Diese Vergleichung zeigt zunächst, dass unter Bedingungen, wie sie in den obigen Versuchen stattfanden, der Hinzutritt des zweiten Netzhautbildes an den

---

1) Schon 1694 hat De la Hire in dieser Weise das monoculare Tiefensehen zu erklären versucht. Er schreibt mit Rücksicht auf das binoculare Tiefensehen »... pour voir un objet proche il faut donner aux deux yeux une disposition fort différente de celle qui est requise pour en voir un qui soit éloigné, et la peine que nous sentons quand nous voulons voir un objet fort proche après en avoir considéré un qui étoit éloigné, ou au contraire, ne vient que de la difficulté qu'on a de diriger les axes des deux yeux vers le même endroit. (Dissertation sur les différens accidens de la vue, Mémoires de l'académie royale des sciences IX p. 535). De la Hire schreibt ferner: On me dira que cette réponse n'est pas suffisante, puisque l'on sent toujours la même difficulté, quoiqu'on ne regarde ces objets à différentes distances qu'avec un seul oeil. Je reponse encore qu'il est vrai; mais que cette difficulté n'est pas si grande quand on ne se sert que d'un oeil, que quand on se sert des deux, et que ce qui la fait n'est en partie que l'accoutumance que l'on a de diriger les axes des deux yeux tout ensemble, vers un même endroit dont on peut connoître d'ailleurs à peu près la distance (p. 632). Mit Rücksicht auf Berkeley ist zu bemerken, dass diese Dissertation 13 Jahre vor seiner neuen Theorie des Sehens (1709) erschienen ist.

2) A. a. O. S. 101. 104, vergl. oben S. 131.

Ergebnissen fast nichts ändert. Der Hauptunterschied der Ergebnisse besteht ferner nicht, oder nicht hauptsächlich, in den feineren Unterschiedsstrecken bei binocularem Sehen, sondern weit mehr in der Leichtigkeit, größeren Sicherheit und Schnelligkeit, mit denen sie, im Gegensatz zu dem monocularen, erkannt wurden. Auch bei den monocularen Sehversuchen war der Beobachter nur dann fähig, relative Tiefenunterschiede zu erkennen, wenn er sich eine gewisse Vorstellung von der absoluten Entfernung des Fadens gebildet hatte. Aber das ging hier alles viel schwerer, die unterscheidbaren räumlichen Verhältnisse des Gesichtsfeldes waren nicht so plastisch wie dort, sie schienen fast wie in einer Ebene liegend. Alles das musste aber auch auf die Feinheit der Schwelle beim binocularen Sehen wirken. Und doch ist diese Schwelle wenig verschieden von der in den monocularen Versuchen. Gewiss achtete hier der Beobachter mehr als dort auf alle Nebenumstände, etwa Deutlichkeit des Fadens und ähnliches, doch haben diese Momente hier kaum mehr Bedeutung, als die Aufmerksamkeit des Beobachters spannen zu helfen. Durch diese gespannte Aufmerksamkeit erreichte er das gleiche Maß in den Unterschiedsschwellen, wie er es vorher bei den binocularen mit Leichtigkeit that. Nun ist sicher, dass mittelst der gespannten Aufmerksamkeit nicht das herbeigeschaffen werden kann, was von vornherein ausgeschlossen war, nämlich bei den monocularen Versuchen die fördernden Momente des binocularen Tiefenschätzens, sondern nur das, was beide Male, wenn auch unter etwas veränderten Bedingungen, doch immerhin gegeben war. Dies waren aber die Accommodations- und Convergenzbewegungen, die als Muskelempfindungen das Maß für die Unterschiedsstrecken dort und hier abgegeben haben. Also nicht unnöthig waren die binocular ausgeführten Versuche. Schon das zuletzt hervorgehobene Resultat ihrer Vergleichung mit den monocularen lohnt, so dünkt mich, die Mühe ihrer Ausführung.

§ 36. Die bisherigen Ausführungen über das binoculare und monoculare Tiefenschätzen, wie es unter den besonderen Bedingungen unserer Versuchsanordnung stattfand, ergibt als Resultat: 1) dass das sinnliche Moment der absoluten und relativen Tiefenlocalisation die Convergenz- und Accommodationsempfindungen sind; und 2) dass die Tiefenschätzung weder dadurch geschah, dass wir den Grad  $d\alpha$

Convergenzanstrengung unmittelbar wahrnehmen, noch dadurch, dass die Convergenzempfindungen mit dem zu localisirenden Objecte erfahrungsmäßig verbunden werden; sondern dass sie in den Raumvorstellungen diejenigen Elemente sind, welche die Beziehung nach der Tiefe für unser Bewusstsein bedingen und zum Ausdruck bringen.

Dass wir die Tiefe binocular »mittelst des Gefühls für den Grad der Convergenz« schätzen, hat in unseren Tagen neben Anderen auch Helmholtz behauptet<sup>1)</sup>. Man überzeugt sich aber nur allzuleicht, dass von einem unmittelbaren Wahrnehmen der Convergenzempfindung in jedem einzelnen Versuche keine Spur vorhanden ist. Und wenn Wundt meint, dass wir ein unmittelbares Bewusstsein von den Augenmuskelempfindungen haben, so ist auch damit nur gemeint, dass wir die Existenz solcher Empfindungen in unserem Bewusstsein nachweisen können<sup>2)</sup>. Dagegen kann es nicht richtig sein, wenn Lipps die Convergenzempfindungen »auf Grund der Erfahrung zu Tiefenzeichen« werden lässt<sup>3)</sup>. Die Convergenzempfindungen sind niemals selbständiger Inhalt der Erfahrung, und wären sie es, so müsste eine Tiefenwahrnehmung bereits gegeben sein. Aber eine solche leugnet Lipps überhaupt<sup>4)</sup>.

Lipps hat ebenfalls die Verschmelzung oder psychische Synthese von Convergenzempfindungen und Gesichtsvorstellungen angegriffen. Sie ist ihm ein »Wunder« — »ein Wunder nur darum, weil es jeder Analogie entbehrt«<sup>5)</sup>. Was die Analogie anbelangt, so lassen wir diesen Punkt bei Seite, — in den Grundthatsachen des Seelenlebens S. 511 wusste Lipps selbst wohl von einer Analogie zu sprechen — wir fragen nur, ob denn der Begriff der Verschmelzung im Sinne einer psychischen Synthese aus seiner eigenen Raumtheorie eliminiert ist. Da heißt es in den Grundthatsachen gleich zu Anfang des betreffenden Capitels: »Völlig gleiche und völlig gleichzeitige seelische

1) Handbuch der Physiologischen Optik, 2. Aufl. S. 795.

2) Vergl. auch Stricker »Ueber die Association der Vorstellungen«, Wien 1883. S. 56f.

3) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie von H. Ebbinghaus und A. König, III. S. 125ff. Vergl. desselben Verfassers Grundthatsachen des Seelenlebens S. 550ff.

4) Obige Schriften und Psychologische Studien S. 69.

5) Ebbinghaus' und König's Zeitschrift f. Psychologie S. 125.

Erregungen verschmelzen zu einem Bewusstseinsinhalt<sup>1)</sup>. Freilich gilt das, wenn die Qualitäten gleich oder sehr ähnlich sind. Sind sie das nicht, so bestehen sie »qualitativ nebeneinander« oder »entfernen sich qualitativ«. Für die Qualitäten des Tastsinns und des Gesichtsinns gibt es dann ein »verselbständigendes Medium«, in dem sich diese Qualitäten nebeneinander ordnen und sogar erhalten. Dieses Medium ist die »Räumlichkeit«. Und dass dem so ist, ist eine letzte, »weiter nicht ableitbare Thatsache«. Immerhin soll die »Raumconstruction« vorgenommen werden. Es verschmelzen nämlich die Tast- und Gesichtseindrücke doch nach dem Grade ihrer Aehnlichkeit, sie thun es vor allem durch das, was ihnen als Localzeichen anhaftet. Das Localzeichen selbst aber ist bei Lipps schon ein Verschmelzungsproduct, denn es bedeutet die Beziehung zweier räumlich sich ordnender Eindrücke. Das Resultat ist dann, dass je nach der Aehnlichkeit der zu einem Producte sich vereinigenden Elemente eine stetige räumliche Verschmelzung stattfindet, also im wesentlichen dasselbe, was Wundt mit dem Namen »extensive Verschmelzung« bezeichnet<sup>2)</sup>. So wird also die Raumvorstellung erklärt einmal aus einem Widerstreben gegen die vollständige Verschmelzung, und sodann aus der weiter nicht ableitbaren Thatsache, dass nun einmal gewisse Qualitäten sich räumlich ordnen. Beides zusammen bedeutet aber nur so viel: es entsteht hier ein völlig neuer Bewusstseinsinhalt. Und diese Thatsache, genannt psychische Synthese, bedarf dann auch keiner Analogie, denn sie ist eben unmittelbare Thatsache. Aber freilich, es stand als Bedingung: »einfache Eindrücke, die demselben Gebiete des Gesichts oder Getasts angehören«, Muskelempfindungen aber haben nach Lipps »mit gesehenen Größen ganz und gar nichts zu thun«<sup>3)</sup>. Wenn aber das, ist es dann nicht auch ein Wunder, dass, wenn einmal das Raumbewusstsein gegeben ist, sich Bewegungen »gewiss« mit ihnen, nämlich den gesehenen Größen, »verknüpfen« können, und jene dann »zu Zeichen werden für zukünftige Raumbestimmungen«? »Insbesondere, schreibt Lipps, kann, wer es einmal erlebt hat, dass die Durchmessung einer größeren Strecke größere Anstrengung erforderte, dazu kommen, auch in Zukunft mit dem

1) Grundthatsachen des Seelenlebens S. 472.

2) Ibid. S. 480.

3) Ebbinghaus' und König's Zeitschrift f. Psychologie S. 125.



Bewusstsein der größeren Anstrengung die Vorstellung der größeren Raumstrecke zu verbinden«<sup>1)</sup>. Sollen ferner Bewegungs-, vor allem Convergenczempfindungen auf Grund der Erfahrung zu Zeichen der Tiefe werden, werden sie da nicht von Anfang an erlebt werden müssen? Was sollte mit unserem Raumbewusstsein geschehen, wenn es bloß vom Zufall abhinge, »wenn« einmal Einer die Wahrnehmung größerer Anstrengung erleben sollte, erst dann etc.? Ich glaube, dass sich hier Schwierigkeiten aufdecken, die kaum zu überwinden sein dürften<sup>2)</sup>.

1) Ebbinghaus' und König's Zeitschrift f. Psychologie S. 125.

2) Da mir die der Erklärung der mitgetheilten Versuche zu Grunde gelegte Theorie wesentlich erscheint, glaube ich noch auf einige Einwände eingehen zu sollen, die Stumpf gegen die psychische Synthese von Bewegungsempfindungen und Qualitäten der räumlichen Sinne erhoben hat. Stumpf sagt: es gibt erstens Fälle, wo alle die Momente vorhanden sind, die zur Entstehung einer Raumvorstellung gefordert werden, und doch Raum nicht vorgestellt wird; und zweitens gibt es Fälle, wo nicht alle erforderlichen Momente vorhanden sind und Raum doch vorgestellt wird. (Ueber die psychologische Entstehung der Raumvorstellung S. 54 u. 106.) Ein Beispiel für den ersten Fall ist gegeben, wenn wir eine Reihe von Tönen singen, wir haben dann Ton-, also Sinnesqualitätsempfindungen und Bewegungsempfindungen, aber keine Raumvorstellung (S. 55). Dieser Einwand richtet sich zwar zunächst gegen Bain, nach dem die Bewegungsempfindungen durch die Unterschiede von Druck, Stärke, Spannung und Dauer das eigentliche Moment sind, das die Raumvorstellung hervorbringt. Es wird aber dann dieses Beispiel gegen die »psychische Chemie« — Stumpf braucht diesen Ausdruck — für den Fall des Raumvorstellens überhaupt geltend gemacht. Nun muss gesagt werden, dass das Beispiel so unglücklich als nur denkbar gewählt ist. Während zwischen Netzhautpunkten des Auges und dem Bewegungsmechanismus desselben ein inniger reflexartiger Zusammenhang besteht, besteht zwischen den Muskelactionen des Kehlkopfes und den Tonvorstellungen gar kein Zusammenhang, oder doch nicht mehr als zwischen einem Klavierhammer, der die Saite in Schwingungen versetzt, und dem gehörten Tone. Das zweite Beispiel, beweisend für den zweiten der obigen Fälle, gehört dem Gebiete der Tastvorstellungen an. Stumpf sagt: wenn bei geschlossenen Augen die Hand auf dem Tische liegt, und zuerst nur ein kleiner Theil derselben mit einem glatten Metall von gleichmäßiger Temperatur bestrichen wird, dann ein größerer, so wird man Unterschiede in der Ausdehnung der bestrichenen Theile wahrnehmen. Desgleichen, wenn man bald größere bald kleinere Münzen auflegt. Bewegungsempfindungen haben hier, so meint Stumpf, gefehlt. Raum werde aber trotzdem vorgestellt. Natürlich, denn es waren weit mehr Elemente vorhanden, als die von Stumpf bekämpften Theorien es fordern. Abgesehen davon, dass in einem Falle eine kleinere Anzahl sensibler Organe der Haut gereizt wurde als im anderen, und dass die verschiedenen Stellen der Haut ganz erfahrungsmäßig verschieden sind, sind mit den Tastqualitäten Bewegungsempfindungen verschmolzen, da die betreffenden Glieder, also die Hand

§ 37. Nun noch einige Worte über Lipps' Angriff gegen die Wahrnehmbarkeit der Tiefendimension. Lipps sagt: ein  $a$  kann in keiner Entfernung von einem  $b$  wahrgenommen werden, ohne dass 1)  $a$  und  $b$ , und 2) die Entfernung  $ab$  wahrgenommen wird<sup>1)</sup>. Dies ist sicher, wenn  $a$  und  $b$  zwei außer uns gegebene Objecte sind. Die Vorstellung der Tiefe aber, in der sich ein Object von uns befindet, ist etwas gänzlich verschiedenes von der Vorstellung der Entfernung zweier außer uns befindlicher Objecte. Dass wir die Objecte einmal nach außen verlegen, ist eine schlechthin letzte Thatsache. Nicht als ob das eine einfache Function unserer Seele wäre, die uns der psychologischen Analyse unserer Tiefenvorstellungen entheben würde, wohl aber insofern, als wir es von Geburt an so thun. Oder verbindet das Kind, das noch keine geregelte Erfahrung hat, auch, wie Lipps' Theorie es fordert, erfahrungsmäßig Convergenzempfindungen mit seinen Gesichtsinhalten, um sie auf diese Weise zu localisiren? Kein Unbefangener dürfte das meinen. Es zeigt sich aber, dass es mit seiner Entwicklung immer mehr lernt Tiefen zu unterscheiden. Gewiss macht es dabei mannigfache Erfahrungen. Aber gleichzeitig, und in gewissem Betracht vorher, entwickelt sich die Vorstellung des eigenen Körpers. Er wird von den Objecten unterschieden, und alle Betrachtung und Beziehung der letzteren geht von ihm aus und geschieht in Bezug auf ihn. Das  $a$ , welches Lipps bei der von ihm bestrittenen Wahrnehmung der Tiefe vermisst, ist die Vorstellung des eignen Körpers, der Ort, an dem er sich befindet. Die Convergenzempfindungen mit dem Gesichtsbilde des Objectes und die sog. secundären Motive aus der Erfahrung, jene als

---

unzählige Male bewegt wurde, und bei jedesmaliger Reizung einer Hautstelle, wenn das Glied auch nicht bewegt wird, Bewegungsantriebe vorhanden sind. Dann aber wird bei Reizung einer Hautstelle immer, wenn in manchen Fällen auch noch so unbestimmt, das zugehörige Gesichtsbild reproducirt, was auf die Tastraumvorstellung selbst nicht ohne Einfluss ist. Ebenso, und in noch viel höherem Maße, bestehen Bewegungsantriebe bei seitlicher Reizung der Netzhaut, wenn das Auge auch nicht bewegt wird (S. 59 ff.). — Auch nach Stumpf sollen sich an die Convergenzempfindungen, sofern sie für das Tiefensehen in Betracht kommen, Tiefenvorstellungen associativ knüpfen (S. 223 f.). Eine kaum begreifliche Ansicht, wenn man bedenkt, dass sich mit veränderter Tiefenvorstellung das ganze Raumbild verändert.

1) Grundthatsachen des Seelenlebens S. 547; Psychologische Studien S. 69.

ursprünglichere, diese als mehr secundäre, aber mindestens ebenso wichtige Momente, bestimmen überall die Entfernungsvorstellung. Für die Ausbildung der Tiefenvorstellungen hat der Hinweis auf die Erfahrung gewiss seine volle Berechtigung, aber nicht nur für ihre Ausbildung, sondern überall wo es sich um eine solche handelt. Diese Tiefenvorstellungen haben dann vollkommen den Charakter von Wahrnehmungen. Dass die dritte Dimension nur »eine Annahme ist, die ich mache um meine thatsächliche räumliche Wahrnehmung mit meinen sonstigen Erfahrungen in Einklang zu bringen«<sup>1)</sup>, widerspricht nicht nur der Erfahrung, die jeder an sich gemacht, dass er, so lange die Continuität seines Bewusstseins zurückreicht, immer mit den Flächenwahrnehmungen auch die der Tiefe hatte, sondern enthält auch eine Forderung in sich, deren Inhalt unmöglich ist. Dass die Tiefenvorstellungen den Charakter von Wahrnehmungen haben, gesteht Lipps in all den drei citirten Schriften und an denselben Orten zu, wo er ihre Wirklichkeit bestreitet. Die Vorstellung der dritten Dimension könnte aber niemals den Charakter der Wahrnehmung annehmen, wenn sie bloß eine Annahme von mir wäre. Dass die entferntesten Bäume einer Allee ebenso groß sind wie die nächsten, weiß ich aus unzähligen Erfahrungen, und nehme es immer wieder an, wenn ich die Allee hinabblicke, aber trotz dieser besseren Kenntniss kann es mir nicht gelingen, sie ebenso groß zu sehen, wie die unmittelbar vor mir stehenden. Wie sollte es da möglich sein, eine dritte Dimension bloß durch eine Annahme, und möge sie noch so nothwendig sein, zur sinnlichen Anschauung zu bringen, d. h. wirklich wahrzunehmen? Oder sollte Lipps gemeint haben, dass das Kind im Anfang keine Tiefenunterschiede wahrnimmt? Nun, dann ist es gewiss, dass auch im Sehfelde in keiner bewussten Weise im Sinne von Wahrnehmen irgend etwas unterschieden wird, es gibt dann auch keine Flächenwahrnehmung. Endlich aber, wer die Raumwahrnehmung in irgend einem Sinne zugibt, der hat damit alles zugegeben, was in ihr enthalten ist, also auch die Tiefenwahrnehmung, denn letztere ist nicht etwas außerhalb jener, sondern bloß eine bestimmte Beziehung in der Raumvorstellung überhaupt.

---

1) Grundthatsachen des Seelenlebens S. 553.

§ 38. Ich habe in den letzten Paragraphen einige wesentliche Einwände berücksichtigt, die gegen die Theorie der Versuche bereits geltend gemacht worden sind. Ich zweifle aber nicht, dass man auch gegen die mitgetheilten Versuche selbst vielleicht Einwände erheben wird. Zunächst wird man mir vielleicht einwenden, dass nach der ganzen Beschreibung und Erklärung der Versuche der Gesichtsraum des Beobachters zu wenig von mancherlei unterscheidbaren Raumgestalten reingehalten wurde: die Kanten des Blickrohrs waren, wenn auch etwas verwaschen, doch sichtbar, der Faden erschien nicht immer gleich, und selbst die wechselnde Helligkeit kann zum Gegenstand des Vorwurfs erhoben werden. Denn es ist sicher, dass diese Momente dem Gesichtsraum des Beobachters, schon wenn er zum ersten Mal in das Blickrohr hineinsieht, nicht eine so gänzlich unbestimmte und flache Form lassen, wie dies ohne alles das sein würde. Die Analyse, die der Beobachter in dem ihm gebotenen Gesichtsraume vornimmt, um sich mit Hülfe dieses oder jenes Unterscheidbaren darin eine Tiefenvorstellung von bestimmter Form und Anschaulichkeit zu bilden, ist zweifellos durch die genannten und zum Gegenstand des Vorwurfs erhobenen Motive erleichtert. Ja man wird noch weiter gehen können und fragen, ob denn nicht die durch meine Versuche gewonnenen Resultate überhaupt erst durch das Vorhandensein der oben genannten Motive zu Stande kamen, und so bloß durch sie bedingt wurden? Man sieht, es sind Einwürfe und Bedenken ernster Art, die wohl geeignet wären, den Werth des Bisherigen in Zweifel zu ziehen. Auch will ich sogleich bemerken, dass der Inhalt der Vorwürfe in mancher Beziehung berechtigt ist; doch hoffe ich, die Einwände gegen den Werth der Versuche durch andere bis dahin noch zurückgehaltene Versuche und Beobachtungen beseitigen zu können.

Dies die Aufgabe des nächsten Capitels.

## Capitel III.

**Versuch einer negativen Begründung der im vorigen Capitel  
gegebenen Erklärungen.**

a. Negative Resultate.

§ 39. Die bisher mitgetheilten Versuche lehrten übereinstimmend, dass der Beobachter unfähig war, relative Tiefenunterschiede zu erkennen, wenn er sich nicht eine Vorstellung von der absoluten Entfernung der Normaldistanz gebildet hatte.

Es sei zunächst hier wieder hervorgehoben, dass unter der Vorstellung der absoluten Entfernung nicht eine solche Vorstellung gemeint ist, die dem Beobachter sagt, wie viel Meter etwa das Object von seinen Augen entfernt ist, sondern eine Vorstellung, die ihm unter sonst gleichbleibenden äußeren und inneren Bedingungen nicht das eine Mal das Object in unmittelbare Nähe, ein anderes Mal in beliebige Ferne bringt, sondern die es stets in derselben in der Vorstellung anschaulich gegebenen Distanz erscheinen lässt. Und ich meine, wo der Beobachter, sei es aus was immer für einem Grunde, nicht dazu gelangt sich eine solche anschauliche Vorstellung von der Distanz eines Objectes zu bilden, er auch nicht erkennen kann, ob eine ihm später gezeigte Distanz größer oder geringer ist als eine unmittelbar vorher angeschaute.

§ 40. Unter denselben Bedingungen wie die bisherigen Beobachter zog ich, nach bereitwilliger Zusage, auch die Herren Fr. Kiewow, Ussow und Taylor an die Versuche heran. Die in den Protocollen verzeichneten Ergebnisse ihrer Bemühungen Tiefenunterschiede zu erkennen, weisen ein verzweifelttes Durcheinander falscher Urtheile auf. Ich experimentirte mit diesen Beobachtern zumeist parallel mit den übrigen, deren Ergebnisse wir kennen lernten, ihr abweichendes Verhalten musste daher bald auffallen. Es blieb mir aber geraume Zeit gänzlich unbegreiflich. Doch alsbald fiel mir bei dem Lesen der Protocolle auf, dass unter den Aussagen der inneren Wahrnehmung keinerlei Andeutung darüber vorhanden war, dass diese Beobachter sich irgend wie eine Vorstellung von der Entfernung des Fadens

überhaupt bildeten: ihre einzigen Aussagen waren, sie schätzten die relative Entfernung nach der größeren oder geringeren Deutlichkeit oder scheinbaren Stärke des Fadens, und fast jedes Urtheil war begleitet von einer Bemerkung über große Unsicherheit. Als ich das bemerkte, stellte ich das Experimentiren mit diesen Herren zunächst ein und arbeitete nur noch mit Herrn Taylor. Später nahm ich die Versuche mit Herrn Ussow wieder auf und stellte ihm die ausdrückliche Frage, ob er das jeweilige Urtheil über die relative Tiefenverschiebung aus Vergleichung der beiden ihm successiv dargebotenen Entfernungen erhalte, oder sonst wie? Darauf bekam ich die bezeichnende Antwort: er denke, es müsste wohl irgend wie so verfahren werden, auch versuche er es so zu thun, doch bemerke er immer, dass dies eigentlich nie gelinge. So lange er durch das Blickrohr nach dem Faden blicke, sehe er ihn wohl in einer bestimmten Entfernung, nach Verschluss des Tubus oder der Augen aber werde das wahrgenommene Bild immer verwaschener, und er habe eigentlich keine rechte Vorstellung mehr von der Entfernung des angeschauten Objectes, und am allerwenigsten wenn er die Vergleichsdistanz zum Anschauen bekomme. Weitere Experimente konnte ich mit Herrn Ussow nicht machen, da er Leipzig verließ. Bei einem nochmaligen Versuch mit Herrn Kiesow antwortete er mir kurz, als ich ihm dieselbe Frage stellte: wenn er den Faden in der Vergleichsdistanz sehe, so wisse er eigentlich nicht mehr, wie weit der erste in der Normaldistanz war. Und Herr Taylor endlich sagte mir, es sei schwer, die beiden Distanzen wegen ihrer Unbestimmtheit zu vergleichen. Aus dieser Antwort glaubte ich entnehmen zu müssen, dass sich Herr Taylor doch irgend wie eine bestimmtere Vorstellung von der Normaldistanz im Gedächtniss aufbewahre, doch konnte er darüber nichts bestimmteres aussagen. Da mir dies aber fast sicher stand, theilte ich ihm mit, wie es die andern Beobachter machten. Herr Taylor versuchte dies Verfahren und merkte sogleich auf diesem Wege besser schätzen zu können, vor allem sicherer. Ich gebe nun in einer Tabelle zwei Versuchsreihen dieses Beobachters, eine erste, die dem ursprünglichen, tastenden Verfahren entspricht, und eine zweite, die dadurch zu Stande kam, dass sich der Beobachter, so wie die übrigen, eine anschauliche Entfernungsvorstellung (als Dreieck) von der Normaldistanz bildete, die er im Gedächtniss gut

aufbewahren konnte, und dann so verfuhr, wie es früher beschrieben wurde. Das Zeichen — bei den einzelnen Distanzen bedeutet,

| <i>D</i> | I. V.     |           | II. V.    |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | <i>Sa</i> | <i>Se</i> | <i>Sa</i> | <i>Se</i> |
| 20       | 1         | 1         | 1         | 0,5       |
| 30       | 1         | 1         | 1         | 0,5       |
| 40       | —         | 1,5       | 2         | 1         |
| 60       | 2,5       | 3         | 2         | 2,5       |
| 80       | —         | —         | 2         | 3         |
| 100      | 7         | 9         | 3         | 4         |
| 150      | —         | —         | 5         | 6         |
| 180      | 6         | —         | 5         | 7         |
| 200      | —         | —         | 5         | 7         |

dass es hier nicht möglich war, einen Schwellenwerth ausfindig zu machen<sup>1)</sup>.

In diesen negativen Resultaten glaube ich einen ersten Beweis dafür erblicken zu müssen, dass ohne anschauliche Vorstellung von der absoluten Entfernung des Objectes auch relative Verschiebungen desselben nicht erfolgreich beurtheilt werden können. Es ist gewiss, dass die Beobachter in allen diesen Versuchen das Object in einer bestimmten Entfernung sahen; das genügte aber nicht, um diese auch im Gedächtniss zu behalten und sie später mit Erfolg zu verwenden.

Der mitgetheilte Beweis ist nicht der einzige, den ich zu geben habe. Auch werden andere Beweise deshalb erwünscht sein, weil die Controle dieses ersten von dem Zufall abhängig ist, ob man gerade solche Beobachter findet, wie sie mir zur Verfügung standen. Ich gehe deshalb zu einem directeren Beweise über.

---

1) Die Tabelle auf S. 139 entspricht demselben Verfahren.

b. **Monoculare Versuche bei simultaner Vergleichung von Entfernungsunterschieden.**

§ 41. Wundt hat außer den mitgetheilten Versuchen, in denen Normal- und Vergleichsdistanz successiv dem Beobachter gezeigt wurden, auch noch solche mitgetheilt, in denen er zwei Fäden nebeneinander gleichzeitig dem Subjecte bot und dieses anzugeben hatte, welcher von ihnen der nähere bez. der weitere sei. Die auf diese Weise monocular angestellten Versuche ergaben bei Wundt nichts wesentlich Verschiedenes als die früheren<sup>1)</sup>; die binocularen zeigten dagegen weit geringere Entfernungsstrecken, so geringe, »dass sie bis zu 600 cm Distanz . . . fast unmessbar klein« waren, »die allergeringste Verschiebung des einen Fadens gegen den andern wird noch wahrgenommen etc.«<sup>2)</sup>. Ich habe diese Versuche wiederholt und die Resultate in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Da die Werthe  $C_a$  und  $C_e$ , die in den früheren Tabellen das Verhältniss der Entfernungsschwellen zu den absoluten Entfernungen ausdrücken, genügend die Genauigkeit, mit welcher die relativen Distanzunterschiede geschätzt werden, angeben, so genügt es hier, bloß diese Werthe für die einzelnen Beobachter mitzutheilen. Es sind außer diesen Werthen noch die Zahlen, die die größte und geringste Abweichung vom berechneten Mittel ausdrücken, und außerdem auch noch das Mittel aller Abweichungen verzeichnet. Die Columne  $a$  gibt die Anzahl der Distanzen, aus denen das Mittel der Constanten berechnet ist.

1) Wundt, Beiträge S. 115 ff.

2) Ibid. S. 197.



| Beobachter          | <i>a</i> | I. V.                |                 |          |                              |                      |                 | II. V.   |                              |                      |                 |          |                              |      |    |    |      |
|---------------------|----------|----------------------|-----------------|----------|------------------------------|----------------------|-----------------|----------|------------------------------|----------------------|-----------------|----------|------------------------------|------|----|----|------|
|                     |          | <i>C<sub>a</sub></i> | Ab-<br>weichung |          | Mittel aller<br>Abweichungen | <i>C<sub>e</sub></i> | Ab-<br>weichung |          | Mittel aller<br>Abweichungen | <i>C<sub>e</sub></i> | Ab-<br>weichung |          | Mittel aller<br>Abweichungen |      |    |    |      |
|                     |          |                      | <i>o</i>        | <i>u</i> |                              |                      | <i>o</i>        | <i>u</i> |                              |                      | <i>o</i>        | <i>u</i> |                              |      |    |    |      |
| Herr Dr. Thiéry . . | 12       |                      | 60              | 27       | 7                            | 37                   | 60              | 27       | 7,3                          | (48,5)               | 60              | 40       | (8)                          | 43,5 | 60 | 30 | 7,25 |
| » Dr. Spitzer . .   | 9        |                      | 42              | 44       | 13                           | 6,3                  | 21              | 26       | 15                           | 2                    | 46              | 20       | 8                            | 29   | 40 | 20 | 3,6  |
| » Fruit . . . . .   | 12       |                      | 32              | 44       | 13                           | 6,3                  | 21              | 26       | 15                           | 2                    | 46              | 20       | 8                            | 29   | 40 | 20 | 3,6  |
| » Tawney . . . . .  | 9        |                      | 40              | 53       | 33                           | 3,5                  | 38              | 50       | 26,5                         | 7                    | 46              | 40       | 11                           | 38   | 50 | 27 | 6    |
| » Dr. Kiesow . .    | 10       |                      | 41              | 60       | 31                           | 5,5                  | 35              | 46,5     | 30                           | 5,7                  | 51              | 80       | 41,5                         | 45   | 60 | 31 | 12,5 |

Die auffallend großen Abweichungen, besonders in den zweiten Versuchsreihen, kommen daher, dass bei den nahesten Distanzen 30 und 20 cm bei der Wiederholung der Versuche die relative Entfernungsschätzung meistens doppelt so fein war, als in der ersten Versuchsreihe. Das gilt auch für die Tabellen auf S. 158 und 249.

Bei Herrn Thiéry sind alle Werthe, die auf die Annäherungsschätzung Bezug haben, eingeklammert. Sie beziehen sich nur auf Versuche innerhalb der Distanzen vor 30—125 cm; von 150 cm an blieben die Annäherungsstrecken constant, die zwischen 2 und 3 cm schwankten. Worauf das beruht, kann ich nicht angeben; offenbar hatte Herr Thiéry hierbei irgend ein Kriterium gehabt, dessen er sich nicht genug bewusst wurde, da er mir über diese Versuche nichts Bemerkenswerthes mittheilen konnte. Vergleicht man diese Tabelle mit der auf Seite 249, so wird man vollkommene Uebereinstimmung in der Genauigkeit der relativen Entfernungsschätzung allerdings nur bei Herrn Spitzer finden, was aber um so bemerkenswerther ist, als eben gerade er derjenige Beobachter war, der vor allen andern am richtigsten und bestimmtesten seine Urtheile abgab. Dagegen zeigt sich, dass bei den Herren Thiéry und Tawney die Schätzung etwas genauer ist, wenn beide Entfernungsobjecte gleichzeitig im Gesichtsfelde gegeben sind. Doch scheinen bei diesen Beobachtern Motive im Spiel gewesen zu sein, die bei der Schätzung aus dem Gedächtniss nicht vorhanden waren. Dafür spricht schon der Umstand, dass bei Herrn Thiéry von 150 cm aufwärts die Annäherungsstrecken in ihrem absoluten Werthe constant blieben; dann aber auch die Art und Weise, wie Herr Tawney sich bei diesen Versuchen verhielt. Bei diesem Beobachter lautete das Urtheil oft unbestimmt, oder es war ein doppeltes, d. h. weiter oder gleich und umgekehrt, oder näher oder gleich und umgekehrt. Reagent gab nämlich oft an, dass ihm im ersten Augenblick der verschiebbare Faden z. B. »weit« schien, dann aber »gleich«, selten umgekehrt. Doch wo sein Urtheil als entschieden »unbestimmt« galt, meinte der Beobachter, er nehme im ersten Augenblick nach dem Hineinsehen durch das Blickrohr eine Verschiedenheit der Entfernungen der Fäden wahr, doch sehe er nicht, welcher von ihnen näher oder weiter sei, versuche er aber durch scharfes Fixiren die beiden Fäden in Bezug auf ihre

Entfernung zu vergleichen, so könne er jeden beliebigen der beiden Fäden »näher« oder »weiter« als den andern sehen.

Dass der Beobachter im ersten Augenblick oft wohl einen Unterschied der Entfernungen wahrnimmt, nicht aber angeben kann, welches Object das fernere und welches das nähere ist, scheint mir nicht selten darauf zu beruhen, dass die Aufmerksamkeit in der kurzen Zeit eines ersten Augenblicks noch nicht ausschließlich auf die Objecte selbst gerichtet war. Was ich meine, ist: der Beobachter wirft seinen Blick durch das Blickrohr und sieht dort ein räumliches Bild, in dem sich ihm auch Tiefenunterschiede darbieten. Um dann genau zu erkennen, welches Object näher und welches weiter ist, fixirt er bald das eine bald das andere, wobei ihm das fixirte meist näher erscheint. Das gilt natürlich nur für Entfernungsunterschiede, die hart an den in der Tabelle gegebenen Schwellenwerthen liegen, diese aber noch nicht erreichen.

Endlich kam es vor, dass beim Uebergang von Entfernung zu Annäherung oder umgekehrt früher abgegebene Urtheile corrigirt und in ihr Gegentheil verwandelt wurden, weil, so meinte der Beobachter, die Eindrücke verschieden seien. Alles dies bemerkte in dieser ausgesprochenen Weise auch Herr Hicks, mit dem ich gelegentlich solche Versuche ausführte. Wie weit solche Verhältnisse bei den andern Beobachtern mitspielten, war mir nicht eruirbar, da einige von ihnen mir nicht mehr zur Verfügung standen, als ich mit Herrn Tawney arbeitete, und bei andern, wie bei den Herren Spitzer und Thiéry, in den rein objectiven Ergebnissen Andeutungen dazu fehlen. Die Vergleichung der Ergebnisse des Herrn Fruit zeigt, dass die Entfernung genauer geschätzt wurde bei der Vergleichung aus dem Gedächtniss, als bei der directen Vergleichung, umgekehrt die Annäherung.

Besonders bemerkenswerth ist es endlich, dass Herr Kiesow, der, wie wir sahen, ganz unfähig war nacheinander gezeigte Entfernungen in ihrem Unterschiede zu erkennen, dies nun konnte, wenn die Vergleichung eine directe war. Und dabei zeigen seine Ergebnisse nichts von denen anderer Beobachter Abweichendes.

Die Herren Spitzer, Kiesow und Fruit beschrieben ihr Verfahren bei diesen Versuchen in der Weise, dass sie zunächst den Faden der Normaldistanz fixiren und dann zur Vergleichsdistanz

übergehen. Dabei erkennen sie in verschiedener Weise den relativen Entfernungsunterschied der beiden. Manchmal, so meinten sie übereinstimmend, genügt es, einen der Fäden scharf zu fixiren, um zu bemerken, dass der andere in anderer Entfernung als der fixirte ist; ein anderes Mal wieder bildet sich das Urtheil, während man mit der Fixation von dem einen Faden zum andern übergeht; endlich bemerkte mir Herr Fruit, dass er auf das Deutlich- oder Undeutlichwerden des einen Fadens merke, wenn er zum andern übergehe, und dabei sein Auge in bestimmter Richtung willkürlich bewege und accommodire; in diesem Falle schätzte er natürlich nach einem secundären Kriterium. Man kommt aber bei diesen Versuchen überhaupt leicht dazu, beim Uebergang der Fixation von einem Sehobject zum andern zu bemerken, in welcher Richtung man mit der Augenbewegung und Accommodation geht. Immerhin scheint dies mindestens bei den Herren Spitzer und Kiesow nicht das Moment gewesen zu sein, nach welchem sie ihre Urtheile in bewusster Weise richteten.

§ 42. Die psychologische Erklärung dieser Versuche braucht von der früher gegebenen nicht abzuweichen. Hier wie dort hat der Beobachter vor sich ein räumliches Bild. Dass er hier nicht bemüht ist, sich eine Entfernungsvorstellung von so bestimmter Form zu bilden und in der Weise zu analysiren wie dort, ist begreiflich genug, da ihm beide Entfernungen, die er zu vergleichen hat, gleichzeitig gegeben sind. Immerhin sieht er die Fäden in einer bestimmten Entfernung, hat auf sie seine Augen eingestellt, ist auf sie accommodirt. Die Muskelempfindungen, die diese Bewegungseinstellungen begleiten, werden auch hier als die Tiefenzeichen in der Raumvorstellung anzusehen sein.

In dem Fall, wo der Beobachter bei starrer Fixation nur eines Fadens die relative Verschiebung des andern erkennt, wird man sich den psychologischen Vorgang dieses Erkennens folgendermaßen denken können: indem der Beobachter den einen Faden fixirt und eine wie immer gestaltete Vorstellung von seiner Entfernung hat, ist seine Aufmerksamkeit auch auf den andern Faden gerichtet, dieser erscheint aber weniger deutlich als der fixirte, was schon bedingt, dass er in eine andere Entfernung verlegt wird als dieser. Es besteht dann aber auch, da er nicht mit dem Netzhautcentrum gesehen wird, ein Bewegungsantrieb, ihn auf dasselbe überzuführen, um so mehr,

als die Aufmerksamkeit ihm zugewandt ist. Ist die Größe dieses Antriebes zur Bewegung (Innervationsempfindung) groß genug, um im Vergleich mit dem Accommodations- und Convergenzgrad, die der Entfernung des fixirten Fadens entsprechen, in Betracht zu kommen, so wird der seitlich gesehene Faden dementsprechend näher oder weiter als der fixirte gesehen.

Ganz in derselben Weise ist der psychische Vorgang auch dort zu denken, wo sich dem Beobachter das Urtheil über die relative Entfernungsverchiebung während des Ueberganges mit der Fixation von einem Entfernungsobject zum andern bildete. Die Bedingungen sind hier dieselben wie oben, nur dass hierbei die ausgeführten Augen- und Accommodationsbewegungen dem Prozesse zu Hülfe kommen, indem sie die sinnlichen Momente, die direct auf die Entfernungserkennung Bezug haben, verstärken.

Ob freilich in diesen Versuchen die erkannten Tiefenunterschiede allein auf Rechnung der Accommodations- und Augenmuskelempfindungen zu setzen sind, dürfte zweifelhaft sein, denn es ist sicher, dass, während der eine Faden scharf gesehen wird, der andere minder deutlich erscheint, und wenn sich die scheinbare Dicke des nicht scharf gesehenen Fadens auch noch lange nicht um so viel verändert hat, als dass auf Grund dieser Veränderung schon ein Urtheil möglich wäre, so kann die geringere Deutlichkeit immerhin unterstützend wirken. Endlich, was hier noch mehr in Betracht kommt, eine Bewegung der Netzhautbilder ist nicht ausgeschlossen. Man wird nicht umhin können, diesen beiden Momenten, besonders dem zuletzt hervorgehobenen, einen Einfluss auf die Tiefenschätzung in diesen Experimenten zuzuerkennen. Immerhin scheint dieser nicht besonders groß gewesen zu sein, wegen der Uebereinstimmung der Ergebnisse mit den früheren, wo eine Vergleichung aus dem Gedächtniss stattfand. Von größerem Einfluss dürfte er dagegen gewesen sein bei den Herren Thiéry und Tawney, die, nachdem sie einmal erkannt hatten, dass sie im ersten Augenblick sofort die Tiefenverschiedenheiten wahrnehmen konnten, den Blick in flüchtiger Bewegung über beide Fäden in diesem ersten Augenblick schweifen ließen.

§ 43. Ueber die binocularen Versuche nur einige wenige Worte; für ihre Resultate gilt im wesentlichen das, was Wundt von ihnen sagte; die Versuchsanordnung ist zu wenig fein, sie lässt nicht

Abstufungen zu, die klein genug wären, um die Feinheit der relativen Tiefenschätzung zu untersuchen, wenn zwei Objecte gleichzeitig gegeben sind; bis auf lange Strecken hinaus wird jede geringste Verschiebung des einen Fadens noch erkannt. Es wirken hier die Doppelbilder, wie Wundt bemerkte, außer durch das Besondere, was schon in ihnen allein vorliegt, auch dadurch, dass sie für die genaue Sehachseinstellung fortwährend als Correctiv wirken. Als Hauptmoment muss aber in diesen Versuchen die Disparation der Bilder angesehen werden.

Diese binocular ausgeführten Versuche haben also hier für uns nach der Seite ihrer objectiven Ergebnisse kein actuelles Interesse. Von Interesse sind sie insofern, als sie ein gänzlich verschiedenes Verhalten des Beobachters aufweisen als diejenigen bei den analogen monocularen Versuchen. Dort nimmt jener sofort und unmittelbar wahr, welcher der Fäden der weitere und welcher der nähere ist; er gibt sich über die absolute Entfernung derselben zunächst gar keine Rechenschaft und abstrahirt gänzlich von seinem übrigen Gesichtsraum; seine Aufgabe ist wie von selbst gelöst, so wie er die Objecte gleichzeitig ansieht. Unmittelbarer kann man Tiefenunterschiede nicht erkennen als hier geschieht.

§ 44. Der Beweis für die vertretene Ansicht, dass in den früheren Versuchen eine Tiefenschätzung nur dann möglich war, wenn der Beobachter das Ganze des vor ihm liegenden räumlichen Bildes ins Auge fasste, liegt hier vor allem darin, dass bei den zuletzt mitgetheilten monocularen Versuchen, bei denen die zwei Fäden gleichzeitig dargeboten wurden, die Ausbildung einer Entfernungsvorstellung von bestimmter Form, wie sie dort erfordert wurde, unnöthig war, weshalb denn auch Herr Kiesow (und auch Herr Ussow, wie ich mich leider nur in einem Versuche überzeugen konnte) unter diesen Bedingungen relative Tiefenunterschiede erkennen und schätzen konnte. Dass natürlich auch bei diesen Versuchen der Beobachter eine Vorstellung von der absoluten Entfernung des Objectes hatte, ist sicher und nicht zu vermeiden, diese verhält sich aber nicht anders, als jene unbestimmte, weil unanalysirte, die er auch bei den Gedächtnissversuchen hatte. Ohne dies wäre die Uebereinstimmung der psychologischen Vorgänge dort und hier nicht möglich. Dass endlich die numerischen Ergebnisse hier nur unbe-

trächtlich von jenen abweichen, dürfte ein Beweis dafür sein, dass die dort gewonnenen Resultate nicht allein das Ergebniss des bestimmten und bewussten Verfahrens von Seiten des Beobachters sind.

§ 45. Aber auch dieser zweite Beweis dürfte Manchem ungenügend erscheinen, da die Bedingungen immerhin allzu wenig von denen der zuerst mitgetheilten Versuche verschieden sind. So scheint es denn geboten, die Versuchsbedingungen abzuändern, und die ganze Versuchsanordnung so zu gestalten, dass das Unterscheiden von secundären Raumgestalten dem Beobachter überhaupt nicht möglich ist. Aber, so wird man andererseits fragen können, wird es denn möglich sein den Beobachter Urtheile über Raumverhältnisse abgeben zu lassen, wo solche s. z. s. nicht mehr zu unterscheiden sind? Dennoch zeigt die Geschichte unseres Problems, dass etwas Aehnliches versucht wurde. Dieser Versuch und seine Ergebnisse sollen im Folgenden behandelt und dazu verwendet werden, einen letzten und endgültigen Beweis in negativer Form für das zu erbringen, was bis jetzt mehr oder weniger positiv zu stützen versucht wurde.

### c. Die Versuche von Hillebrand.

§ 46. Als Hering in Weiterbildung der von Panum schon ausgesprochenen Annahme specifischer Ortsempfindungen dazu kam, reine Tiefenempfindungen in seine Theorie einzuführen, stellte sich ihm naturgemäß auch die Aufgabe, das Tiefensehen mittelst dieser reinen »Tiefengefühle« zu untersuchen. Die Aufgabe wird aber schwierig; wo dem Auge Flächen, Striche, Punkte als Objecte gegeben werden, da ist der gewaltige Einfluss des erworbenen Tiefensehens nicht zu eliminiren<sup>1)</sup>. Deshalb bieten sich als geeignet für die Untersuchung der ursprünglichen Tiefenwahrnehmung nur solche Objecte und Bedingungen, wo »Alles ausgeschlossen wird, was das erworbene Tiefensehen in Thätigkeit versetzt«<sup>2)</sup>. Solche Objecte sind die farblosen und raumleeren Umrisse von Bildern, d. h. »die an sich farblose und raumleere Grenze zwischen zwei Farben«<sup>3)</sup>, sie sind in der Wirklichkeit gegebene mathematische Linien.

1) Hering, Beiträge V. S. 287f.

2) Ibid S. 288.

3) Ibid.

§ 47. Diesen Anforderungen entsprechend hat Franz Hillebrand einen Apparat construirt, an dem die unmittelbare Tiefenlocalisation, d. h. die Localisation des Blickpunktes oder des Kernpunktes, untersucht werden sollte<sup>1)</sup>. Hillebrand construirte diesen Apparat mit der ausgesprochenen Absicht, vor allem den Einfluss der Accommodation auf die Tiefenlocalisation zu untersuchen. Die Untersuchung geschah demgemäß und, um auch die Disparation der Netzhautbilder auszuschließen, monocular. Es wird dann aber mit dem Einfluss der Accommodation auf die Tiefenlocalisation gleichzeitig der der Convergenz untersucht, wegen der bestehenden Association zwischen beiden. Um bloß den Einfluss der Accommodation zu ermitteln, wurde bei der Construction des Apparates dafür gesorgt, dass alle andern Localisationsmotive vollständig ausgeschlossen waren. »Denn um die Localisation der primitiven Empfindung soll es sich handeln, nicht um die einer durch vorausgehende Erfahrung modificirten Empfindung«<sup>2)</sup>. Der Beobachter blickte demnach durch einen kleinen Tubus, dessen vom Auge abgewandtes Ende durch ein oblonges Diaphragma von 1 cm Breite und 1,5 cm Höhe abgeschlossen ist. Den Hintergrund des Apparates bildet eine Milchglasplatte, die selbstverständlich keinerlei Unebenheiten der Farbe aufweist. Diese Platte wird von rückwärts aus gleichmäßig beleuchtet. Nun wird zwischen dem Beobachter und der matten Milchglasplatte ein schwarzer Schirm eingeführt, der mit seiner scharf und tadellos geschnittenen Kante bis an die Symmetrieebene des Auges ragt, d. h. das Gesichtsfeld in zwei gleiche Hälften theilt. Dieser Schirm lässt sich an einer horizontalen Tafel längs einer graduirten Leiste bewegen. Außerdem ist die Vorrichtung getroffen, dass der Schirm rasch aus dem Gesichtsfelde gerückt werden kann, und gleichzeitig ein anderer von der anderen Seite her in dasselbe hereinrückt. War also zuerst z. B. die rechte Hälfte des Gesichtsfeldes schwarz und die linke beleuchtet, so wird nun im zweiten Falle umgekehrt die linke schwarz sein und die rechte hell. Das Object, auf das accommodirt wird, ist die Kante

1) Hillebrand, »Das Verhältniss von Accommodation und Convergenz zur Tiefenlocalisation«, Ztschr. f. Psychologie von H. Ebbinghaus u. König, Bd. VII. S. 97.

2) Hillebrand, a. a. O. S. 108.



des schwarzen Schirmes, die sich von der hell beleuchteten Milchglasplatte scharf abhebt.

Die doppelte Einrichtung des Apparates wurde deshalb getroffen, um zwei verschiedene Classen von Versuchen anzustellen. Eine erste bestand darin, dass nur ein Schirm im Gesichtsfelde des Beobachters sich befand, und dieser allmählich weiter und näher gerückt wurde, so dass der Beobachter mit der Accommodation ebenfalls continuirlich folgen konnte. Ein anderes Mal wurden beide Schirme benutzt in der Weise, dass zunächst der eine, z. B. der rechte, in einer bestimmten Entfernung dem Beobachter gezeigt wurde. Hat dann dieser auf ihn genau accommodirt, so wurde plötzlich dieser Schirm aus dem Gesichtsfelde herausgerückt und der andere von links hereingerückt. Dies geschah natürlich sehr schnell, auch verschwand der eine Schirm in dem Augenblicke, wo der andere eintrat. Es unterscheidet sich demnach die erste Versuchsserie von der zweiten darin, dass dort die Tiefenschätzung bei continuirlichem Wechsel der Accommodation stattfand, hier bei abruptem Wechsel derselben.

Die Versuche von Hillebrand hat bald nach deren Veröffentlichung E. T. Dixon wiederholt und durch neue bereichert<sup>1)</sup>. Bei ihrem Erscheinen war ich selbst mit der Wiederholung der Hillebrand'schen Versuche beschäftigt, und so konnte ich die Verbesserungen, die Dixon an dem oben beschriebenen Apparat anbrachte, nicht mehr berücksichtigen<sup>2)</sup>.

1) E. T. Dixon, »On the Relation of Accommodation and Convergence to our Sens of Depth«, Mind, 1895. Nr. 14.

2) Dixon meinte, dass in der zweiten Versuchsreihe von Hillebrand das Hinaus- und Verschieben der Schirme erstens eine zu lange Zwischenzeit erfordere als wünschenswerth sei; zweitens aber erschwere der Wechsel von Hell und Dunkel innerhalb desselben Versuches die Tiefenschätzung. Deshalb setzt Dixon beide Schirme auf dieselbe Seite des Apparates und trifft eine Vorrichtung, die ihm gestattet, die eine Kante aus der mittleren Längsachse des Sehfeldes in horizontaler Richtung zurückzuschieben, wenn die andere vorgeschoben wird (a. a. O. S. 196). Es bleiben dann die Beleuchtungsverhältnisse dieselben, und die geringe Strecke, um die eine Kante vor- oder zurückgeschoben werden soll, erfordert auch eine geringere Zeit, als dies in den Versuchen von Hillebrand und mir der Fall sein konnte. — Ich kann die Vorzüge des so modificirten Apparates, sofern sie praktisch in Betracht kommen, nicht beurtheilen, doch gestatten mir meine Protocolle zu sagen, dass sich darin keine Klagen von Seiten der Beobachter verzeichnet finden, die sich auf die Zeitdauer der Schirmverrückung

§ 48. Die Versuche der ersten Classe bei continuirlichem Verschieben der Kante und eben solchem Wechsel der Accommodation ergaben sowohl bei Hillebrand als auch bei Dixon ein gänzlich negatives Resultat. Der Beobachter war in Hillebrand's Versuchen meistens völlig unfähig Anfang, Dauer und Aufhören der Verschiebung des Schirmes zu erkennen, und wo er sich dazu zwang, da waren es immer andere, oft entlegene Motive, etwa das durch die Verschiebung hervorgerufene Geräusch, nach denen er sich richtete, um die Verschiebung nicht zu sehen, sondern zu erschließen. Ein in das Gesichtsfeld gebrachtes Aubert'sches Diaphragma, welches der Experimentator auf demselben Platze stehen ließ, und dessen Oeffnung er nur vergrößerte oder verkleinerte, wurde dementsprechend näher oder weiter geschätzt. Jede Frage des Experimentators wurde vom Beobachter auf ihren Sinn interpretirt und der Versuch gemacht, danach eine Anwendung auf die Erkennung der Tiefenverschiebung zu machen.

Ebenso erfolglos waren die Versuche von Dixon in dieser Classe. Nur ein Beobachter konnte mit großer Genauigkeit die Distanzverschiebungen erkennen, indem er sich eines »Tricks« bediente. Er fixirte nämlich die Accommodation während einer gewissen Zeit, um sie dann plötzlich in einer bestimmten Richtung zu verändern. Auf diese Weise gab er einmal elf richtige und zwei falsche Urtheile ab, während er fünf andere Male unsicher blieb. Die Bedeutung dieses Ergebnisses erblickt Dixon darin, dass es zeige, dass zwischen der ersten und der zweiten Art der Hillebrand'schen Versuche jener wesentliche Unterschied, den dieser Forscher setzt, nicht bestehe, was ihn dann veranlasst, sich nur der zweiten Classe von Versuchen bei abruptem Wechsel der Entfernungswerte zuzuwenden<sup>1)</sup>. Indessen ist es leicht ersichtlich, dass Dixon hier die wesentlichste Bedingung der ersten Versuchsclassen unbeachtet ließ. Da hier, falls

---

beziehen; dagegen bestanden Beschwerden darüber, dass der starke Contrast von Hell und Dunkel dem Auge überhaupt schon in kurzer Zeit lästig werde. Und ein Beobachter theilte mir mit, dass ihm der Contrast von Hell und Dunkel dann noch größer erscheine, wenn beim Wechsel der Schirme die bisher beschattete Hälfte der Retina plötzlich beleuchtet und die beleuchtete beschattet werde, und er war dann geneigt, die Kante des nun dunkler erscheinenden Schirmes für näher zu halten.

1) Dixon, a. a. O. S. 198.

nur jene Mittel von Seiten des Beobachters willkürlich herbeigeschafft werden, die in der zweiten Versuchsserie durch die Versuchsbedingungen schon gegeben sind, die Tiefenunterschiede ebenso wie dort geschätzt werden können, schließt Dixon, zwischen beiden Versuchsclassen bestehe kein Unterschied. Aber nicht darum handelt es sich hier, wie überhaupt bei continuirlichem Wechsel der Tiefendistanzen eine Schätzung möglich ist, sondern lediglich darum, ob und wie eine Tiefenschätzung bei continuirlichem Wechsel der Accommodation möglich ist. Und der Fall, der uns in dem einen Fall Dixon's gegenüber den andern Beobachtern entgegentritt, ist nur geeignet, den von Hillebrand gesetzten Unterschied zwischen den beiden Versuchsclassen zu bestätigen.

§ 49. Die zweite Versuchsserie bei abruptem Wechsel der Entfernungen ergab für Hillebrand, dass innerhalb gewisser Intervalle die Entfernungsverrückungen ziemlich richtig beurtheilt wurden. Es ergaben sich hierbei individuelle Unterschiede, doch blieb immer für einen und denselben Beobachter die Dioptriedifferenz der Unterschiedsstrecken für verschiedene absolute Distanzen im wesentlichen gleich groß. Sie variierte für sämtliche Beobachter (fünf) zwischen 2D und 0,5D. Doch ergab sich auch bei diesen Versuchen, dass die Distanzunterschiede nicht gesehen, sondern aus secundären Kriterien (von denen weiter unten) erschlossen wurden.

Was den von Wundt gefundenen Unterschied zwischen der Größe der Entfernungs- und der Annäherungsstrecke anbelangt, so ergab sich für Hillebrand, dass für zwei Beobachter die Beobachtung von Wundt zutraf, für zwei andere war die Entfernungsstrecke geringer als die Annäherungsstrecke, und für Herrn Hillebrand selbst bestand kein Unterschied. Hillebrand gibt aber selbst zu, dass seine Versuche mit denen von Wundt in diesem Punkte eigentlich nicht vergleichbar seien. Wundt veränderte die Entfernung stets von einem und demselben Punkte aus, und da musste sich, wie Hillebrand richtig hervorhebt, schon allein auf Grund der geometrisch-optischen Einrichtung des Auges für gleiche Accommodationsanspannungen ein Unterschied für Entfernung und Annäherung ergeben. Hillebrand hatte dagegen nicht immer denselben Ausgangspunkt. Dass aber auch für diesen Fall die von Hillebrand bestrittene Beobachtung nicht besteht, ist durch seine Beobachtungen

keineswegs erwiesen. Mit demselben Rechte, mit dem er zwei zu Gunsten seiner Ansicht sprechende Fälle gegen zwei zu Gunsten des Gegners anführt, kann man auch umgekehrt verfahren, und man wird schließlich eingestehen müssen, dass mit dieser Zahl von Beobachtungen die Frage nicht gelöst werden kann. Doch ich komme weiter unten bei Gelegenheit der Mittheilung und Besprechung der selbst ausgeführten Versuche darauf noch einmal zu sprechen.

Die Versuche von Dixon ergaben nur eine Bestätigung der von Hillebrand gewonnenen Resultate, mit dem einzigen Unterschiede, dass bei Dixon noch Distanzunterschiede, die weit geringeren Dioptriedifferenzen entsprechen als bei Hillebrand — bei einem Beobachter bis 0,05 D — noch ziemlich richtig beurtheilt werden konnten. Unentschieden blieb bei Dixon auch die Frage nach der Differenz der Unterschiedsstrecken für Entfernung und Näherung.

§ 50. Trotz der wesentlichen Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse beider Forscher sind die Erklärungen, die sie ihren Resultaten gaben, doch sehr verschieden.

Dass zur Erklärung die Muskelempfindungen aus Accommodation und Convergenz nicht herbeigezogen werden können, steht für Hillebrand durch die erste Versuchsclassen sicher. Denn dort haben sich zweifellos sowohl Accommodation wie Convergenz geändert, und trotzdem war eine Tiefenschätzung, vor allem ein Sehen der Tiefenbewegung, bei keinem Beobachter vorhanden. Und auch in der zweiten Versuchsclassen wurden die Entfernungsunterschiede weder gesehen noch unmittelbar erkannt, sondern bloß erschlossen. Der Versuch mit dem Aubert'schen Diaphragma ist Hillebrand besonders dafür beweisend, dass in den Muskelempfindungen weder ein »anschauliches Empfindungsdatum«, noch ein Associationsglied für »Raumempfindungen« gegeben sei<sup>1)</sup>.

Die Erklärung, die Hillebrand gibt, ist folgende: Wenn nach gehöriger Fixation der einen Kante plötzlich die zweite in das Gesichtsfeld tritt, so erscheint sie zunächst in Zerstreungskreisen. Diese können aber nicht der Grund sein für die Sicherheit der Entfernungs- oder Annäherungsschätzung, denn in ihnen ist nichts (außer für den ganz besonders Geübten), was eine Hindeutung ob ferner oder näher

1) A. a. O. S. 124.

enthielte, auch ist in ihnen kein Hinweis dafür vorhanden, nach welcher Richtung die Accommodation gehen soll. Der Vorgang wird vielmehr, so schreibt Hillebrand, folgender sein: »Das zweite Object tritt auf und wird unscharf gesehen; in dem Bestreben des Deutlichsehens beginnt der Beobachter seine Accommodation nach einer der beiden möglichen Richtungen (also z. B. für die Nähe) zu ändern; war die Richtung dieser Aenderung die passende, so werden die Zerstreuungskreise kleiner und verschwinden endlich ganz, der Gegenstand wird scharf gesehen; war sie aber unpassend (spannt er z. B. die Accommodation an, während das Object ferner liegt), dann wird das Bild nur noch undeutlicher und der Beobachter merkt alsbald, dass er den verkehrten Weg gegangen war und umkehren müsse; er gibt also die entgegengesetzte Innervation und gelangt so zum gewünschten Ziele. Nun weiß man aber bei willkürlich intendirter Accommodationsänderung, in welchem Sinne man die Aenderung vorgenommen hat. Ob ferner die Aenderung eine passende war oder nicht, dies erkennt man aus dem Größer- oder Kleinerwerden der Zerstreuungskreise; und diese zwei Daten reichen hin, um zu erkennen, ob man es mit einem näher- oder fernergelegenen Objecte zu thun hat. Die Richtung des Unterschiedes wird also hier durch eine Art Ausprobirens erkannt. Aehnlich wird auch der Vorgang zu denken sein in den wenigen Fällen, in welchen bei bewegtem Objecte und stets folgender Accommodation (erste Versuchsclassen) die Richtung der Verschiebung mit Sicherheit erkannt wird. Wenn der Beobachter in einzelnen Fällen einen bewussten Impuls, z. B. im Sinne der Anspannung gibt und dabei sieht, ob er das Deutlichsehen damit fördert oder schädigt, dann mag er die Richtung der Bewegung sicher erkennen. Wenn er dies nicht thut, so entstehen beim ersten Moment des Undeutlichwerdens (d. h. sobald der Gegenstand die Accommodationslinie überschritten hat) unwillkürliche Schwankungen in der Accommodation, die passende Phase dieser Schwankungen erhält sich, weil sie dem Scharfsehen und damit unserer Absicht dient, und setzt sich automatisch fort, — auf diese Weise aber wird die Richtung nicht erkannt«<sup>1)</sup>.

---

1) A. a. O. S. 131—133.

Ein möglicher Einwand vom Standpunkte dieser Erklärung selbst bleibt Hillebrand nicht verborgen. Es könnte Jemand fragen, weshalb sich nicht auch bei abruptem Wechsel der Schirme die passende Accommodationsänderung automatisch fortpflanzen sollte? Unter dieser Annahme wäre dann nicht mehr einzusehen, weshalb eine nicht intendirte Accommodation einmal nichts, ein anderes Mal etwas leisten soll, oder es wäre die ganze Erklärung von Hillebrand unrichtig. Hillebrand wehrt diesen Einwand ab, indem er meint, dass, wenn eine unwillkürliche Accommodationsänderung dem Sinne nach passend sei, sie es noch nicht dem Maße nach sein müsse. Eine passende Accommodationsänderung werde sich nur dann automatisch fortpflanzen, wenn sie gleich von Anfang an das Deutlichsehen zur Folge gehabt habe; war dies nicht der Fall, so werde eine willkürliche Innervation nöthig<sup>1)</sup>. Daraus erklärt Hillebrand auch die Fehlurtheile, wenn die Entfernungsunterschiede unter den von ihm gefundenen Größen bleiben. Es muss die Größe der unwillkürlichen Accommodationsänderung überschritten werden, von der Hillebrand annimmt, dass sie beschränkt sei<sup>2)</sup>.

Fassen wir die vorgetragene Erklärung kurz zusammen, so wird man sagen müssen: es ist die von Hering schon in seinen Beiträgen vertretene Ansicht der willkürlich intendirten Bewegung. »Es erweist sich«, so schreibt Hillebrand in seiner Schlussbetrachtung, »der bewusste Willensimpuls als das für das Erkennen der relativen Entfernung entscheidende<sup>3)</sup>.

§ 51. Bevor ich zur Kritik der Hillebrand'schen Versuche und ihrer Erklärung übergehe, will ich noch diejenige von Dixon sowie seine kritischen Bemerkungen gegen Hillebrand hier in Kürze vortragen.

Dixon entnimmt das endgültige Ergebniss seiner Versuche hauptsächlich den Zeugnissen der inneren Wahrnehmung seiner Beobachter. Alle Beobachter richteten sich nach der Undeutlichkeit der Kante, wie sie im ersten Augenblicke erschien, und sodann nach der Länge der Zeit, die sie verbrauchten, um sie deutlich zu sehen. Besonders bemerkt Dixon, dass er in den Fällen, wo er die Vergleichskante als näher beurtheilte, wobei er meistens richtig urtheilte, er deutlich

1) A. a. O. S. 135.    2) Ibid. S. 134.    3) Ibid. S. 147.

merkte, dass er für die Accommodationseinstellung für Näher eine längere Zeit brauchte als für Weiter. Das Resultat seiner Beobachtungen fasst Dixon folgendermaßen zusammen: 1) Es scheint, dass das Urtheil, mittelbar oder unmittelbar, sich auf die Accommodationsänderungen gründete; 2) dem Zeugnisse der inneren Wahrnehmung zufolge scheint es, dass das wirkliche Kriterium in dem Unterschied der Schnelligkeit oder Leichtigkeit lag, mit der sich die Accommodation einstellte (oder vom Beobachter eingestellt wurde), nicht aber in einer bewussten Direction der Accommodation von Seiten des Beobachters. (Hier bestreitet also Dixon die von Hillebrand gegebene Erklärung.) Endlich 3) glaubt Dixon schließen zu können, dass die Veränderungen, denen das Kriterium entnommen wird, im gewöhnlichen Leben wenigstens, unbewusst und mit der Vorstellung der Tiefe associirt sind, selbst wenn sie an der Erzeugung dieser keinen Antheil haben <sup>1)</sup>).

Was an dieser Zusammenfassung auffallen muss, ist, dass in ihr die Muskelempfindungen ganz aus dem Spiel gelassen sind, oder, sofern die Zeitdauer der Accommodation das Moment abgeben soll, nach welchem der Beobachter in diesen Versuchen befähigt sei, über Tiefenunterschiede zu urtheilen, so sind darin zunächst nur die Accommodationsempfindungen eingeschlossen. Sind es nicht auch die Convergenzempfindungen? Dixon antwortet, dass darüber im Augenblicke nichts ausgesagt werden könne, so lange man nicht vollkommen sicher wisse, ob die bestehende Association zwischen Accommodation und Convergenz auch thatsächlich unter den besonderen Bedingungen dieser Versuche wirksam werde. Eine besondere Untersuchung über diesen Punkt führte Dixon zu einem unbestimmten Resultat, und er lässt daher die Frage am Ende unentschieden <sup>2)</sup>).

§ 52. Ich gehe nun dazu über, die von mir selbst an dem Apparat von Hillebrand angestellten Versuche mitzutheilen.

1) Dixon, a. a. O. S. 201.

2) Ich glaube, diese an sich interessanten Untersuchungen von Dixon hier übergehen zu können. Denn die nächsten Blätter dürften lehren, dass es bei diesen Versuchen ganz einerlei ist, ob die Convergenz wirklich mitgeht oder nicht. Die negativen Ergebnisse sind hier durch ganz andere Umstände nothwendig bedingt.

Die Experimente der ersten Versuchsclassen ergaben ein negatives Resultat, und zwar, ebenso wie bei Hillebrand und Dixon, weniger nach der Zahl der richtigen und falschen Urtheile, als nach der Art, wie diese Urtheile zu Stande kamen, und der Raumstrecke, innerhalb welcher sie sich bewegten. Ich theile in tabellarischer Uebersicht die Ergebnisse von fünf Beobachtern der Reihe nach mit. *D* bezeichnet die Distanz, von welcher aus die Verschiebung vorgenommen wurde (der Beobachter wusste nicht, ob immer dieselbe als Ausgang eingehalten wurde); *Fe* bedeutet die Zahl der falschen Angaben, die auf je zehn Verschiebungen nach der Entfernung, *Fa* auf ebenso viele der Annäherung vorkamen; *u* unter *Fe* und *Fa* enthält die Zahl der unerkannten Verschiebungen; es sind das Fälle, wo trotz größter Verschiebungen des schwarzen Schirmes, die der Apparat noch zuließ, diese selbst gar nicht bemerkt wurden; *S* enthält unter *e* die Verschiebungsstrecken, innerhalb derer die Urtheile der erkannten Entfernungsverrückungen, unter *a* die der Annäherungen fielen. Alle Größen bedeuten Centimeter.

Beobachter: Herr Dr. Thiéry. Rechtes Auge.

| <i>D</i> | <i>Fe</i> |          | <i>Fa</i> |          | <i>S</i> |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|          |           | <i>u</i> |           | <i>u</i> | <i>e</i> | <i>a</i> |
| 20       | 2         | 3        | 1         |          | 3—7      | 1—5      |
| 30       | 3         |          | 4         |          | 3—9      | 2—7      |
| 40       | 1         | 1        | 1         | 2        | 2—12     | 2—30     |
| 50       | 1         |          | 2         |          | 3—14     | 5—20     |
| 60       | 5         |          | 3         | 1        | 2—6      | 2—6      |
| 70       | 3         |          | 5         |          | 2—4      | 2—7      |
| 80       | 3         |          | 4         |          | 2—5      | 2—7      |
| 90       | 4         |          | 5         |          | 4—5      | 2—6      |
| 100      | 3         |          | 4         |          | 5—10     | 2—7      |



Beobachter: Herr Fruit. Rechtes Auge.

| <i>D</i> | <i>Fe</i> |          | <i>Fa</i> |          | <i>S</i> |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|          |           | <i>u</i> |           | <i>u</i> | <i>e</i> | <i>a</i> |
| 20       | 0         | 2        | 2         |          | 3—12     | 3—5      |
| 30       | 3         |          | 4         |          | 6—15     | 6—7      |
| 40       | 3         |          | 1         | 2        | 7—15     | 11—20    |
| 50       | 6         |          | 5         |          | 7—35     | 10—20    |
| 60       | 2         | 1        | 1         | 1        | 18—35    | 16—29    |
| 80       | 2         | 2        | 6         |          | 21—28    | 22—44    |
| 100      | 2         | 1        | 3         |          | 18—27    | 26—50    |

Beobachter: Herr Tawney. Rechtes Auge.

| <i>D</i> | <i>Fe</i> |          | <i>Fa</i> |          | <i>S</i> |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|          |           | <i>u</i> |           | <i>u</i> | <i>e</i> | <i>a</i> |
| 20       | 4         |          | 3         |          | 3—5      | 3—5      |
| 30       | 3         | 1        | 2         | 1        | 5—10     | 5—10     |
| 40       | 3         | 1        | 4         |          | 5—7      | 3—13     |
| 50       | 2         |          | 4         | 1        | 5—10     | 4—11     |
| 60       | 5         |          | 4         |          | 6—10     | 4—12     |
| 70       | 3         |          | 2         | 2        | 5—14     | 8—15     |
| 80       | 6         |          | 3         |          | 4—12     | 4—14     |
| 90       | 6         |          | 3         |          | 4—12     | 3—15     |
| 100      | 2         |          | 5         |          | 6—13     | 3—11     |

Beobachter: Herr Ussow. Linkes Auge.

| <i>D</i> | <i>Fe</i> |          | <i>Fa</i> |          | <i>S</i> |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|          |           | <i>u</i> |           | <i>u</i> | <i>e</i> | <i>a</i> |
| 20       | 7         | 1        | 2         | 2        | 3-7      | 4-6      |
| 30       | 1         |          | —         | 2        | 3-9      | 7-9      |
| 40       | 5         | 1        | 2         |          | 3-20     | 3-10     |
| 50       | 4         | 1        | 1         |          | 3-16     | 3-8      |
| 60       | 3         |          | 3         |          | 3-20     | 2-7      |
| 70       | 3         |          | —         |          | 3-22     | 6-16     |
| 80       | 3         | 2        | —         |          | 9-24     | 7-25     |
| 100      | —         | 4        | —         | 2        | 8-25     | 8-27     |

Beobachter: Herr Hicks. Rechtes Auge.

| <i>D</i> | <i>Fe</i> |          | <i>Fa</i> |          | <i>S</i> |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|          |           | <i>u</i> |           | <i>u</i> | <i>e</i> | <i>a</i> |
| 20       | 2         | 1        | 1         | 2        | 2-5      | 3-6      |
| 30       | 3         | 1        | 1         | 1        | 3-7      | 2-6      |
| 40       | 3         |          | 2         |          | 4-18     | 4-10     |
| 50       | 5         | 1        | 2         |          | 4-33     | 6-20     |
| 60       | 4         |          | 4         | 1        | 6-13     | 5-13     |
| 80       | 5         |          | 4         |          | 7-20     | 4-16     |

Man ersieht aus diesen Tabellen, dass die Zahl der falschen Urtheile im Durchschnitt  $\frac{1}{3}$  aller und auch noch weniger beträgt; sieht man aber die Entfernungstrecken an, in die sie sich vertheilen, und ich muss noch hinzufügen, dass die geringeren Unterschiedsstrecken nur selten vorkamen, so muss das Resultat als ein negatives

bezeichnet werden. Nur die nächsten Distanzen, 20 und 30 cm, scheinen eine geringe Ausnahme zu machen. Die Resultate müssen aber um so mehr negative genannt werden, wenn man sich das Verfahren der Beobachter selbst dabei vergegenwärtigt. Alle fünf Beobachter erkannten schnell, dass sie beim continuirlichen Nachgehen mit der Accommodation Tiefenverschiebungen überhaupt nicht erkennen können. Zudem war ein solches Verfahren sehr ermüdend, denn um mit der Accommodation wirklich folgen zu können, musste der Beobachter seine ganze Aufmerksamkeit dem Scharfsehen der Kante zuwenden. Dieses Bemühen ist aber, sofern es sich darum handelt, einer mathematischen Linie nahe zu kommen, vergeblich, da die Kante wegen der starken Irradiation, die hier besteht und vermöge der starken Helligkeitsunterschiede der beiden Flächen nicht beseitigt werden kann, immer ein verwaschenes Object bleibt, so dass die Accommodation in Folge dessen ganz unsicher wird. Darum achteten die Beobachter vornehmlich auf das Undeutlicherwerden der Kante, um daraus die Verrückung zu erschließen. Ferner bemerkten die Herren Thiéry, Fruit, Ussow und Hicks, dass sich neben der Kante im dunklen Felde eine farbige Contrastlinie bildete, die durch das röthliche Licht der Beleuchtung bedingt war, und dass sich auch diese mit der Annäherung und Entfernung veränderte. Sodann beobachtete Herr Fruit, dass er eigentlich nicht die ganze Länge der Kante und der neben ihr liegenden Contrastlinie gleich scharf sehe, sondern nur den mittelsten Theil, und dass dieser im Verhältniss zu den weniger scharf erscheinenden Enden mit der Entfernung an Länge abnahm, und umgekehrt. Auch die Größe des Gesichtsfeldes selbst scheint für den aufmerksamen Beobachter nicht der schematischen geometrischen Construction zufolge gleich groß zu bleiben, sondern sich mit der Annäherung zu verkleinern und mit der Entfernung zu vergrößern. Die Veränderungen der Linse bei An- und Abspannung der Accommodation, und in Folge davon die etwas veränderte Strahlenbrechung machen diese Erscheinung wohl begreiflich. Es wird, wenn diese Voraussetzung richtig ist, das Netzhautbild nicht immer dasselbe sein. Nun fand aber Götz Martius, dass uns zwei Objecte, die sich in verschiedener Entfernung befinden, ann als gleich groß erscheinen, wenn das fernere nach seinem Abstände vom näheren wirklich größer ist, dass die Objectzunahme aber

bedeutend langsamer wachsen muss als das Netzhautbild<sup>1)</sup>. Alles das fand Martius, wenn dem Beobachter die Entfernungen der Fußpunkte der Vergleichsobjecte nicht verdeckt waren. Da nun in unseren Versuchen der Beobachter eine Entfernungsänderung gar nicht wahrnimmt, sondern auf eine solche aus secundären Kriterien erst nachträglich schließt, so wird die größere Bildgröße auf der Netzhaut auf dieselbe Entfernung bezogen, und es wird natürlich ein größeres Object gesehen. Dass der Beobachter in unserem Falle nicht näher urtheilt, sondern umgekehrt, beruht, glaube ich, auf der Kenntniss, die er davon hat, dass das objective Gesichtsfeld thatsächlich mit der Entfernung größer wird. Schließlich will ich noch erwähnen, dass es Herrn Thiéry eigentlich nur dann möglich war, auf die Verschiebungen der Kante zu schließen, wenn er statt der Kante irgend einen Punkt daneben fixirte, und so aus parallaktischen Verschiebungen auf die Entfernung oder Annäherung schloss.

Diese Mittheilungen dürften genügen, um das vollkommen negative Resultat der besprochenen Versuche darzuthun.

§ 53. Conform allen bis jetzt mitgetheilten eigenen Versuchen wählte ich auch für die Wiederholung der Hillebrand'schen der zweiten Versuchsclassen für die relativen Verschiebungen immer denselben Ausgangspunkt. Ich theile zunächst in tabellarischer Uebersicht die so gewonnenen Resultate mit. *E.Eu* bedeutet die absolute Distanz vom Beobachter und die zugehörige Unterschiedsstrecke aus je zehn Versuchen für Entfernung und aus ebenso vielen für Näherung. Auf die angegebenen Intervalle entfallen mit sehr geringen Ausnahmen fast nur richtige Urtheile. *D* bezeichnet die Dioptriedifferenz zwischen der absoluten Entfernung und ihrer Vergleichsstrecke. Die Entfernungen sind alle in Centimetern ausgedrückt.

(Herr Tawney ist Myop (1,5), ebenfalls Herr Ussow (über 3,5 *D*); die Sehschärfe des Herrn Hicks ist auch nicht ganz normal.)

---

1) »Ueber die scheinbare Größe der Gegenstände und ihre Beziehung zur Größe der Netzhautbilder«, Wundt, Phil. Studien Bd. V. S. 605 ff.

|                      | Hr. Dr. Thiéry |          | Hr. Fruit    |          | Hr. Tawney   |          | Hr. Ussov    |          | Hr. Hicks    |          |
|----------------------|----------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                      | <i>E. Eu</i>   | <i>D</i> | <i>E. Eu</i> | <i>D</i> | <i>E. Eu</i> | <i>D</i> | <i>E. Eu</i> | <i>D</i> | <i>E. Eu</i> | <i>D</i> |
| Entfernung . . . . . | 20—25          | 1        | 20—25        | 1        | 20—25        | 1        | 20—30        | 1,7      | 20—25        | 1        |
| Annäherung . . . . . | 20—15          | 1,6      | 20—17        | 1        | 20—18        | 0,5      | 20—15        | 1,6      | 20—18        | 0,5      |
| Entfernung . . . . . | 30—50          | 1,3      | 30—40        | 0,8      | 30—37        | 0,6      | 30—45        | 1,1      | 30—40        | 0,8      |
| Annäherung . . . . . | 30—25          | 1,7      | 30—25        | 0,7      | 30—25        | 0,7      | 30—25        | 0,7      | 30—25        | 0,7      |
| Entfernung . . . . . | 40—60          | 0,8      | 40—50        | 0,5      | 40—50        | 0,5      | 40—55        | 0,7      | 40—55        | 0,7      |
| Annäherung . . . . . | 40—30          | 0,8      | 40—35        | 0,4      | 40—35        | 0,4      | 40—30        | 0,8      | 40—30        | 0,8      |
| Entfernung . . . . . | 50—65          | 0,5      | 50—65        | 0,5      | 50—60        | 0,3      | 50—65        | 0,5      | 50—65        | 0,5      |
| Annäherung . . . . . | 50—40          | 0,5      | 50—43        | 0,3      | 50—42        | 0,4      | 50—40        | 0,5      | 50—40        | 0,5      |
| Entfernung . . . . . | 60—75          | 0,4      | 60—75        | 0,4      | 60—75        | 0,4      |              |          | 60—80        | 0,5      |
| Annäherung . . . . . | 60—52          | 0,3      | 60—50        | 0,3      | 60—48        | 0,3      |              |          | 60—50        | 0,3      |
| Entfernung . . . . . | 70—90          | 0,3      | 70—90        | 0,3      | 70—85        | 0,2      |              |          |              |          |
| Annäherung . . . . . | 70—60          | 0,3      | 70—60        | 0,3      | 70—65        | 0,1      |              |          |              |          |
| Entfernung . . . . . |                |          | 80—100       | 0,2      |              |          |              |          |              |          |
| Annäherung . . . . . |                |          | 80—70        | 0,2      |              |          |              |          |              |          |

Wenn man diese Tabelle mit den früheren vergleicht, die bei den Versuchen an der Wundt'schen Versuchsanordnung gewonnen wurden, so wird man ihre Aehnlichkeit mit jenen kaum verkennen können. Auch hier der bekannte Unterschied zwischen den Entfernungs- und Annäherungsstrecken, und das Kleinerwerden der Dioptriedifferenzen mit dem Wachsen der absoluten Entfernung, analog der dort gefundenen Verminderung des Convergenzwinkels (oder Wachsen des Drehungswinkels). Man könnte leicht versucht sein, diese Versuche ebenso zu erklären wie die dortigen. Uebersieht man aber, was die innere Wahrnehmung der einzelnen Beobachter hier an den Tag brachte, so wird man von einem solchen Versuche zunächst absehen müssen.

Es gaben alle Beobachter an, dass dann, wenn das Eintreten der zweiten Kante in das Gesichtsfeld rasch genug erfolgt, es ihnen für einen ersten Augenblick scheint, das Näher oder Weiter dieser zweiten Kante relativ zur vorigen zu sehen. Im nächsten Augenblicke aber sind sie geneigt, nach der Deutlichkeit, resp. Undeutlichkeit der Kante zu urtheilen. Dabei wird meistens dann weiter geurtheilt, wenn die Kante verwaschener ist, näher, wenn sie es weniger ist. Bei Herrn Tawney kam einige Male auch das Gegentheil davon vor, wobei fast consequent alle Entfernungen als Annäherungen und umgekehrt angegeben wurden. Worauf dieser Umschlag in der Interpretation des Kriteriums beruht, war mir nicht erfindlich. Dieser Beobachter gab an, dass ihm der zweite Schirm im ersten Augenblicke seines Erscheinens immer wie im Nebel erschien, und er beschrieb dies näher mit dem Zusatz: wie ein Object das undeutlich gesehen wird, weil es zu nahe oder zu weit ist. Es wäre nicht unwahrscheinlich, anzunehmen, dass, je nachdem der Beobachter beim nebelhaften Erscheinen der Kante die Vorstellung größerer Nähe oder größerer Ferne mit ihr verband, er sie danach auch als näher oder weiter beurtheilte.

Sodann bemerkte zuerst Herr Fruit, dass, wenn ihm die Kante verwaschen erschien, er dann weiter schätzte, wenn er mehr Zeit brauchte, um sie scharf zu sehen, und umgekehrt näher, wenn er eine kürzere Zeit brauchte. Bald darauf machten auch Herr Ussow und Herr Tawney diese Beobachtung. Nur beiläufig will ich erwähnen, dass auch ich immer den Eindruck hatte, schneller auf die nähere

Kante zu accommodiren als auf die fernere. Man könnte in dieser Beobachtung einen Beweis für Dixon's Erklärung dieser Versuche erblicken wollen. Freilich brauchte bei Dixon ein Beobachter mehr Zeit zur Ferneinstellung, er selbst dagegen längere Zeit für die Naheinstellung<sup>1)</sup>. Aber man könnte sagen, dass das nur individuelle Unterschiede sind. Dem würde aber das Verhalten eines anderen Beobachters bei mir widersprechen.

Bei gelegentlichen Versuchen, die ich mit Herrn Dr. Meumann ausführte, fragte er mich einmal am Ende einer kurzen Versuchsreihe, wie die letzten Urtheile ausgefallen seien. Sie waren ebenso oft falsch als richtig. Diese Antwort befriedigte meinen Beobachter; es biete sich ihm nämlich ein Kriterium, das er, seit er es klar erfasst, nicht zu interpretiren wisse, weshalb er versuchte, es nach den beiden sich hier darbietenden Möglichkeiten zu interpretiren, und beide Male mit demselben Erfolge oder auch Misserfolge. Herr Dr. Meumann bemerkte nämlich auch, dass er einmal schneller, ein andermal langsamer auf die zweite Kante accommodire. Zu Anfang hatte er bei schnellerer Accommodation den Eindruck des Näheren, bei langsamerer den des Weiteren. Nun veranlasste ihn die Lectüre einer experimentellen Abhandlung, die er vor Kurzem las, und die als Resultat mittheilte, dass die Accommodationsdauer für die Ferne eine längere sei als für die Nähe, und nicht umgekehrt, wie man seit lange gewöhnlich annimmt<sup>2)</sup>, eine Probe anzustellen, ob er nicht bei umgekehrter Interpretation dieselben Eindrücke hervorrufen könne als vorher. Und in der That gelang ihm dies, und so ward er unsicher. Wäre Dixon's Ansicht richtig, so müsste dieser Beobachter immer, auch im gewöhnlichen Leben, denn Dixon dehnt die Erklärung seiner Versuche so weit aus, immer Gefahr laufen, das Fernere mit dem Näheren zu verwechseln. Doch wird Dixon hier sicher zugeben, dass uns im praktischen Leben weit sicherere Mittel zu Gebote stehen, um Entfernungsunterschiede zu erkennen, als die Zeitdauer der Accommodation, wenn diese überhaupt etwas leisten sollte.

---

1) Dixon, a. a. O. S. 200.

2) C. E. Seachore, Studies from the Yale Psychological Laboratory ed. by E. W. Scripture 1893. S. 68.

§ 54. Neben der Erkenntniss, dass durch die Irradiation an der Grenze des schwarzen Schirmes und des weißen Hintergrundes die Accommodation unsicher wird, muss als ein noch wichtigeres und die Rathlosigkeit noch erhöhendes Moment die Thatsache angesehen werden, dass der Beobachter bei diesen Versuchen keine bestimmte Entfernungsvorstellung von der Kante hat. Niemals wusste der Beobachter mit Bestimmtheit anzugeben, ob die Kante, wenn sie verschoben wurde, nahe oder fern sei; und blieb sie an einem und demselben Orte stehen, so konnte er sich ebenso gut denken, sie sei näher als ferner. Wie sollte da aber eine relative Tiefenschätzung möglich sein, wenn der Beobachter überhaupt keine bestimmte Vorstellung von der Entfernung der ersten Kante hat? Ein Vertheidiger Hillebrand's würde wahrscheinlich sagen, dass dies seine Ansicht von der Bedeutungslosigkeit der Accommodations- und Convergenzbewegungen für die Tiefenschätzung nur bestätige, denn beide Vorgänge fanden sicher statt. Und die relative Entfernungsänderung wurde eben aus dem Verwaschensein der Vergleichskante und dem bewussten Willensimpulse zur Accommodation erkannt. Wie steht es aber um diese Erklärung, vor allem worauf stützt sie sich? In der früher ausgeführten Form nur auf eine Denkmöglichkeit. Aus Hillebrand's Abhandlung ist kaum zu entnehmen, dass ihm auch nur ein Beobachter den Vorgang so beschrieb, wie er ihn erklärt. Oder sollte er irgendwie unterbewusst geschehen? Dies ist nach der Erklärung ausgeschlossen, da die Innervation immer eine bewusst gewollte sein müsste, um für das Erkennen etwas zu leisten. Auch in den Aussagen der Beobachter bei Dixon und bei mir ist nichts enthalten, was die Hillebrand'sche Erklärung stützen könnte.

Hillebrand hat zeitmessende Versuche ausgeführt über die Dauer der Accommodationseinstellung, je nachdem der Beobachter wusste, in welcher Richtung er accommodiren solle oder nicht, woraus sich ergab, dass er längere Zeit dann brauchte, wenn er es nicht wusste. Da ferner viele Werthe, gewonnen bei bekannter Richtung, in welcher accommodirt werden soll, in das Intervall derjenigen fallen, die sich für die Accommodation bei unbekannter Richtung ergaben (nur bei Accommodation für die Entfernung war dies der Fall), so meint Hillebrand, es könnten die gefundenen Zeitunterschiede nicht allein aus der bestimmten Aufmerksamkeitsspannung, die bei bekannter



Direction der Accommodationsänderung vorhanden ist, und schon allein die Innervation fördert und schneller vor sich gehen lässt, erklärt werden, sondern man müsste annehmen, dass, wenn der Beobachter nicht wusste, ob das zweite Object näher oder ferner war als das, auf welches er bis jetzt accommodirt hatte, er erst durch Ausprobiren dazu gelangte richtig einzustellen<sup>1)</sup>. Zugegeben alles das, so vermag ich doch nicht einzusehen, wie diese Resultate für die in Rede stehende Erklärung sprechen sollen. Mit diesen Versuchen ist höchstens dargethan, dass ein Ausprobiren in der Accommodation bis zu ihrer richtigen Einstellung im allgemeinen stattfinden kann. Fand aber eine solche in den Versuchen, die dadurch erklärt werden sollen, auch wirklich statt? Ein subjectiver Hinweis, so sahen wir, fehlt dafür, ein objectiver Beweis wäre aber nur dann erbracht, wenn Zeitaufnahmen über die Accommodationseinstellung bei diesen Versuchen selbst vorliegen, und diese mit jenen ersteren irgend welche Uebereinstimmung aufweisen würden.

Der eben erhobene Einwand gegen die Erklärung von Hillebrand steht nicht allein. Auch weiß ich, dass er im Grunde nicht mehr aussagt, als dass die für die Erklärung gegebene Bestätigung ungenügend sei, somit die Erklärung, wenn sie glaubwürdig erscheinen soll, erst einer Begründung bedürfe. Es erhebt sich aber ein anderer Einwand, der, wie mir scheint, die ganze Erklärung als ungenügend, um nicht zu sagen unbrauchbar erscheinen lässt. Um ihn klar zu machen, muss ich ihn durch ein Beispiel veranschaulichen. Der Beobachter fixirt die eine Kante; es erscheint die zweite; nehmen wir an, sie sei weiter, und die Accommodation ändere sich im ersten Augenblicke zunächst unwillkürlich im Sinne der Entfernung. Das Deutlichsehen würde hier wohl gefördert, aber da die Accommodation unwillkürlich erfolgt, so ist darin kein Hinweis für die Verrückung der neuen Kante enthalten. Nehmen wir jetzt weiter an, der Beobachter ändere seine Accommodation willkürlich, und zwar wieder im Sinne der Entfernung. Hier eine Frage: wird er das Deutlichsehen unbedingt fördern müssen? Nur in dem einen Falle, wenn er mit der Accommodation nicht über das Ziel hinausschießt. Dies wäre aber ohne weiteres möglich, und der Beobachter kehrt nun mit der

---

1) Hillebrand, a. a. O. S. 139—146.

Accommodation um, fördert jetzt vielleicht das Deutlichsehen und schätzt näher, trotzdem die Kante weiter war, und zwar weiter als das Ausmaß der unwillkürlichen Accommodationsänderung betrug. Darauf kam es an. Dasselbe lässt sich auch für die Annäherung demonstrieren. Gegen die Möglichkeit, man kehre, wenn man bei willkürlicher Accommodation über das Ziel hinausgegangen ist, wieder um, einzuwenden, dass man in diesem Falle ein Bewusstsein von diesen Accommodationsgrößen haben müsste, ginge kaum an, denn es ist leicht einzusehen, dass dann dem Erkennen der Tiefenverschiebungen ein Vergleichen der Accommodationsgrößen zu Grunde liegen müsste; dazu fehlen aber Andeutungen. Uebrigens würde selbst ein solches Vergleichen der Accommodationsgrößen kaum etwas nützen. Sobald nur die erste Accommodationsänderung unwillkürlich erfolgt, d. h. der Richtung und Größe nach für unser Bewusstsein unbestimmt ist, so würde ein fester Ausgangspunkt für die Vergleichung fehlen. Ferner ist die Annahme, dass das Ausmaß der unwillkürlichen Accommodationsänderung ein beschränktes sei, in der Weise wie Hillebrand voraussetzt zunächst nur eine Annahme. Das wirkliche Ausmaß der unwillkürlichen Accommodationsänderung ist durch die Größe der Zerstreuungskreise vorgeschrieben; sind diese zu groß und sollte die Accommodation nicht sofort um das richtige Maß erfolgen, so besteht zwischen der willkürlich intendirten Accommodationsänderung und der unwillkürlichen nur der Unterschied, der durch die adjectiven Bezeichnungen ausgedrückt ist, die eine ist bewusst gewollt, die andere ist es nicht, warum sie in ihrem Ausmaße verschieden sein sollen, ist nicht einzusehen.

Endlich muss noch auf eines in Hillebrand's Erklärung hingewiesen werden. Als Hauptsatz derselben ist offenbar folgender anzusehen: »Es erweist sich also der bewusste Willensimpuls als das für das Erkennen der relativen Entfernung Entscheidende«<sup>1)</sup>. Es ist leicht einzusehen, dass der Inhalt dieses Schlusses keineswegs aus der gegebenen Erklärung sich ergibt. Das wirkliche Kriterium, wonach die Tiefenunterschiede erschlossen wurden, ist das Undeutlichsehen der Kante, und der bewusste Willensimpuls, von jenem Undeutlichsehen selbst herkommend, nur das Mittel zur Interpretation

---

1) Hillebrand, a. a. O. S. 147.

dieses Kriteriums. Der voreilige Schluss, dass das Mittel für das Erkennen der relativen Entfernungsunterschiede der bewusste Willensimpuls sei, scheint durch eine allzugroße Anhänglichkeit an eine vorgefasste Theorie zu Stande gekommen zu sein. Der Inhalt dieses Schlusses ist aber auch psychologisch leer, denn ein Willensimpuls muss eine Vorstellungsgrundlage haben, er muss sich ferner auf etwas beziehen. Seine Grundlage ist das undeutliche Bild der Kante, sein Zweck das Deutlichsehen, die Verbindung beider und die Schlussfolgerung sind logische Vorgänge. Also auch nach dieser Seite ist nicht er es, der das Erkennen der relativen Tiefenunterschiede bedingt.

§ 55. Die Betrachtung der Erklärungen, die Hillebrand und Dixon ihren Versuchen gaben, führt also zur Verwerfung dieser Erklärungen. Es fragt sich aber, was sich Besseres an ihre Stelle setzen lässt. Was die erste Versuchsclassen anbelangt, so hat Dixon richtig bemerkt, ihr negatives Ergebniss erkläre sich vor allem dadurch, dass sowohl die Accommodation wie die Convergenz zu sehr abgestuft waren <sup>1)</sup>, wozu noch kommt, dass diese Vorgänge durch die Irradiation der Kante überhaupt unsicher waren. Die angeführten Tabellen dürfen nicht als Beweis angesehen werden, dass der Beobachter die Tiefenunterschiede erkannte. Die Urtheile kamen meist plötzlich zu Stande, nachdem der Beobachter oft längere Zeit keine Veränderung wahrnahm, und dann plötzlich, sei es durch eine Accommodationsschwankung oder ein Abschweifen des Blickes nach der Seite die Verschiebung bemerkte und nun darauf hin sein Urtheil abgab. Dass aber die Kante wirklich näher oder weiter gerückt sei, wurde niemals gesehen, außer in gewissen Fällen, wenn die Verschiebung 30—40 cm betrug, und auch da nicht immer.

Bei den Ergebnissen der zweiten Versuchsclassen fällt auf, dass die Beobachter im ersten Augenblicke, besonders nach einiger Uebung, innerhalb der angeführten Intervalle fast durchgängig richtig schätzten, und ihr Urtheil nur dann getrübt wurde, wenn sie nachträglich länger fixirten und über die Eindrücke reflectirten. Sodann, dass vier Beobachter das Zeitmoment bei der Accommodation hervorhoben (zwei andere machten darüber keine Aussagen). Dass die Accommodationszeit

1) A. a. O. S. 204.

für die Annäherung kürzer ist als für die Entfernung, ergibt sich auch aus den zeitmessenden Versuchen von Hillebrand<sup>1)</sup>. Es dürfte dies wahrscheinlich daher kommen, dass bei allen diesen Versuchen über die Zeitdauer der Accommodationsänderung diese selbst nicht wie im gewöhnlichen Leben durch Entfernungsvorstellungen und Mittel, die dieser dienen, geleitet wird, sondern wegen Ausschluss aller dieser Motive allein auf die Undeutlichkeit des Bildes, d. h. die Zerstreuungskreise, gegründet ist. Und da dürfte im ersten Augenblicke, wenn die Zerstreuungskreise nicht allzu groß sind, wahrscheinlich immer zunächst ein Antrieb zur Accommodationsanspannung entstehen, der sich fortsetzt, wenn damit das Deutlichsehen gefördert wird, und umkehrt, wenn durch die Vergrößerung der Zerstreuungskreise die entgegengesetzte Accommodation gefordert wird. So könnte sich der größere Zeitverbrauch für die Accommodation für die Ferne erklären lassen. Dann aber ist es sicher, dass bei diesen Versuchen immerhin kleine Augenbewegungen ausgeführt werden, die, wenn auch nur in geringem Maße, andere Motive der Tiefenschätzung herbeiführen können, — besonders dadurch, dass im ersten Augenblicke beim abrupten Wechsel der Entfernungsunterschiede Erschütterungen der Kanten gesehen werden — Motive, die für die Accommodationsänderungen Bedingungen abgeben, wie sie dem gewöhnlichen Leben entsprechen. Es könnte so gleich von vorneherein bei entfernterer Lage der zweiten Kante eine richtige Entfernungsaccommodation eingeleitet werden. Dass dann auch hier eine größere Zeit erforderlich ist für die Entfernungseinstellung als umgekehrt, würde sich dadurch erklären lassen, dass wir beim Nachlassen contrahirter Muskeln (z. B. des Armes) immer etwas vorsichtiger verfahren als beim Anspannen, denn wir müssen dort das Bestreben der Muskeln, von selbst in ihren relativen Ruhestand über- und so über das Ziel hinauszugehen, überwinden; und geschieht dies, und müssen wir umkehren, so werden wir für die Accommodation auf die Ferne erst recht mehr Zeit brauchen als für die Annäherung. Freilich ist es etwas anderes, wenn wir die Armmuskeln abspannen, als wenn mit der Accommodation nachgelassen wird. Aber in den besprochenen Versuchen, wo die zweite Kante fast in dem Augenblicke eintrifft,

---

1) A. a. O. S. 143.

wo die erste verschwindet, und durch die Erschütterungen jene oben erwähnten Motive für ihre Direction entstehen, wird man kaum annehmen können, dass sich hier die Accommodation ganz entspannt, sie wird vielmehr entweder angespannt werden und, wenn die Kante weiter war, umkehren, dann gilt die erste Erklärung; oder sie wird den Motiven für die Entfernungsänderung folgen und sich allmählich abspannen, allmählich deshalb, weil der Beobachter thatsächlich bestrebt ist, den Eindruck des ersten Augenblickes festzuhalten.

Dass hier auch der Entspannung des Muskels für das Bewusstsein eine Bedeutung zugeschrieben wird, widerspricht durchaus nicht der Meinung von Wundt (und vor ihm anderer Physiologen und Psychologen), dass der Nachlass des contrahirten Muskels von keiner Empfindung gefolgt werde. Denn ein solches Entspannen der Muskeln, wie es hier beschrieben wurde, ist keineswegs ein bloßes Nachlassen der Spannung, sondern es ist ein allmähliches Nachlassen des contrahirten Muskels, begleitet in jedem Augenblicke von einem gewissen Festhalten der Contraction, und also von einer solchen selbst. Ferner aber, wenn wirklich durch die Entspannung der Muskeln selbst keinerlei Empfindungen für das Bewusstsein entstehen sollten, so ist die durch den Nachlass des contrahirten Muskels bedingte Verminderung der Anstrengungsempfindung oder der Muskelempfindung auch ein Vorgang, der im Bewusstsein bemerkt werden muss. Darauf kam es hier an. Ob dann aber »die Erklärung Wundt's, dass wir es hier (nämlich bei der Accommodationsempfindung) nur mit einem Specialfall des allgemeinen Gesetzes zu thun haben, demzufolge nur die active Zusammenziehung gewisser Muskeln von einem an die Bewegung gebundenen Gefühle begleitet ist, während dem Nachlass der Zusammenziehung, der Erschlaffung, niemals ein Muskelgefühl folgt«, wie Hillebrand meint »gegenstandslos« ist, »weil die Thatsache nicht besteht« — nämlich die Verschiedenheit der Entfernungs- und Annäherungsstrecken — »die auf diese Weise erklärt werden soll«<sup>1)</sup>, ist, wie ich eben hervorhob, mindestens für Hillebrand's Versuche nicht entschieden. Wenn ich mich aber auf die Ergebnisse meiner Experimente verlassen darf, so scheint die bestrittene Thatsache doch zu bestehen. In der Tabelle auf S. 108 sind

1) A. a. O. S. 136.

nicht nur alle Entfernungsstrecken größer als die Annäherungsstrecken, was bei gleichem Ausgangspunkte für die Entfernung und Annäherung des Objectes von vornherein zu erwarten war, sondern es sind auch in der Mehrzahl der Fälle die Dioptriedifferenzen, die den Entfernungen entsprechen, etwas größer als diejenigen bei den Näherungen. Es entfallen für Herrn Fruit auf sieben Fälle vier, in denen die Dioptriedifferenz für die Annäherung kleiner ist als für die Entfernung, drei, in denen sie größer ist; für Herrn Tawney vier kleiner und zwei größer; für Herrn Ussow zwei kleiner, einer größer und einer gleich; für Herrn Hicks drei kleiner, einer größer und einer gleich. Nur Herr Thiéry macht eine Ausnahme, bei ihm sind zwei größer, einer kleiner und drei gleich. Herr Thiéry verhielt sich auch am unsichersten bei diesen Versuchen. Im Ganzen entfallen auf 28 Versuche 14 Fälle mit kleinerer Dioptriedifferenz für die Annäherung, fünf mit größerer, und acht Mal ist sie für Annäherung und Entfernung gleich groß. Vergleicht man übrigens die Dioptriedifferenzen auch in Hillebrand's Resultaten, so ist unter fünf Beobachtern eigentlich nur einer, bei dem in einem Falle die Differenz für die Näherung größer ist als für die Entfernung, bei zwei anderen ist sie geringer, und wieder bei zwei anderen gleich groß. Bei Dixon ist ein Resultat in dieser Beziehung nicht zu entnehmen, seine Tabellen geben nur Aufschluss über das Verhältniss von richtigen und falschen Urtheilen, allerdings sind aber unter sechs Beobachtern vier, die für die Annäherung eine weit geringere Anzahl von Fehlurtheilen aufweisen als für die Entfernung. Der wahrscheinlichste Schluss aus allem dem ist wohl nur der, dass auch hier, sofern man das Verhältniss der Unterschiedsstrecken in's Auge fasst, die Annäherung auch dann genauer beurtheilt wird, wenn die Unterschiedsstrecken in Dioptriedifferenzen gemessen werden. Für die Erklärung dieser Thatsache können auch nur diese Differenzen selbst in Betracht kommen. Gerade so wie sich für die Convergenzbewegungen ein kleinerer Drehungswinkel für das Erkennen einer ebenmerklichen Tiefenverschiebung ergab als für die Divergenzbewegungen, weil jene eine größere Anstrengung erfordern als diese, ebenso erfordert hier die Accommodationsanspannung eine größere Anstrengung in den Ciliarmuskeln bei der Anspannung als bei der Abspannung in dem oben beschriebenen Sinne. Handelt es sich aber um gleich erkennbare

Empfindungswerthe als Tiefenstrecken, so werden die Dioptriedifferenzen für die Annäherung nothwendig geringer sein müssen als für die Entfernung, und die Differenzen der Unterschiedsstrecken sind dann nur eine ebenso nothwendige Consequenz dieser zuletzt hervorgehobenen Thatsache.

Bei solcher Uebereinstimmung der Ergebnisse der Hillebrand'schen Versuche hier und der Wundt'schen dort wird es wohl nicht möglich sein, den Einfluss der Augenmuskelempfindungen für das Erkennen von Tiefenunterschieden zu übersehen. Ihr Einfluss thut sich in den von allen Beobachtern hervorgehobenen ersten Augenblicken kund, wo es ihnen, noch vor dem Verschwinden der Zerstreuungskreise, in denen die Vergleichskante auftritt, scheint, dass sie die Tiefenunterschiede unmittelbar wahrnehmen. Es soll damit nicht gesagt sein, dass das secundäre Motiv, die unscharf gesehene Kante, hier keine Rolle spielte; ich habe dies genügend betont. Doch eine Frage scheint mir in Bezug darauf von Interesse. Würden diese secundären Motive eine eindeutige Rolle spielen können, ohne jene Verhältnisse auf Seite der Accommodationsänderungen und -empfindungen? Offenbar nur dann, wenn der Vorgang ein solcher wäre, wie ihn Hillebrand beschrieb. Er war aber kein solcher. Wird trotzdem am Ende vielleicht zugestanden werden müssen, dass der Beobachter hier nicht ganz ohne Reflexion über die Eindrücke verfuhr, so fehlte ihm doch nicht auch ein gewisser Grad unmittelbaren Erkennens. Dieses können die Zerstreuungskreise allein nicht leisten, sie können es jedoch in Verbindung mit den Augenmuskelpfindungen. Dass diese aber in ihrem objectiven Maße, den Dioptriedifferenzen nach, so groß sein mussten, dass sie das Entstehen ziemlich großer Zerstreuungskreise ermöglichten, erklärt sich daraus, dass der Beobachter hier niemals eine bestimmte Vorstellung von der absoluten Entfernung der Kante hatte. Es mussten also, um erfolgreich schätzen zu können, secundäre Motive geschaffen werden, die das einigermaßen ersetzen sollten, was anderwärts eine anschauliche Tiefenvorstellung leistet. Noch anders gesagt, die Accommodationsbewegungen und -empfindungen konnten nicht schon allein zum Schätzen der Tiefe verhelfen, weil es an einer bestimmten und anschaulichen Tiefenvorstellung fehlte, innerhalb deren sie eine eindeutige Rolle spielen konnten. Sie mussten deshalb so zu sagen

übermerklich sein, um im Bewusstsein den Eindruck verschiedener Tiefe zu erwecken, wofür auch die immerwährenden Klagen der Beobachter sprechen, dass sie alsbald nach Beginn jedes Versuches einen unangenehmen Druck oder Ziehen, kurz Ermüdung in den Augen wahrnahmen.

Die Betrachtungen dieses Capitels führen unmittelbar zu folgenden zwei Schlüssen:

1) Alles in diesem Capitel Mitgetheilte enthält einen unzweideutigen Hinweis darauf, dass eine relative Tiefenschätzung überall dort nicht möglich ist, wo die Exclusion der Motive normaler Verhältnisse eine zu große ist, und deshalb die Ausbildung einer anschaulichen und bestimmten Tiefenvorstellung nicht zulässt; und

2) insofern der Hillebrand'sche Apparat es unmöglich macht, dass bei einer bestimmten Entfernung des Objectes auch die Tiefenlocalisation eine bestimmte ist, eignet er sich nicht, um irgendwie eine positive Antwort oder Bestätigung in Fragen der Tiefenlocalisation zu geben. Damit soll sein Werth nicht geleugnet werden, sofern er sich eignet, in negativer Weise für die Lösung unserer Frage beizutragen.

§ 56. Ich will jetzt in einem letzten Paragraphen dieses Capitels noch einmal auf Hillebrand's Apparat, die daran gewonnenen Ergebnisse und die darauf sich stützenden Erklärungen eingehen, um von den gewonnenen Erkenntnissen aus diese selbst noch klarer hervorzuheben, und dann auch einige Punkte der polemischen Ausführungen von Hillebrand zu berücksichtigen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal, was der Beobachter sieht, wenn er sein Auge an das Blickrohr des Apparates bringt: eine Fläche, die zur Hälfte schwarz ist, zur anderen hell beleuchtet; nichts sonst kann in sein Gesichtsfeld hineinfallen, denn er befindet sich in einem vollkommen dunklen und leeren Raume. Als Object wird ihm die Grenzlinie zwischen dem dunklen und dem hellen Theil seines Gesichtsfeldes geboten. Ist das aber ein Object? War es vor allem auch das wirkliche Object der Beobachter? Mancher von ihnen, mit dem Apparat noch nicht bekannt, hielt beim ersten Hineinsehen in das Blickrohr die beleuchtete Fläche für das Object und den schwarzen Theil des Gesichtsfeldes für das Dunkel des Dunkelzimmers. Es wurde dann der sichtbare Theil der beleuchteten



Glasplatte für näher gehalten als der dunkle Schirm, von dem der Beobachter nichts wusste. Man wird mir sagen, solche Täuschungen beweisen nichts außer ihrer Möglichkeit; und dann hat man dem Beobachter zu sagen, dass ihm als Object eben jene Farbengrenze zu dienen habe. Letzteres ist aber nicht möglich, denn es müsste dann diese Grenze unabhängig von den Objecten bestehen, unabhängig von ihnen localisirt werden können. Die Grenze eines Objectes, sofern sie eben als Grenze des Objectes oder der Objecte aufgefasst wird, wird aber mit den Objecten selbst localisirt. Nun gibt es kein Mittel, bei scharfer Accommodation auf die Grenze zweier Flächen, die gleichmäßig in der Farbe und absolut allein im Gesichtsfelde unterscheidbar sind, diese irgendwie bestimmt zu localisiren. Man kann nicht zweifeln, dass, wenn bei Aufstellung des Hillebrand'schen Apparates irgendwie die Anordnung getroffen wäre, dass man auch die verwaschenen Ränder des Tubus nicht sähe und gar kein verschiedenes Licht von den Seiten hereinfließe, der verschiebbare Schirm also ebenso dunkel wäre wie das Dunkel des Zimmers, man noch unbestimmter localisiren würde, und noch weniger fähig wäre, relative Tiefenunterschiede zu erkennen, als dies schon ohnedem der Fall war<sup>1</sup>). Eine Tiefenlocalisation ist dann mit dem Vorwissen, was als Object localisirt werden soll, nur

---

1) Wie sich die Bestimmtheit der Tiefenlocalisation bei Exclusion der Hilfsmotive ändert, ist sehr schön an einem Beispiele zu ersehen, das Helmholtz dafür anführt. Indem er in einem Experimente, wo stereoskopische Zeichnungen im Stereoskop combinirt werden, und außer ihnen kein anderer Gegenstand sichtbar ist, die von Wundt gefundene Unterschätzung der absoluten Distanz bestätigt fand, und indem er versuchte, die Lage des Objectes mit der Hand außerhalb zu bezeichnen, und immer zu nahe griff, schreibt er: »Sehr viel besser als mit der nach dem Gefühl bestimmten Lage der nicht gesehenen Hand pflegt dagegen die Vergleichung mit einäugig rechts und links vom Stereoskop gesehenen Objecten zu gelingen. Die Kästen der Brewster'schen Stereoskope sind meistens nicht so breit, dass man nicht mit dem rechten Auge einige von den rechts liegenden reellen Objecten, mit dem linken links liegende sehen könnte, deren Entfernung und Größe bekannt ist. Trotzdem man diese nur einäugig sieht, und trotzdem die Entfernung des stereoskopischen Raumbildes nur durch das zweiäugige Sehen bestimmt wird, macht man meist ziemlich genaue Bestimmungen, die nicht viel geändert werden, wenn man nachher das Raumbild mit zweiäugig über oder unter dem Stereoskop gesehenen reellen Objecten vergleicht« (Handbuch d. phys. Optik II. Aufl. S. 798). Der letzte Zusatz von Helmholtz, ob richtig oder unrichtig localisirt wird, kommt hier nicht in Betracht, die Hauptsache ist,

noch aus secundären Kriterien und ihrer Interpretation möglich. Der Vertheidiger Hillebrand's würde vielleicht sagen: eben das geht aus den Untersuchungen von Hillebrand hervor, und weil dem so ist, liegt darin der Beweis, dass sich an Accommodationsbewegungen, die doch hier gewiss vorhanden waren, keine Tiefenempfindungen knüpfen. Diese Bemerkung, der Abhandlung von Hillebrand selbst entnommen, ist bezeichnend. Sicher knüpfen sich an die Accommodationsbewegungen keine »Tiefenempfindungen«. Aber behauptete denn auch Jemand, dass Accommodationsänderungen »Tiefenempfindungen« produciren? Hillebrand wendet sich vor allem polemisch gegen Wundt. Es war aber niemals Wundt's Meinung, dass in den Accommodations- oder Convergenzempfindungen schon ursprünglich Tiefenempfindungen gelegen seien. - Was sollte man auch unter solchen »Tiefenempfindungen« in der Terminologie Wundt's verstehen? Empfindungen sind nach Wundt nicht selbständige Inhalte, sie sind uns in der Erfahrung niemals direct gegeben, sie sind nur letzte Bewusstseins-elemente, zu denen die Analyse unserer Vorstellungen führt. Und wenn man von ihnen wie von selbständigen Gebilden spricht, so ist es nur die Abstraction von den Inhalten, in denen sie vorkommen, die sie zu solchen macht<sup>1)</sup>. Nun ist aber weiter, wie bereits ausgeführt, nach Wundt die Raumvorstellung ein höchst zusammengesetztes Gebilde, seinem psychischen Prozesse nach näher bestimmt ein synthetisches Verschmelzungsproduct, in welchem erst das Anschauen der Dimensionen für unser Bewusstsein zum Ausdruck gelangt<sup>2)</sup>. Dann ist es aber nicht zu verstehen, wie man von Empfindungen sprechen kann, die nicht nur schon allein eine räumliche Beziehung zum Ausdruck bringen sollen, sondern

---

dass je nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Hilfsmotiven die Localisation eine andere war, die dann auch die relative Tiefenlocalisation bedingte. Wenn Donders dagegen einmal sagt, dass beim Sehen durch das Stereoskop, dessen Dimensionen eine gewisse Vorstellung von der Entfernung mit sich bringen, die Tiefenschätzung eine ungenauere sei als ohne jene Momente (Archiv f. Ophthalmologie Bd. XVII. 2, S. 18), so kann das nur daher kommen, dass man unter den Hilfsmotiven nicht eine Auswahl getroffen hat, um sich in jedem einzelnen Falle danach zu richten, sondern alle zugleich in unregelmäßiger Weise auf sich einwirken ließ, und vielleicht bald mehr auf dieses, bald mehr auf jenes achtete.

1) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie 4. Aufl. I, S. 281, II, S. 437.

2) A. a. O. II. S. 217f., dann auch S. 23, 33, 38.

sogar die Empfindung nur einer reinen Dimension. Und das müssten die Tiefenempfindungen in dem Falle thun, wo sie uns bei Ausschluss sämtlicher Localisationsmotive über die Entfernung eines annähernd ausdehnungslosen Objectes Aufschluss geben sollten. Und dass das nicht bloß für Tiefenempfindungen aus Accommodation oder Convergenz gilt, sondern ganz allgemein für jede Empfindung, der die Aufgabe zufallen soll, reine Tiefenempfindung zu sein, ist klar.

An Accommodationsempfindungen werden Tiefenvorstellungen auch associativ nicht geknüpft, war der zweite negative Schluss, den Hillebrand mit Rücksicht auf diese Empfindungen zog. Die Experimente von Hillebrand und Dixon und mir bestätigen zweifellos dieses Resultat, aber wohl gemerkt unter den Bedingungen, unter welchen diese Versuche gemacht wurden. Die Frage, ob sich an Accommodations- oder Convergenzempfindungen Tiefenvorstellungen überhaupt associativ knüpfen, soll hier außer Acht gelassen werden. Angenommen, es sei dem im allgemeinen so, so würden die am Hillebrand'schen Apparate und unter der Voraussetzung des darin vorgeschriebenen Fixationsobjectes gewonnenen Resultate doch nichts gegen diese Ansicht beweisen. Denn sie fordert gewisse charakteristische Eigenschaften des Objectes selbst, wenn es mit Accommodations- oder Convergenzempfindungen associirt und auf Grund dieser in gewisser Entfernung vorgestellt werden soll. Ein isolirter Punkt oder eine mathematische Linie aber ist in diesem Sinne kein Object.

Bisher wurde in der Kritik immer nur vom Wundt'schen Begriff der Empfindung ausgegangen, für Hillebrand verbindet sich aber ein anderer Begriff mit dieser Bezeichnung. Er unterscheidet primitive und modificirte Empfindungen. Eine primitive Empfindung ist jeder Eindruck oder Inhalt, der bei Ausschluss aller anderen zum selben Erfolge concurrirenden Motive mit sinnlicher Evidenz uns das zum Bewusstsein bringt, was seine nähere Bestimmung ausdrückt, den Eindruck der Tiefe also, wenn es sich um Tiefenempfindungen handelt<sup>1)</sup>. Was dann modificirte Empfindungen sind, ergibt sich von selbst. Die Accommodations- oder Convergenzempfindungen

---

1) Hillebrand, »Ueber die Stabilität der Raumwerthe auf der Netzhaut«. Ebbinghaus' u. König's Zeitschr. f. Psychologie Bd. V. S. 3 ff.

können aber auch für Hillebrand nichts anderes bedeuten, als was sie für Wundt und jeden Anderen bedeuten können, und so gilt das oben Ausgeführte vollkommen, trotz der sonst verschiedenen Begriffe, die mit dem Worte Empfindung bezeichnet werden.

Es ist nicht ohne Interesse, für einen Augenblick von diesem speciellen Falle abzusehen und sich zu fragen, was der letztgegebenen Begriffsbestimmung der Empfindung von Hillebrand bei Wundt entspricht. Zunächst ist sicher, dass ihr eine Vorstellung entsprechen wird, und zwar diejenige, die Wundt Tiefenvorstellung nennt. Diese ist aber nicht einfach Accommodations- oder Convergenzempfindung. Die Convergenzempfindungen sind wohl zunächst dasjenige Glied, welches die Localisation eines räumlichen Inhaltes in Beziehung auf das Subject zum Ausdruck bringen, aber sofern die Tiefenlocalisation nur ein bestimmtes Verhältniss des zu localisirenden Inhaltes zum vorstellenden Subjecte ausdrückt, müssen die Convergenzempfindungen mit dem vorgestellten Inhalte selbst irgendwie psychisch verbunden sein. Nach Wundt sind sie es dadurch, dass sie mit den Localzeichen des flächenhaften Bildes oder der Netzhaut überhaupt in ein System complexer Localzeichen eingehen, und dann setzen sie sich (es treten noch Tastempfindungen der Orbita hinzu) in Entfernungsvorstellungen um<sup>1)</sup>. Diese Entfernungsvorstellungen würden den Tiefenempfindungen bei Hillebrand und Anderen entsprechen. Daraus ergeben sich mannigfache Antworten auf gegnerische Einwürfe gegen diese Theorie. Zunächst geht daraus hervor, dass aus den Convergenzempfindungen allein gewiss nicht Tiefenvorstellungen entstehen, dass sie aber wesentliche Elemente einer solchen sind, die wesentlichsten, wenn es sich um die absolute Localisation nach der Tiefe (wieder nicht im Sinne von richtig) handelt. Stumpf behält daher gewiss Recht, wenn er sagt, dass Muskelempfindungen eben Muskelempfindungen und nicht »Ortsempfindungen« sind<sup>2)</sup>, letzteres hat aber auch in diesem Zusammenhange Niemand behauptet.

Es ist ferner klar, dass, sofern es sich um die Verlegung eines Objectes nach der Tiefe handelt, und alle unterstützenden Motive

1) Am klarsten hat das Wundt dargelegt in seinem letzten psychologischen Werke: »Grundriss der Psychologie« Leipzig 1896, S. 156 ff. Vergl. auch Grundzüge der physiol. Psychologie 4. Aufl. II. S. 219—221.

2) Stumpf, Ueber den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung S. 149.

der Localisation ausgeschlossen sind, eine erfolgreiche Tiefenschätzung überall dort nicht möglich ist, wo das Object selbst nicht gewisse Bedingungen dazu in sich trägt. Das ist aber nicht der Fall, wenn z. B. das Object eine isolirt wahrgenommene mathematische oder physische Linie ist. Wenn es daher auch sicher ist, dass in den Versuchen von Wundt, die in dieser Abhandlung unter verbesserten Umständen zur Nachprüfung kamen, auch jetzt nicht alle Nebenumstände der Tiefenlocalisation ausgeschlossen waren, so zeigte es sich doch auch gleichzeitig, wie unumgänglich nothwendig sie für die erfolgreiche Tiefenschätzung sind, und dass dort, wo sie unbeachtet blieben, auch der Erfolg ausblieb; ihre vollständige Exclusion war dann in der Hillebrand'schen Versuchsanordnung verwirklicht, und der vollständige negative Erfolg war dann um so auffälliger. Der Beweis für die vertretene Ansicht ist also vollständig. Dass trotzdem bei der Hillebrand'schen Versuchsanordnung einige auch positiv werthvolle Resultate gewonnen wurden, erklärt sich dadurch, dass auf anderem Wege secundäre Kriterien geschaffen wurden, die dann zur Tiefenschätzung verhalfen.

Endlich ist zu ersehen, wie die ganze psychologische Ueberlegung, die der Hillebrand'schen Untersuchung voranging, von vornherein gänzlich verfehlt war, ja psychologisch Unmögliches in sich trug. Auch nach der Theorie von Hering, und sicherlich auch nach jeder anderen, geschieht die Tiefenlocalisation selbstverständlich in Bezug auf das vorstellende Subject<sup>1)</sup>. Ebenso gewiss ist es weiter, dass in der Vorstellung, die localisirt werden soll, diejenigen Raumwerthe bereits enthalten sind und sein müssen, die ihre Localisation bedingen. Welche Raum-, vor allem Tiefenwerthe besitzt aber eine mathematische Linie auf dem mittleren Längsschnitte nur einer Netzhaut? Keine anderen als Null. Und um dieses Null zu localisiren, fehlt dann jedes Motiv. Auch der bewusste Wille vermag es nicht, denn hier fehlt ihm erst recht eine Vorstellungsgrundlage.

Aus den letzten Betrachtungen ergibt sich noch, dass man von einer ursprünglichen Tiefenempfindung nur in dem Sinne sprechen kann, wie dies Hering thut, indem er an die einzelnen Netzhautpunkte solche knüpft und in seiner Terminologie als »Gefühle«

---

1) Hering, Beiträge V, S. 342 ff.

bezeichnet. Dann ist aber der Begriff der Empfindung anders definirt, er ist die einfache Reaction eines irgendwie gedachten einfachen physiologischen Processes. Es ergibt sich aber dann um so mehr, dass der Einfluss solcher ursprünglicher Tiefenempfindungen auf die Localisation niemals für sich untersucht werden kann, denn diese Tiefenwerthe sind immer mit Breitenempfindungen verbunden und in der localisirten Vorstellung enthalten. Sie sind, psychologisch betrachtet, nicht Tiefen-, sondern Orts- oder Raumempfindungen in der Sprache Hering's. Dies ist in der That Hering's Meinung: sie sind räumliche Gebilde, in denen der dreidimensionale Raum vollkommen gegeben ist<sup>1)</sup>. Zudem geben gerade diese Raumwerthe der Netzhaut keinen Aufschluss über die absolute Tiefenlocalisation, sind aber in ihrem Werthe jeweilig von dieser abhängig. Dieses letztere ist übrigens eine Thatsache, die von jeder Theorie berücksichtigt werden müsste, wie immer sie die Ausmessung des Gesichtsfeldes und die Größenbestimmungen darin verständlich machen will, denn diese sind in jedem einzelnen Falle abhängig von der Entfernung, in die das Gesichtsfeld verlegt wird. Deshalb thut Hering gewiss Recht, wenn er alle Größen- und Lagebestimmungen im Gesichtsfelde mehr oder weniger mit Rücksicht auf deren Localisation nach der Tiefe betrachtet. Denn diese geht, so unbestimmt sie auch in manchen Fällen sein mag, den genaueren Größenbestimmungen im Gesichtsfelde voraus, sie ist einfach mit dem selbst noch wenig bestimmten Gesichtsfelde gegeben. Erst dann wird es auch vollkommen verständlich, wie nach der Theorie, die die Augenbewegungen in ausgedehntestem Maße für die Ausbildung der Raumschauung verwerthet, die Entfernungsvorstellung auf die scheinbare Größe der Objecte von Einfluss ist. Die Empfindungswerthe beim Durchlaufen einer Strecke mit dem Blicke sind nothwendig verschieden, je nachdem sich die Sehachsen in größerer oder geringerer Convergenz befinden. Denn was man Parallelbewegung der Augen nennt, ist nicht ein paralleles Bewegen der Sehachsen in dem Sinne, dass sie wirklich parallel gerichtet sind, sondern bloß Seitwärtsbewegung, wobei sie eigentlich immer convergent bleiben für diejenige Entfernung, die durch das Object bestimmt ist. Hieraus ergibt sich dann der Einfluss der Convergenz-

---

1) Hering, Beiträge V, S. 289.

bewegungen auf unsere sämtlichen Größenvorstellungen im Raume. Die Idee der Kernfläche, in dieser Weise bestimmt, und wie alle Breiten-, Höhen- und Tiefenlocalisation mittelst [Augenbewegungen und Augenmuskelempfindungen in und relativ zur Kernfläche entsteht, ist schon bei Meißner klar ausgeführt<sup>1)</sup>.

Fassen wir zusammen, was in diesem Paragraphen an kritischen Bemerkungen ausgeführt wurde, so ergibt sich, dass sämtliche Einwände gegen die Leistungsfähigkeit der Convergempfindungen für die Tiefenlocalisation unhaltbar sind. Sie beruhen zum größten Theil auf Missverständnissen der wahren Bedeutung, die ihnen zukommt und zugeschrieben wird. Diese Missverständnisse sind wieder meistens dadurch bedingt, dass nicht immer mit genügender Objectivität fremde Ansichten überlegt, sondern eigene in sie hineingetragen werden, die sich mit jenen nicht vertragen.

### Schlussbetrachtung.

§ 57. Ich hoffe, dass in den Untersuchungen und Betrachtungen dieser Abhandlung alles das berücksichtigt wurde, was in der Einleitung als Aufgabe hingestellt war, wenn auch nicht in gleichem Maße. Dies war von vornherein nicht zu erwarten; die Hauptaufgabe war nur die eine: welches ist die Bedeutung der Convergempfindungen und Accommodationsempfindungen für die Tiefenwahrnehmung? Die andern stehen im Dienste dieser. Und wenn auch die früheren Zeilen, wie ich hoffe, gerade mit Rücksicht auf diese Frage deutlich genug darauf hinweisen, welche Rolle diesen Functionen hier zuzuschreiben sei, so scheint es mir doch nicht überflüssig, noch einmal mit einigen Worten darauf zurückzukommen, um in einigen wenigen Sätzen das endgültige Resultat zusammenzufassen.

Wir sahen, dass in allen den mitgetheilten Experimenten nicht nur ein Motiv vorhanden war, das zur Tiefenschätzung verhalf, sondern deren mehrere. Unter ihnen befanden sich natürlich auch die Convergempfindungen und Accommodationsbewegungen. Was ist, ganz eindeutig bestimmt, der Antheil und die Bedeutung dieser Motive in allen Versuchen gewesen?

---

1) Physiologie des Sehorgans, S. 111. Vergl. hierzu Wundt: Vorlesungen über Menschen- und Thierseele, 2. Aufl. S. 193.

Betrachten wir auf der einen Seite alle Ergebnisse der mitgetheilten Versuche, so muss eines besonders auffallen, nämlich dass uns in den Unterschiedsstrecken, wenn auch nicht überall ihrem absoluten Werthe, so doch dem allgemeinen Charakter nach, überall gleiche Verhältnisse entgegentreten (vergl. S. 67 ff., 116 f.; sodann die Tabellen S. 45, 75, 88). Dies konnte aber nur dadurch zu Stande kommen, dass in allen diesen Versuchen ein und derselbe Factor in gleicher Weise wirksam war.

Betrachten wir jetzt auf der andern Seite die Motive, die zum Erfolg concurrirten. Es waren dies, wie die Untersuchungen lehrten, die besondere Form des beschränkten Gesichtsraumes im weitesten Sinne, also seine Begrenzung und die in ihm enthaltenen unterscheidbaren Raumverhältnisse. Sodann die Besonderheit des Distanzobjectes (und sein Bild natürlich), das zum Theil für jenes erste Motiv mitbestimmend ist, aber doch einer besonderen Betrachtung unterzogen werden muss. Ferner die in den Versuchen der Wundt'schen Anordnung nicht immer gleichbleibende Helligkeit. Und endlich die Convergenz- und Accommodationsbewegungen.

Sehen wir zu, wie weit diese Factoren in gleicher Weise — diese Bedingung wird durch die Ergebnisse gefordert — in allen Versuchen vorhanden waren.

Die besondere Form des beschränkten Gesichtsraumes war in keinem der Versuche dieselbe. Dass sie es in der Hillebrand'schen Versuchsanordnung nicht war, bedarf keines besonderen Hinweises. Sie war es aber auch nicht in den monocularen und binocularen Versuchen der Wundt'schen Versuchsanordnung. In den binocularen Versuchen ist das Gesichtsfeld anders begrenzt als in den monocularen, die Plastik des ganzen Gesichtsraumes ist dort eine andere als hier (vergl. S. 76). Aber dieser Factor, kann er auch manche Verschiedenheit in den Ergebnissen erklären, so doch nicht das Gemeinsame in ihnen.

Das Distanzobject war in den Wundt'schen und Hillebrand'schen Versuchen ein gänzlich verschiedenes. Und auch in den monocularen und binocularen Versuchen allein der Versuchsanordnung von Wundt kann es nicht ohne weiteres als gleich betrachtet werden. Denn wollte man auch annehmen, dass zwei gleiche Netzhautbilder auf den mittleren Meridianen zum Tiefenschätzen nicht mehr ver-



helfen als nur eines, so ist doch sicher, dass das Ganze eines binocularen Gesichtsfeldes anders erscheint als das eines monocularen, und es ist daher nicht zulässig, beide Fälle einander gleich zu setzen. Und was die Veränderungen des Durchmessers des Objectes anlangt, so wird man Hillebrand ohne weiteres Recht geben können, dass sie auch dort möglicher Weise von Einfluss sein konnten, wo es zu einer klaren und bewussten Wahrnehmung dieser Veränderung nicht kam<sup>1)</sup>. Aber gerade wegen dieses letzteren Umstandes konnten sie für den Erfolg nur mitbestimmend, nicht Ursache sein, denn diesen Veränderungen gingen andere in gewissem Betracht voran, die zunächst allein auf die Tiefenvorstellung Bezug haben, und mit deren Veränderung jene parallel gehen, denn alle Veränderungen im flächenhaften Gesichtsfelde sind ebenso sehr abhängig von der Entfernung, in die dieses verlegt wird (S. 125).

Der Einfluss der wechselnden Helligkeit endlich, den ich hier nur der Vollständigkeit halber erwähne, gab sich in den Versuchen der Wundt'schen Anordnung unmittelbar zu erkennen (S. 52), er war dann in der Hillebrand'schen Versuchsanordnung ganz ausgeschlossen.

Es bleiben nur noch die Convergenz- und Accommodationsbewegungen, und diese waren in der That in allen Versuchen in gleicher Weise vorhanden. Sie sind auch durch ihre Beschaffenheit als Bewusstseins-elemente zur Erklärung der in Rede stehenden Verhältnisse geeignet. Das Gemeinsame jener Ergebnisse, sofern es wirklich allen in gleichem Maße gemeinsam ist, besteht in quantitativen Verhältnissen. Und gerade in dieser Beziehung waren die erstgenannten Motive in verschiedener und ungleichmäßiger Weise vorhanden. Die Convergenz- und Accommodationsempfindungen dagegen sind schon an und für sich auch für die unmittelbare Auffassung qualitativ wenig verschieden, sie scheinen hauptsächlich quantitativ abgestuft zu sein; eben darum aber eignen sie sich zu einem Maße der Vergleichung gleichartiger Inhalte. Das ist die Bedeutung, und gewiss keine geringe, die den Convergenz- und Accommodationsempfindungen in allen den mitgetheilten Versuchen zukam: sie

---

1) Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie v. Ebbinghaus u. König, Bd. VII. S. 113 ff.

waren das Maß, nach dem die Tiefenvorstellungen verglichen werden konnten und auch verglichen wurden<sup>1)</sup>.

Man hat der hier vertretenen Theorie vorgeworfen, sie nehme ein System von Muskelempfindungen an, denen »Functionen zuge-muthet werden, die voraussetzten, dass ihre graduellen Abstufungen an Feinheit mindestens den Raumsinn der Netzhaut erreichen« (Hillebrand). Gewiss, sie thut dies mehr oder weniger. Aber wenn man diesen Einwand erhebt, möge man sich auch Folgendes überlegen: Erstens, wie würde es um unsere Fähigkeit, Raumverhältnisse zu unterscheiden, stehen, auch wenn sich diese aus Functionen und Verhältnissen auf der Netzhaut erklären ließen, wenn dem Raumsinn derselben nicht ein ebenso fein abgestufter Bewegungsmechanismus zur Seite stünde? Und zweitens, ob es wirklich schwerer ist zu denken, es entspreche einem so fein abgestuften Bewegungsmechanismus ein ebenso fein abgestuftes System von Muskelempfindungen, als es zu denken ist, dass jedem Netzhautpunkt eine »Raumempfindung« zukommt, die, abgesehen von ihrem Gesichtsinhalt, noch aus drei verschiedenen »Gefühlen« componirt ist?

Kehren wir zu den Schlussbetrachtungen zurück, so ergibt sich, wie eine nüchterne Abwägung der gleichzeitig vorhandenen Motive und eine ebensolche Ueberlegung lehrt, was jedem einzelnen von ihnen in einem gegebenen Falle und überhaupt zukommt. Es ist also nicht nothwendig, um die Leistung nur eines Motivs kennen zu lernen, alle übrigen auszuschließen, ja, es ist sogar irrig, zu meinen, dass man auf diesem Wege zu besserer Erkenntniss gelangen könne, denn die einzelnen Motive sind niemals für sich allein wirksam, sondern nur in Gemeinschaft mit andern. Die Untersuchungen im Laboratorium haben es doch mit Fragen zu thun, die dem wirklichen Bewusstseinsleben entnommen sein sollen; diese Untersuchungen werden aber nothwendig werthlos werden, oder doch nur als negative Ergänzung zu andern in Betracht kommen können, wenn darin Bedingungen geschaffen werden, die mit dem wirklichen Leben schlechterdings nichts mehr gemeinsam haben. Es ist ein eigenthümliches und bezeichnendes Schicksal gerade derjenigen Theorie, die der psychologischen Erfahrung besser zu dienen glaubt, indem sie

---

1) Vergl. Wundt, Grundzüge d. physiolog. Psychologie, 4. Aufl. II. S. 218.

die Rauminhalte selbst schon zu letzten Bewusstseinsinhalten macht, dass gerade diese Theorie dazu gelangt, für die Untersuchung dieser Inhalte Bedingungen aufzustellen, die nichts weniger als der psychologischen Erfahrung entnommen sind, und einzig und allein nur in der Theorie bestehen können. Und geschieht dies mit einiger Consequenz, so richtet sich eine solche Theorie von selbst. Unfähig, der Erfahrung, die sie erklären wollte, gerecht zu werden, thut sie dieser Zwang an oder ignorirt sie.

---