

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der Physiologie des Menschen

in vier Bänden (und einem Ergänzungsbande)

Physiologie der Sinne

Nagel, Wilibald A.

1905

Allgemeine Einleitung zur Physiologie der Sinne

Allgemeine Einleitung zur Physiologie der Sinne.

1. Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien

von

W. Nagel.

Monographien, in denen die ältere Literatur gesammelt ist:

Goldscheider, Die Lehre von den spezifischen Energien der Sinnesnerven. Berlin 1881.

Weinmann, Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Hamburg und Leipzig (Voß) 1895.

Die landläufige Einteilung der Sinne nach der Fünzfahl — Gesichtssinn, Gehörsinn, Geruchssinn, Geschmackssinn und Gefühlssinn — ist von der Wissenschaft seit langem verlassen worden¹⁾. Man hat erkannt, daß unter dem Namen Gefühlssinn mehrere Sinnestätigkeiten zusammengefaßt wurden, deren wichtigste gemeinsame Eigenschaft darin liegt, daß der größte Teil der Haut ihr gemeinsames Organ ist, während die Empfindungen, die den einzelnen Hautsinnestätigkeiten entsprechen, sich deutlich genug als ungleichartig erkennen lassen, um eine Spaltung des sogenannten Gefühlssinnes in mehrere Sinne einigermaßen zu rechtfertigen. So läßt sich von einem Tast- oder Berührungssinn sicher der Temperatursinn abspalten, kaum weniger sicher der Schmerzsinne. Ob weitere Spaltungen angezeigt sind, soll an dieser Stelle zunächst nicht erörtert werden.

Lange schon spricht man von einem Zeitsinn, einem Raumsinn, Ortsinn, neuerdings auch von einem Orientierungssinn. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß in solchem Zusammenhange das Wort „Sinn“ in einer etwas anderen Bedeutung gebraucht wird, als wenn beispielsweise von Geruchs- oder Gesichtssinn gesprochen wird. Raumsinn bedeutet die Fähigkeit der räumlichen Vorstellung und Wahrnehmung, die Eigenschaft, unter geeigneten Umständen die Objekte der Wahrnehmung als im Raume verschieden lokalisiert und

¹⁾ In betreff der hier erörterten Fragen sei auch auf die interessante Arbeit von H. Öhrwall, „Über die Modalitäts- und Qualitätsbegriffe in der Sinnesphysiologie“ (Skandin. Arch. f. Physiol. 11 (1901) verwiesen.

voneinander getrennt vorzustellen und zu erkennen. Analog wäre der Begriff Zeitsinn zu umschreiben. (Vgl. hierüber unten S. 16.)

Geruchssinn, Gehörsinn usw. dagegen bedeutet zunächst nicht mehr als die Fähigkeit, eine bestimmte Kategorie von Empfindungen haben zu können.

Auf dieser Grundlage erwächst eine Einteilung der Sinne nach psychologischen Gesichtspunkten, nach der Qualität der Empfindungen. Wählt man also verschiedene Namen für die Sinne, teilt man sie überhaupt ein, so setzt man bei dieser Betrachtungsweise voraus, daß die Empfindungen in genügend scharf trennbare Kategorien zerfallen, um daraufhin die Sinne, mag man nun fünf oder mehr annehmen, begrifflich festzulegen und abzugrenzen.

Viele glauben, daß unsere üblich gewordene Einteilung der Sinne auf diesem Prinzip beruhe; sie irren sich jedoch. Würden wir nach dem Grundsatz der scharf trennbaren Empfindungsqualitäten die Sinne trennen und einteilen, so würde unsere Einteilung der Sinne in mehrfacher Hinsicht ganz anders ausfallen, als es üblich ist.

Man könnte auch die Sinne nach der Art der ihnen entsprechenden Reize definieren und klassifizieren, was sich tatsächlich für die vergleichende Sinnesphysiologie empfehlen dürfte.

Der üblichen Annahme von fünf Sinnen liegt eine Einteilung zugrunde, die an die ganz äußerlich betrachteten Sinnesorgane anknüpft: der Gesichtssinn ist der Sinn des Auges, das Gehör der des Ohres, der Geruch der der Nase, der Geschmack der der Zunge, der Gefühlssinn der Sinn der Haut als Ganzes betrachtet. So urteilt im allgemeinen der Laie. Die Wissenschaft hat zunächst vom Gefühlssinn schon sehr früh ein Gebiet abgespalten, das im wesentlichen die Muskel- und Gelenkempfindungen umfaßt, im weiteren Sinne die Empfindungen, die überhaupt von den innerhalb der Haut liegenden Organen ausgelöst werden können („Organempfindungen“). Man sieht, es ist hier zunächst das Prinzip der räumlichen Teilung nach den empfindlichen Organen beibehalten.

Von ganz anderem Gesichtspunkte aus hat man späterhin den Temperatursinn vom Tastsinn abgespalten, trotzdem man zunächst die gesamten Hautnerven für gemeinsame Organe beider Sinne hielt. Man nimmt wohl meistens an, daß die Temperaturempfindungen von den Berührungsempfindungen scharf abtrennbar sind, und berücksichtigt ferner, daß auch die Reizqualitäten beider Sinnesgebiete begrifflich getrennt werden können und müssen, wie es ja auch in der allgemeinen Nervenphysiologie üblich ist. Erst später kam dann durch Blix' Entdeckung der Temperaturpunkte die Erkenntnis hinzu, daß sogar die Organe des Temperatur- und des Tastsinnes wahrscheinlich räumlich getrennte sind. Also Gründe genug, das Zusammenwerfen von Tast- und Temperatursinn zu einem „Gefühlssinn“ aufzugeben.

Eine Abspaltung, über die die Akten noch nicht geschlossen sind, ist die des Schmerzsinnes. Früher behandelte man den Schmerz unter dem recht unbestimmten Sammelbegriff „Gemeingefühle“ zusammen mit Hunger, Durst usw. Die Trennung von diesen wie auch vom Tastsinn ist gewiß richtig. Daß zwischen schmerzhaften und nicht schmerzhaften Empfindungen unzweifelhaft kontinuierliche Übergänge bestehen, hindert nicht, die Schmerzempfindung als eine eigene Empfindungsqualität anzuerkennen. In neuerer

Zeit wird von v. Frey¹⁾ und anderen auch die Existenz besonderer Schmerznerve behauptet.

Mir scheint die Frage, ob man von einem eigentlichen „Schmerzsinn“ sprechen kann, von geringerem Interesse zu sein als die Entscheidung darüber, ob die v. Freyschen „Schmerznerve“ wirklich auf jede Art von überhaupt wirksamem Reiz mit Schmerzempfindung antworten, oder ob sie auch andere Empfindungen nicht schmerzhaften Charakters zu vermitteln imstande sind, schmerzhaft dagegen nur bei solchen Eingriffen, die an der Grenze des Verletzenden stehen, oder endlich, ob die sogenannten Schmerznerve bei normalen, nicht zu heftigen Reizen wohl auch zentripetale Erregungen leiten, die aber nicht als Empfindungen ins Bewußtsein gelangen; starke Reize würden dann gleich schmerzhaft Empfindung erzeugen. Da ich die letzte Eventualität für die wahrscheinlichste halte, kann ich es nicht sonderlich glücklich finden, wenn man von Schmerznerve spricht.

Noch in einem anderen Gebiete der Sinnesphysiologie kann man ernstlich im Zweifel sein, ob die von der neueren Physiologie (allerdings nicht einstimmig) gewünschte Neuschaffung eines „Sinnes“ ganz einwandfrei ist. Ich meine den sogenannten statischen Sinn, der das Gebiet der Bewegungs- und Lageempfindungen umfaßt. Es kann ja wohl keinem Zweifel unterliegen, daß ein besonderes Organ, ein Teil des Labyrinths, innerviert vom N. vestibularis, seine normalen Reize durch Bewegungen des Körpers als eines Ganzen oder des Kopfes erhält; auch daß Veränderungen in der Lage des Labyrinths relativ zur Schwerlinie in jenen Teilen des Labyrinths besondere Erregungen setzen, kann nicht bezweifelt werden. Als fraglich muß aber bezeichnet werden, ob vom Labyrinth aus direkt bewußte Bewegungs- und Lageempfindungen ausgelöst werden, ob es nicht vielmehr überwiegend oder ausschließlich ein reflexauslösendes Organ ist. Das jedenfalls ist ganz sicher, daß die Wahrnehmung von Bewegungen und bestimmten Lagen des Kopfes und des ganzen Körpers nicht allein vom Labyrinth besorgt wird, sondern an dem Zustandekommen dieser Wahrnehmungen vielerlei zentripetale Nerven beteiligt sind. Creieren wir also einen statischen Sinn oder einen Sinn der Bewegungs- und Lageempfindungen, so müssen wir uns darüber klar sein, daß wir damit einen von den übrigen Sinnen fundamental verschiedenen Sinn aufstellen, einen Sinn, der mit einer ganzen Anzahl verschiedenster, nach grundverschiedenen Gesetzen wirkender Organe arbeitet. Das nur kann in Frage kommen, ob etwa aus dem Gesamtgebiete der Bewegungs- und Lageempfindungen sich ein engeres Gebiet herausnehmen läßt, das einen wirklichen Sinn in des Wortes engerer Bedeutung darstellt und in dem eigenartig gebauten Labyrinthorgan sein spezifisches Sinnesorgan besitzt. Ich glaube, diese Frage darf, allerdings mit einem gewissen Vorbehalt, im positiven Sinne beantwortet werden; das Nähere hierüber wird in dem speziellen Kapitel über Bewegungs- und Lageempfindungen abzuhandeln sein.

In den vorstehenden Erörterungen über die Einteilung der Sinne könnte der eine oder andere vielleicht zunächst eine müßige oder unfruchtbare Arbeit erblicken. Ich habe jedoch nicht ohne bestimmte Absicht einleitend

¹⁾ Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinn. Ber. d. mathemat.-physikal. Klasse d. Sächs. Akad. Leipzig, Dezember 1894.

auf einige der eigenartigen begrifflichen Schwierigkeiten hingewiesen, denen wir auf dem Gebiete der allgemeinen Sinnesphysiologie begegnen. Unklarheiten in Fragen der allgemeinen Sinnesphysiologie äußern sich in unliebsamer Weise bei der Behandlung speziell sinnesphysiologischer Fragen. Man ist, wie mir scheint, allzusehr an einen unheilvollen Schematismus in der Einteilung und Abgrenzung der Sinnestätigkeiten gewöhnt worden. Die Folge zeigt sich darin, daß in der üblichen Lehrbuchbehandlung der Sinnesphysiologie über wichtige Fragen falsche Vorstellungen erweckt werden.

Die Quelle des Übels liegt in nicht ganz richtiger Auffassung des Gesetzes der spezifischen Sinnesenergien, in dessen nähere Betrachtung wir hier eintreten müssen.

Johannes Müller¹⁾ drückte die Grundtatsache, die mit diesem Gesetze bezeichnet werden soll, zuerst mit den Worten aus: „daß die Energien des Lichtens, des Dunkeln, des Farbigen nicht den äußeren Dingen, den Ursachen der Erregung, sondern der Sehsinnssubstanz selbst immanent sind, daß die Sehsinnssubstanz nicht affiziert werden könne, ohne in ihren eingeborenen Energien des Lichtens, Dunkeln, Farbigen tätig zu sein“.

Späterhin formulierte dann Müller²⁾ diesen Satz allgemein:

„I. Zuerst wird dies festzuhalten sein, daß wir durch äußere Ursachen keine Arten des Empfindens haben können, die wir nicht auch ohne äußere Ursachen durch Empfindung der Zustände unserer Nerven haben.

II. Dieselbe innere Ursache ruft in verschiedenen Sinnen verschiedene Empfindungen nach der Natur jedes Sinnes, nämlich das Empfindbare dieses Sinnes, hervor.

III. Dieselbe äußere Ursache erregt in den verschiedenen Sinnen verschiedene Empfindungen, nach der Natur jedes Sinnes, nämlich das Empfindbare des bestimmten Sinnesnerven.

IV. Die eigentümlichen Empfindungen jedes Sinnesnerven können durch mehrere innere und äußere Einflüsse zugleich hervorgerufen werden. (Gemeint ist die Tatsache, daß die für einen Sinnesnerven spezifische Empfindung durch verschiedene Reizarten hervorgerufen werden kann.)

V. Die Sinnesempfindung ist nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äußeren Körper zum Bewußtsein, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes eines Sinnesnerven zum Bewußtsein, veranlaßt durch eine äußere Ursache, und diese Qualitäten sind in den verschiedenen Sinnesnerven verschieden, die Sinnesenergien.

VI. Ein Sinnesnerv scheint nur einer bestimmten Art der Empfindung und nicht derjenigen der übrigen Sinnesorgane fähig zu sein und kann daher auch keine Vertretung eines Sinnesnerven durch einen anderen, davon verschiedenen stattfinden.

VII. Ob die Ursachen der verschiedenen Energien der Sinnesnerven in ihnen selbst liegen oder in Hirn- oder Rückenmarksteilen, zu welchen sie hingehen, ist unbekannt, aber es ist gewiß, daß die Zentralteile der Sinnesnerven im Gehirn, unabhängig von den Nervenleitern, der bestimmten Sinnesempfindungen fähig sind.“

Diese meisterhaft formulierten Sätze haben noch heute ihre volle Gültigkeit, und es sind im Verhältnis zur Bedeutung des Müllerschen Gesetzes nur unbedeutende Ergänzungen, die dem von Müller Gesagten hinzuzufügen sind.

¹⁾ Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes usw. Leipzig 1826. Widerspruch gegen Müllers Lehre ist namentlich von W. Wundt mit besonderem Nachdruck erhoben worden (Physiologische Psychologie, Leipzig 1893 (4. Aufl.)). —

²⁾ Handb. d. Physiologie des Menschen für Vorlesungen 2 (1840).

Unglücklich ist ja der Ausdruck Energie, unter dem wir heute etwas ganz anderes verstehen, als was Müller meinte. Da indessen zu ersten Mißverständnissen kein Anlaß gegeben ist, liegt kein Grund vor, den einmal gangbar gewordenen Ausdruck „spezifische Sinnesenergien“ fallen zu lassen.

Natürlich ist das Material an tatsächlichen Beobachtungen seit Müllers Zeiten wesentlich vergrößert worden¹⁾.

Es ist üblich geworden, die Reizarten, durch die ein Sinnesnerv zu seiner spezifischen Empfindung angeregt werden kann, in „adäquate“ und „inadäquate“ Reize einzuteilen. Tatsächlich sind ja die Sinnesnerven und Organe des Menschen für ganz bestimmte Reizarten besonders angepaßt. Diese Reize heißen die adäquaten, alle übrigen Reizarten sind für das betreffende Sinnesorgan inadäquat. Während die adäquaten Reize zumeist durch Vermittelung des peripheren Nervenendorgans (Sinnesorgans), in vielen Fällen durch Vermittelung besonderer Sinneszellen zur Wirkung auf die Sinnesnerven gelangen, wirken die inadäquaten Reize, soweit hierüber etwas bekannt ist, vorzugsweise auf die Leitungsbahnen an irgend einer Stelle ihres Verlaufes.

Ich habe schon früher gelegentlich betont, daß neben der Gruppe von Tatsachen, die mit mehr oder weniger Berechtigung als Stützen des Gesetzes der spezifischen Energien genannt zu werden pflegen, eine Reihe anderer Tatsachen in der allgemeinen Sinnesphysiologie hervortritt, die ich unter der Bezeichnung des Prinzips der „spezifischen Disposition“ der Sinnesorgane zusammengefaßt habe²⁾. Jedes Sinnesorgan ist für eine Reizart besonders disponiert, es ist für sie besonders empfänglich, für andere Reizqualitäten dagegen absolut oder relativ unempfindlich. Man findet die hierhergehörigen Erscheinungen zuweilen in einer Weise besprochen, als bildeten sie einen Teil des Prinzips der spezifischen Sinnesenergien, was evident unrichtig ist. Die Tatsache, daß die Geschmacks- und Geruchsorgane auf Licht und Druck gar nicht reagieren, hat mit dem Gesetz der spezifischen Sinnesenergien direkt eigentlich nichts zu tun; sie bedarf, wie eine ganze Reihe analoger Tatsachen, einer besonderen Erklärung, die wir freilich zurzeit nur in einer recht unbefriedigenden Form geben können. Die Empfindlichkeit oder Reizbarkeit der peripheren Sinnesnervenendigungen ist ja im Grunde eine Eigenschaft, die sie mit jedem Teilchen lebender Substanz, mit jeder Zelle teilen.

¹⁾ Auf die zum Teil sehr ausgedehnten kritischen Erörterungen über die Lehre Müllers von seiten anderer Autoren (Lotze, Stumpf u. a.) kann hier nicht eingegangen werden. In den oben zitierten beiden Monographien von Goldscheider und Weinmann findet man die darauf bezügliche Literatur zusammengestellt und kritisch gewürdigt. — Nur kurz erwähnt sei an dieser Stelle, daß Stumpf (Tonpsychologie, Leipzig 1890) neben den qualitativen oder qualitätserzeugenden noch lokale oder ortserzeugende spezifische Energien annimmt. (Bei der Lehre vom statischen Sinn komme ich auf diesen Punkt zurück.) Ebenfalls nur kurz anführen kann ich die Erweiterung des Prinzips der spezifischen Energien, die Hering (Lotos, Neue Folge 5 (1884)) ähnlich wie Rosenthal (Biolog. Zentralbl. 4 (1885)) vorgenommen hat. Für Hering ist die Produktion der Galle durch die Leber, des Harns durch die Nieren ebensogut eine spezifische Energie dieser Organe, wie die Lichtempfindung die Energie des Sehorgans. Abgesehen davon, daß die Parallele nicht einwandfrei ist, kann ich in dieser Verallgemeinerung des Begriffs keinen rechten Vorteil erblicken. — ²⁾ W. Nagel, Vergleichend physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn usw. Bd. 18 der Bibliotheca zoologica von Leuckart und Chun, Stuttgart 1894.

Die Reize, die wir als Sinnesreize kennen, sind sämtlich auch für gewisse Zellen außerhalb des Nervensystems, auch für gewisse einzellige Organismen, als wirksame Reize bekannt. Wollte man sagen, sie seien alle allgemeine Nerven- und Muskelreize, überhaupt Reize für jegliche Art von Zellen, so dürfte man bezüglich des Lichtreizes vielleicht teilweise auf Widerspruch stoßen, und es ist unbedingt zuzugeben, daß manchen reizbaren Geweben gegenüber die Lichtreizintensität ins Kolossale gesteigert werden muß, um etwas zu erzielen, was man als eine Erregung bezeichnen könnte.

Es wäre eine überaus wertvolle Erweiterung unserer Kenntnisse, wenn festgestellt würde, welchem Umstande gewisse Zellen ihre außerordentliche Empfänglichkeit für den Lichtreiz verdanken¹⁾, und wodurch andere für bestimmte chemische Reize solche enorme Empfindlichkeit zeigen. Im Bereich des Möglichen liegen solche Untersuchungen ja sicherlich, doch bis jetzt fehlt meines Wissens jeder Anhalt. Hätte man solche Erfahrungen erst einmal an besonders geeigneten Objekten gewonnen, etwa an großen freilebenden Protisten, so eröffnete sich die Aussicht, auch zu erfahren, welchem Umstande (welcher „Sinnessubstanz“) z. B. ein Teil der Geschmacksknospen die Empfindlichkeit für Süßstoffe, ein anderer für Bitterstoffe verdankt usw.

Einstweilen ist unsere Kenntnis vom Wesen der spezifischen Disposition der Sinnesorgane überaus dürftig. Sie beschränkt sich darauf, daß in vielen Fällen die Einwirkung anderer als der adäquaten Reize durch die räumliche Anordnung der Sinnesorgane erschwert oder unmöglich gemacht ist, der Hörnerv vor Licht, Berührung und differenten Dämpfen, der Sehnerv vor mechanischer und chemischer Reizung ziemlich geschützt ist usw. Andererseits sind die Sehzellen dem Licht, die Riechzellen der Atemluft frei dargeboten. Aber das alles ist unbefriedigend, es sind grobe Äußerlichkeiten; sie erklären nicht, warum ein so allgemein wirkender Reiz wie der mechanische die Schmeck- und Riechzellen und die peripheren Endigungen der zugehörigen Sinnesnerven nicht erregt, während doch von den Schmecknerven jedenfalls die Chorda tympani in ihrem Verlaufe in der Paukenhöhle durch den mechanischen Reiz unzweifelhaft erregt wird und Geschmacksempfindung auslöst. Wäre es anders, hätte das Geschmacksorgan nicht die spezifische Disposition für den chemischen Reiz, reagierte es auch auf Druck oder gar auf Licht oder Wärme mit seiner spezifischen Energie, so käme eine große Verwirrung unserer Sinneswahrnehmungen heraus. So zweckmäßig also die Einrichtung ist, so bleibt sie darum nicht minder dunkel. Wohl als die seltsamste Erscheinung auf diesem Gebiet darf es bezeichnet werden, daß die letzten Ausläufer der Chordaschmeckfasern, die in den Papillen der Zungenoberfläche nahe kommen, allem Anschein nach schon unempfindlich für den mechanischen Reiz sind, der den Chordastamm doch erregt. Es könnte angenommen werden, daß die Einbettung der Nervenfasern im Zungengewebe die Wirkungsbedingungen eines Druckreizes sowohl für die Schmeckfasern wie für die verschiedenen zentrifugalen (motorischen und sekretorischen) Nerven so ungünstig

¹⁾ Früher brachte man immer das Pigment mit der Lichtempfindlichkeit in Zusammenhang. Wie unzutreffend dies, jedenfalls in der Verallgemeinerung, ist, zeigt das Auge der Albinos und Engelmanns bekannter Versuch an *Euglena*, einem Geißelinfusorium, dessen Lichtempfindlichkeit in dem pigmentfreien Zellende ihren Sitz hat.

gestaltet, daß eine merkliche Erregung beim Drücken der Zunge nicht eintritt. Die Tastfasern der Zunge müssen anderseits für den mechanischen Reiz besonders disponiert sein, in einer uns unbekanntem Weise.

Im Gebiete der Physiologie des Auges knüpfen sich besonders schwierige Probleme an die Frage der spezifischen Disposition der Sehzellen. Wir finden bei den Netzhautstäbchen einerseits die Lichtempfindlichkeit enorm hoch, haben aber anderseits Grund zu der Annahme, daß der elektrische, sonst überall so wirksame Reiz gerade die Stäbchen nicht zu erregen scheint. Hierfür spricht die Entdeckung G. E. Müllers, daß Dunkelaufenthalt, der bekanntlich die Lichtempfindlichkeit der Netzhaut um mehr als das Tausendfache steigert, die Empfindlichkeit für den galvanischen Reiz nicht merklich beeinflußt; dabei werden die Stäbchen von dem galvanischen Strom natürlich ebensogut durchströmt wie die Ganglienzellen. Hier handelt es sich ebenso wie bei den Differenzen zwischen normalen und farbenblinden Sehorganen um verschiedene Erregbarkeitsverhältnisse.

Spezifisch verschiedene Erregbarkeit gegenüber den einzelnen Reizarten und spezifisch verschiedene Zugänglichkeit für die verschiedenen Reizeinwirkungen sind also die Umstände, welche die spezifische Disposition der Sinnesorgane bestimmen.

Von den hier besprochenen Tatsachen scharf zu trennen¹⁾ ist diejenige, die J. Müller in seinem Gesetze der spezifischen Sinnesenergien festgelegt hat, die Tatsache, daß ein Sinnesnerv immer nur mit einer Empfindung des ihm eigentümlichen Qualitätenkreises auf Reizung antwortet, gleichviel ob der Reiz der dem Nerven adäquate oder ein beliebiger ihm inadäquater ist.

Mit der strengen Beweisbarkeit dieses Satzes steht es nicht so günstig, wie man es wohl zuweilen dargestellt findet²⁾. Freilich liegt das zum Teil daran, daß gerade die höheren Sinnesnerven infolge ihrer geschützten Lage für inadäquate Reize schwer zugänglich sind.

Meines Wissens fehlt zurzeit noch der Beweis, daß mechanische oder elektrische Reizung des Sehnervenstammes Lichtempfindung erzeugen. Die bei forcierten Augenbewegungen und bei Durchschneidung des N. opticus auftretenden Lichterscheinungen können sehr wohl von mechanischer Reizung der Netzhaut herühren. Gerade die Sehnervendurchschneidung beim Menschen kann unmöglich ohne heftige Zerrung der Netzhaut erfolgen, wodurch der übereinstimmend von den Operierten angegebene Lichtblitz zur Genüge erklärt wäre. Daß inadäquate Reizung des Sehnerven keine Lichtempfindung erzeuge, will ich hiermit keineswegs behaupten, sondern nur betonen, daß die Erregbarkeit dieses Nerven gegen inadäquate Reize offenbar auffallend gering ist, weil sonst auch die Operierten bei der Tamponade der Augenhöhle und bei der Verheilung des Opticusstumpfes Angaben über starke subjektive Lichterscheinungen machen müßten, was meines Wissens in der Regel nicht der Fall ist.

Die Angabe, die Durchschneidung des Opticus mache keinen Schmerz, ist unzutreffend und wohl mehr der Theorie zuliebe gemacht worden. Tatsächlich geben die Patienten, die ohne allgemeine Narkose operiert werden, beim Schnitt durch den Opticusstamm starken Schmerz zu erkennen. Doch scheint dieser allerdings

¹⁾ Diese Trennung nachdrücklich betont zu haben, ist ein besonderes Verdienst R. Weinmanns, dessen am Beginn dieses Abschnittes zitierte Monographie überhaupt in vorzüglicher, vorurteilsfreier Weise das Richtige und Falsche an der Lehre von den spezifischen Energien, wie sie sich allmählich entwickelt hat, sichtet. —

²⁾ Das hat zuerst Lotze betont (Allgem. Pathol. u. Therapie, Leipzig 1848, 2. Aufl. Medizin. Psychologie, Leipzig 1852).

lange nicht so heftig zu sein, wie er etwa bei Durchschneidung eines ebenso dicken Hautnerven auftreten würde, und rührt wohl nicht von der Durchschneidung der Sehfasern her, sondern von der Mitverletzung von sensiblen Nervenfasern, die im Sehnerven oder in seiner Nachbarschaft liegen.

Intensive Reizung der Netzhaut, selbst solche, die bis zur Vernichtung der Gewebe führt (Blicken in die Sonne!) macht keinen Schmerz durch Opticusreizung. Wenn beim plötzlichen Blick in helles Licht Blendungsschmerz auftritt, was nicht bei allen Menschen der Fall ist, beruht dies offenbar auf mechanischer Reizung der sensiblen Ciliarnerven durch die heftige Iriskontraktion, denn bei Lähmung der Iris durch Homatropin bleibt der Blendungsschmerz aus (Nagel¹⁾).

Bei den übrigen Sinnesnerven scheint ebenfalls, wie beim N. opticus, Schmerz durch heftige Reizung nicht erzielt werden zu können, sondern, wenn überhaupt eine Empfindung, dann die ihnen spezifische Sinnesempfindung, die unangenehm sein kann, ohne schmerzhaft zu sein.

Die eleganteste, ja die einzige wirklich klare Bestätigung für das Müllersche Gesetz ergaben die schon erwähnten Versuche an der Chorda tympani in der eröffneten Paukenhöhle; mechanische, chemische und elektrische Reizung des zentralen Stumpfes erzeugt Geschmacksempfindung.

Schwierigkeiten bietet indessen wieder die Erklärung der bei elektrischer Reizung des Geschmacksorgans gefundenen Verhältnisse. Galvanische Reizung der Zungenschleimhaut bewirkt, wie bekannt, bei geeigneter Anordnung (an der Anode) leicht und sicher saure Empfindung, bei anderer Anordnung (an der Kathode) einen etwas unbestimmten, scharfen, zuweilen etwas bitterlichen Geschmack. Wie kommt es, daß bei elektrischer Reizung, wenigstens der Zungenspitze, niemals Süßempfindung oder Salzigempfindung auftritt? Meines Erachtens kann dies nur durch die Annahme erklärt werden, daß die peripheren Enden der Geschmacksnerven bei der Applikation des elektrischen Reizes überhaupt nicht direkt erregt werden, sondern der „elektrische Geschmack“ in chemischer Reizung der Nervenenden oder der Schmeckzellen durch Elektrolyte begründet ist. Bei dieser Auffassung bleiben wir auf dem Boden des Gesetzes der spezifischen Energien und konstatieren nur wiederum eine Besonderheit in der spezifischen Disposition der peripheren Schmecknervenendigungen, die geringe Zugänglichkeit für den elektrischen Reiz.

Daß auch die für Süßempfindung spezifisch disponierten Geschmackspapillen auf den galvanischen Anodenreiz mit Sauerempfindung reagieren, wäre eine Annahme, die das ursprüngliche Müllersche Gesetz der spezifischen Sinnesenergien zwar nicht umstoßen würde, wohl aber unvereinbar mit der Weiterbildung des Gesetzes wäre, die die neuere Physiologie erstrebt hat und auf die wir alsbald zu sprechen kommen werden. Eine solche Annahme muß bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse als nicht notwendig bezeichnet werden, und wir werden sie vermeiden, solange es irgend möglich ist.

Inadäquate Reizung des Nervenstammes ist bei keinem der höheren Sinnesnerven so leicht zu erzielen wie bei den Hautsinnesnerven. Darum erscheint es zunächst als eine nicht unbedenkliche Tatsache, daß gerade bei diesen sich der exakten Bestätigung des Müllerschen Gesetzes Schwierigkeiten in den Weg stellen. Es gelingt nicht, nach Belieben Kaltempfindung, Warmempfindung, Berührungs- oder Schmerzempfindung von Nervenstämmen aus auszulösen. Die Empfindungen tragen hier, wenn sie durch schwache Reize bewirkt sind, den Charakter der durch mechanische Hautreizung er-

¹⁾ Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde 1902 u. 1904.

zeugten „Berührungsempfindung“. Bei starker Reizung kommt Schmerzempfindung hinzu. Temperaturempfindung aber bleibt meistens aus. Bei näherer Betrachtung erscheint dies indessen nicht so auffallend. Es ist ja eine Eigentümlichkeit des Temperatursinnes (wenn man diesen als einen Sinn bezeichnen will, was nicht ganz einwandfrei ist, s. u.), daß zwischen Kälte- und Wärmereiz ein deutlich gegensätzliches Verhältnis besteht, das nach der Meinung mancher auch in den Empfindungen bis zu einem gewissen Grade zum Ausdruck kommt. Wenn die hypothetischen Kälte- und Wärmernerven im allgemeinen zusammen in einem Nervenstamm verlaufen, ist es nicht überraschend, wenn bei Reizung eines solchen Stammes die antagonistischen Empfindungen sich aufheben und keine deutliche Temperaturempfindung entsteht.

Die Labyrinthnerven, die wir als Vermittler der Bewegungsempfindungen betrachten, sind von inadäquaten Reizen wenigstens dem elektrischen zugänglich und reagieren auch mit ihrer spezifischen Empfindungsqualität: Galvanisierung der Ohrgegend bewirkt Bewegungsempfindung.

J. Müller ließ es, wie der oben zitierte Satz aus seiner Formulierung des Gesetzes der spezifischen Sinnesenergien zeigt, zunächst unentschieden, ob die spezifische Energie durch eine besondere Eigenschaft des einzelnen Sinnesnerven oder der zentralen Endorgane desselben bestimmt sei. Die letztere Auffassung, der auch Müller mehr zuneigte, kann heute wohl als die allgemein angenommene bezeichnet werden. Man wünscht die verschiedenen zentripetalen Nerven des Körpers als etwas funktionell Gleichartiges, Einheitliches, als lauter indifferente Leiter ansehen zu können, deren spezifische Erregbarkeit durch das periphere Endorgan bestimmt ist, während die spezifische auslösbare Wirkung auf Sensorium oder Reflexapparat durch die Natur des zentralen Endorgans festgelegt ist. Gerade darin sieht man den Hauptvorteil des Müllerschen Gesetzes, daß es uns von der Notwendigkeit entbindet, anzunehmen, der Sehnerv leite eine andere Art von Erregungsvorgang als der Hör- oder der Riechnerv.

Nun bleibt freilich hiermit immer noch die Frage unentschieden, wie es der Sinnesnerv fertig bringt, die verschiedenartigen Empfindungen auszulösen, die den „Qualitätenkreis“ eines Sinnes (wie Fichte die Gesamtheit der in einem Sinne möglichen Erscheinungen bezeichnet hat) zusammensetzen. Hat der Hörnerv, je nach der ihn erregenden Tonhöhe, verschiedene Formen von Erregung zu leiten, so ist das Gesetz der spezifischen Energien eben doch nur in beschränktem Sinne gültig.

Helmholtz versuchte diese Schwierigkeit zu beseitigen, indem er in seinen Theorien des Gehörs und des Farbensinnes eine Gliederung innerhalb des einzelnen Sinnesorganes voraussetzte, die der Gliederung unseres gesamten Sinnesapparates analog ist. Nach ihm reagiert jede Hörnervenfasern mit einer spezifischen Empfindung, einer Tonempfindung bestimmter Höhe, die sie von den übrigen Hörfasern unterscheidet. Jede hat also eigentlich eine eigene bestimmte spezifische Energie.

Anders liegen die Verhältnisse beim Farbensinn. Helmholtz nahm wohl die Youngsche Theorie der Gliederung nach drei Komponenten auf und sagte auch, daß man sich diese Komponenten anatomisch durch drei Sorten von Sehnervenfasern repräsentiert denken könnte.

Hätte sich die Existenz solcher drei Arten von Fasern bestätigen lassen, so läge die Sache klar: Das Gesetz der spezifischen Energien hätte sich dann auch innerhalb des Gesichtssinnes durchführen lassen. Dies ist indessen nicht eingetroffen, die Existenz von dreierlei auf verschiedene Netzhautzapfen und Fasern verteilten Energien ist unerwiesen und unwahrscheinlich, und wenn auch jetzt noch häufig von einer „Dreifasertheorie“ gesprochen wird, so nimmt doch wohl die große Mehrzahl der Forscher an, daß die drei Komponenten durch dreierlei verschiedene Erregungsprozesse repräsentiert sind, die sich in einem und demselben Zapfen abspielen können. (Auch Helmholtz hatte sich übrigens keineswegs auf die Annahme von drei Faserarten festgelegt).

Hierin liegt der Verzicht auf die Durchführung des Gesetzes der spezifischen Energien innerhalb des Farbensinnes, der Verzicht auf die Annahme, daß jede Faser des Sehnerven nur einerlei Erregung zu leiten habe. Der Anhänger der Gegenfarbentheorie befindet sich übrigens dieser Schwierigkeit gegenüber in der gleichen Lage.

Wesentlich anders liegt das Verhältnis beim Geschmackssinn. Hier ist durch Öhrwalls Untersuchungen¹⁾ zum mindesten sehr wahrscheinlich geworden, daß den vier Geschmacksqualitäten viererlei perzipierende Endorgane entsprechen. Laufen die von diesen ausgehenden Nervenfasern zu getrennten und verschiedenen Teilen des Schmeckzentrums, deren Eigenart die Qualität der Geschmacksempfindung bestimmt, so ist das Prinzip der spezifischen Energie gewahrt, die Schmeckfasern sind indifferente Leiter, deren Beschaffenheit für die Empfindungsqualität ohne Belang ist und deren Erregung ein immer gleichartiger, nur quantitativ wechselnder Prozeß ist.

Als eine der seltsamsten Tatsachen auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie ist es mir immer erschienen, daß zwischen den in gewisser Hinsicht so nahe verwandten Sinnen Geruch und Geschmack ein so wesentlicher Unterschied hinsichtlich der Durchführbarkeit einer Gliederung nach Komponenten besteht. Auf der einen Seite der Geschmackssinn mit seinen wenigen scharf getrennten qualitativen Unterscheidungen, auf der anderen Seite der Geruchssinn mit seiner fast unendlichen Mannigfaltigkeit der Geruchsempfindungen. Wie ich im Anschluß an Aronsohn²⁾ und Zwaardemaker³⁾ schon früher betont habe und in dem Abschnitt über Geruchssinn näher ausführe, können wir auch für den Geruchssinn eine Komponentengliederung annehmen und dadurch die Hypothese vermeiden, daß die Geruchsnervenfasern in sehr viele verschiedene Formen der Erregung geraten können, je nach der Qualität des Reizes. Indessen die Qualitäten der Empfindung sind hier nicht wie beim Geschmackssinn übergangslos, sie bilden vielmehr infolge der Mischungsverhältnisse, die zwischen den einzelnen Empfindungsqualitäten bestehen, ein Continuum, sie gehen ineinander über. Hierin liegt eine Ähnlichkeit mit dem Farbensinn; nur kommt man sicherlich nicht mit so wenigen Komponenten der peripheren Reizbarkeit aus wie beim Farbensinn. Der bisher gründlichste Versuch, eine Komponentengliederung des Geruchssinnes durchzuführen, der von Zwaardemaker³⁾ herrührt, führt auf mindestens neun Komponenten, unter denen

¹⁾ Skandinav. Arch. f. Physiol. 2 (1890). — ²⁾ Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abt., 1886. — ³⁾ Physiologie des Geruchs. Leipzig 1895.

aber noch weitere Teilungen sogleich für nötig befunden werden. Kritische Betrachtung der Zwaardemakerschen Hypothese führt zu dem Resultat, daß sie die Zahl der innerhalb des Geruchssinnes zu fordernden spezifischen Energien eher zu klein als zu groß annimmt. 30 bis 40 verschiedene Arten von Sinneszellen und Fasern im Geruchsorgan anzunehmen (so viele müßte man in konsequenter Durchführung der Zwaardemakerschen Ideen mindestens voraussetzen), erscheint gewiß unannehmbar, ehe nicht sehr starke Gründe dafür ins Feld geführt werden; solche fehlen aber bis jetzt. Da wäre es noch plausibler, anzunehmen, daß das Geruchsorgan eine kleinere Zahl von spezifisch verschiedenen Endapparaten enthielte, ähnlich dem Geschmacksorgan, daß diese Apparate aber, im Gegensatz zu den Geschmacksorganen, eine gewisse Variabilität der auslösbaren Empfindungsqualitäten aufweisen, ähnlich wie wir es für die farbenperzipierenden Sinneszellen notwendig fanden, für die wir drei verschiedene Erregungsarten fordern mußten.

Es dürfte hier der richtige Ort sein, die bemerkenswerten Überlegungen H. J. Öhrwalls¹⁾ zu erwähnen, durch die zum ersten Male seit Helmholtz' Eingreifen wieder neue Gesichtspunkte in die Erörterungen über die spezifischen Energien gebracht wurden, nachdem in bedenklicher Weise sich die Tendenz geltend gemacht hatte, das Müllersche, durch die Helmholtzsche Hypothese ergänzte Gesetz als ein fertiges Dogma gelten zu lassen. Öhrwall greift zurück auf die von Helmholtz²⁾ geschaffene Unterscheidung zwischen Modalitäten und Qualitäten der Sinnesempfindungen. Als Qualitäten werden die verschiedenen Arten von Empfindungen innerhalb des Gebietes eines Sinnes bezeichnet, während die gesamten Empfindungskategorien, die je einen Sinn bilden, als Modalitäten der Empfindungen einander gegenübergestellt werden. Zwischen den einzelnen Qualitäten eines Sinnes sollen Übergänge bestehen (rot—blau, hohe—tiefe Töne usw.), zwischen den Modalitäten nicht (Lichtempfindung, Schallempfindung usw.) Öhrwall will das von Fick³⁾ gegen diese Betrachtungsweise geltend gemachte Bedenken nicht gelten lassen, daß z. B. zwischen der brennenden (also gewissermaßen taktilen) Empfindung, die Pfeffer auf der Zunge erzeugt, und dem Geschmack des Salzes ein Übergang bestehe, obgleich die Empfindungen verschiedenen Sinnen angehören, also nach Helmholtz verschiedene Modalitäten sind. Öhrwall wendet hiergegen ein, daß es sich hier nicht um einfache Sinnesempfindungen, sondern um Mischempfindungen handle, die natürlich in allen Übergängen zwischen den beiden Extremen denkbar sind. Mir scheint hier in Öhrwalls sonst vortrefflichen Ausführungen eine gewisse Inkonsequenz vorzuliegen. Er betont mit Recht, daß man die Sensationen, die zur Bildung des Begriffes „naß“ führen, oder die Eindrücke, die uns Senf oder Essigsäure und Gerbsäure machen, „oft als eine einzige Empfindung auffaßt“. Wir können sagen, man tut das immer, so lange man nicht bewußt analysiert. Gerade bei dem von Fick gewählten Beispiele, Pfeffer- und Salz Mischung, hat man eben, wenn man unbefangenen, von theoretischen Vorstellungen unbeeinflußt, beobachtet, meines Erachtens einen einheitlichen

¹⁾ Skandinav. Arch. f. Physiol. 2 (1890) u. 11 (1901). — ²⁾ Die Tatsachen in der Wahrnehmung. Berlin 1870. — ³⁾ Lehrbuch d. Anat. u. Physiol. d. Sinnesorg. Lahr 1864.

Sinnesindruck, keine Empfindung, die ohne weiteres als gemischt erkannt wird; darum stimme ich Fick darin bei, daß die Helmholtzsche Unterscheidung der Modalitäten und der Qualitäten nicht streng durchführbar ist. Ich möchte diesen Satz näher dahin präzisieren, daß ich den Helmholtzschen Gedanken durchführbar finde für die beiden sog. höheren Sinne Gesicht und Gehör in ihrem Verhältnis zueinander und zu den sog. niederen Sinnen, und durchführbar dagegen im Verhältnis dieser letzteren zueinander.

Hiermit komme ich auf den Punkt zu sprechen, in dem meines Erachtens die heute noch übliche Behandlungsweise der Sinnesphysiologie eine zu schematische ist. Der Physiologe, welcher weiß, daß die „Schärfe“ des Senfs, Pfeffers und Essigs von anderen Nerven perzipiert wird als der reine Geschmack schwacher Chinin- oder Säurelösungen, bildet sich zuweilen schließlich ein, er könne die Empfindungen als verschiedenen Sinnen angehörig, als verschiedene Modalitäten direkt erkennen. Das ist ein Irrtum. Nicht nur darum (wie Öhrwall im übrigen treffend hervorhebt), weil diese verschiedenen Empfindungen erfahrungsgemäß häufig am gleichen Ort und unter den gleichen Bedingungen hervorgerufen werden, werden sie von uns zusammengeworfen, sondern weil sie sich wirklich sehr viel ähnlicher sind als die Gesichts- und Gehörsempfindungen.

Das klarste Beispiel haben wir in den Beziehungen zwischen Geruchs- und Geschmacksempfindungen. Wären das wirklich verschiedene Modalitäten, wären die beiden Sinne durch verschiedene spezifische Energien scharf getrennt, wie wäre es dann möglich, daß nicht nur der Laie, sondern auch der geübte Beobachter erklären muß, daß er nicht instande ist, aus der Beschaffenheit einer Empfindung zu erkennen, ob die Physiologie sie zum Geruch oder zum Geschmack rechnen wird? Man mag sich noch so oft durch den bekannten Versuch — Kosten bei zugehaltener Nase — von der experimentellen Trennbarkeit der Geruchs- und Geschmacksempfindungen überzeugen, beim Kosten mit offener Nase kann man nie anders die Unterscheidung machen, als indem man sich klar macht: „was ich wahrnahm, war eine Empfindung, die ich auch beim bloßen Beriechen der betreffenden Substanz habe“. Der Physiologe weiß, daß diese Überlegung irreführen kann: man nennt den Chloroformgeruch süßlich, und doch ist es nur die Wirkung auf die Geschmacksnerven, die der Empfindung das Süßliche verleiht. Psychologisch, nach dem Empfindungscharakter betrachtet, stehen also die Geruchsempfindungen den einzelnen Geschmacksempfindungen so nahe wie die einzelnen Geschmacksqualitäten einander.

Nun hat ja allerdings Öhrwall die vier Geschmacksqualitäten als übergangslos bezeichnet und sie darum im Helmholtzschen Sinne als Modalitäten bezeichnet. Erkennt man dies an, so müßte man den Geschmackssinn eigentlich in vier Sinne zerspalten. Indessen ist die tatsächliche Grundlage für Öhrwalls Überlegungen nicht mehr unerschüttert, seit Kiesow¹⁾ Mischgeschmäckle, wenn auch nur von geringer Intensität, nachweisen konnte (eine Beobachtung, die ich bestätigen kann). Hiernach würde Öhrwalls sehr anschaulicher Vergleich der Gesamtheit der Geschmacksempfindungen mit einem völlig diskontinuierlichen Spektrum, das aus vier Linien

¹⁾ Philosoph. Studien, herausgeg. von Wundt 10 (1894).

besteht, in der Weise zu modifizieren sein, daß man ein Spektrum als Vergleichsobjekt erwählt, in dem vier Streifen stark hervortreten und (wenigstens teilweise) durch Zwischenzonen geringer Intensität verbunden erscheinen, so zwar, daß diese Zwischenzonen überhaupt nicht in hoher Intensität gezeit werden können.

Wie an anderer Stelle des näheren auszuführen sein wird, betrifft die Möglichkeit von Mischgeschmäckern nicht jedes beliebige Paar von Geschmacksqualitäten, soweit bis jetzt bekannt. Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiete sind sehr wünschenswert.

Ich glaube, wir dürfen das hier Gesagte auf den größten Teil der Empfindungen aus dem Gebiete der niederen Sinne verallgemeinern und behaupten, daß zwischen den Geruchs-, den Geschmacks- und den sog. Tastempfindungen Übergänge bestehen, die psychologische Trennung also zum mindesten keine scharfe ist. Die Schmerzempfindungen gliedern sich in der gleichen Weise an. Ob sich die Kälte- und Wärmeempfindungen präzise von den Tast- und Schmerzempfindungen abtrennen lassen, scheint mir ebenfalls recht fraglich; ist man doch nicht selten im Zweifel, ob einer Berührungsempfindung oder einem Schmerz eine Temperaturempfindung beigemischt ist; ja sogar darüber kann man sich zuweilen nicht sicher Rechenschaft geben, ob man kalt oder warm empfindet.

Es darf nicht vergessen werden, daß diejenigen Empfindungen, die man unter dem Namen Tastempfindungen zusammenfaßt, außerordentlich verschiedene Qualitäten aufweisen; das wird oft wegen der Einheitlichkeit des mechanischen Berührungseizes übersehen. Tatsächlich ist indessen die gleiche mechanische Reizung an verschiedenen Körperstellen von sehr ungleichen Sensationen gefolgt. Man vergleiche nur die Empfindung, die durch Berührung mit einem Haarpinsel an der Zunge, Conjunctiva, Nasenschleimhaut, Fingerspitze, Stirn und Oberarm bewirkt wird. Nicht nur ein „Lokalzeichen“ unterscheidet diese Empfindungen, sondern mit der gereizten Region wechselt die Qualität der Empfindung (offenbar in gewisser Abhängigkeit von der Epidermisbeschaffenheit). Noch viel auffälliger ist der Unterschied zwischen einer beliebigen Berührungsempfindung, die von der äußeren Haut ausgelöst wird, und denjenigen Empfindungen, die auf der Zunge durch sog. zusammenziehende oder scharfe Stoffe ausgelöst werden. Diese letzteren Eindrücke stehen den eigentlichen Geschmacksempfindungen viel näher als den Tastempfindungen *sensu strictiori*.

Aus dieser Tatsache, die jeder unbefangene Beobachter zugeben wird, soll nun keineswegs geschlossen werden, daß es unberechtigt sei, unter den Zungennerven eigentliche Geschmacksnerven und Nerven der allgemeinen Sensibilität zu unterscheiden. Ich möchte nur betonen, daß man den Tatsachen Zwang antut, wenn man die Sachlage so darstellt, als ob das Prinzip der spezifischen Energien die sog. niederen Sinne in ebenso scharf getrennte Gebiete teilte, wie es den Gesichtssinn vom Gehörssinn und der Gesamtheit der niederen Sinne trennt.

Ein anderer Umstand ist noch in diesem Zusammenhange zu beachten. Weinmann¹⁾ hat nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die Ergänzung

¹⁾ Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Hamburg u. Leipzig (Voß) 1895.

des Müllerschen Gesetzes der spezifischen Sinnesenergien, die nach dem Vorgange mehrerer anderer Forscher Helmholtz in Aufnahme brachte und die eine Komponentengliederung innerhalb des einzelnen Sinnesgebietes nach dem gleichen Prinzip spezifischer Energien durchzuführen sucht, eine Weiterführung des Müllerschen Gedankens eben nur in einer einzigen bestimmten Richtung ist. Wenn die neuere Physiologie die einzelnen Qualitäten innerhalb eines Sinnes (Farben, Tonhöhen, Gerüche) durch spezifisch verschiedene Elemente innerhalb des betreffenden Sinnesorganes auslösen läßt, so wagt sie doch nicht zu behaupten, daß inadäquate Reizung dieser einzelnen Elemente die betreffende Empfindungsqualität erzeuge. Im Müllerschen Gesetz spielt aber gerade der Satz eine wichtige Rolle, daß jeder Sinnesnerv, wo und wie immer gereizt, stets mit seiner spezifischen Empfindungsenergie (Modalität) antworte. Dieser Satz ist, wie wir sahen, zwar nicht durchweg beweisbar, aber doch in manchen Fällen, und seine Gültigkeit innerhalb weiter Grenzen kann kaum bezweifelt werden. Für die Qualitäten innerhalb eines Sinnes aber ist Analoges nicht zu erweisen; die wenigen Anläufe dazu können nicht als glücklich bezeichnet werden.

G. E. Müller¹⁾ glaubt in dem Erfolg elektrischer Reizung des Auges Gründe für die Gültigkeit der Komponentengliederung des Lichtsinnes, im Sinne der Gegenfarbentheorie, finden zu können.

Der Erfolg inadäquater Reizung der Temperaturpunkte gehört nicht hierher, weil Kälte- und Wärmesinn mit dem gleichen Rechte als zwei Sinne betrachtet werden müssen, mit dem man den Kältesinn vom Tastsinn abtrennt.

Die neueren Farbentheorien (Herings Theorie und die aus der Young-Helmholtzschen Theorie entwickelten neueren Theorien) bedeuten eigentlich geradezu ein Verlassen des von Helmholtz in seiner Gehör- und Farbentheorie inaugurierten Prinzips, da sie nicht umhin können, einer und derselben Nerveneinheit verschiedene „Sehsubstanzen“ und dementsprechend verschiedene Reaktionsarten zuzuschreiben. Seit man die Dreifasertheorie im engeren Sinne dieses Wortes verlassen hat, ist es jedenfalls unrichtig, zu behaupten, die neuere Sinnesphysiologie habe das Müllersche Prinzip der spezifischen Energien noch mehr ins einzelne ausgearbeitet und speziell in den Farbentheorien durchgeführt.

Die Komponentengliederung des Geschmackssinnes könnte, wie unten näher zu besprechen sein wird, der des Farbensinnes ähnlich gedacht werden, indem man annimmt, daß die Geschmacksfasern an und für sich zwar imstande sind, vier verschiedene Arten von Erregungsprozessen zu leiten, an ihrem peripheren Ende aber mit Endorganen von verschiedenen spezifischen Dispositionen ausgerüstet sind, derart, daß einzelne Geschmacksknospen nur auf süß, andere nur auf sauer, dritte auf süß und sauer usw. reagieren. Ich glaube, mit einer derartigen Annahme kommt man der Wahrheit näher als mit der Annahme von vier durch spezifische Energie geschiedenen Geschmacksfaserarten. Eine analoge Hypothese erscheint mir für den Geruchssinn am nächstliegenden.

Am radikalsten ist ja das Prinzip der spezifischen Energien in der Helmholtzschen Theorie des Gehörssinnes durchgeführt. Mir ist diese Hypothese, die jeder einzelnen Hörnervenfaser eine eigene Energieart zuschreibt,

¹⁾ Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane 14 (1897).

immer etwas unwahrscheinlich und ungenügend fundiert erschienen. Es ist doch etwas anderes, im Farbensinn drei, im Geschmackssinn vier, sogar im Geruchssinn (nach Zwaardemaker) neun verschiedene Energien anzunehmen, als mehrere tausend für den Gehörsinn. Nun kommt aber dazu, daß wir, wie gesagt, die drei Energien des Farbensinnes gar nicht mehr gelten lassen können, und für Geschmack und Geruch wenigstens nicht gezwungen sind, die analoge Annahme aufrecht zu erhalten.

Unter diesen Umständen muß man, wie mir scheint, zugestehen, daß zwar das J. Müllersche Gesetz im großen und ganzen mit den oben gemachten Vorbehalten bezüglich der niederen Sinne als gültig zu Recht besteht, die von der neueren Sinnesphysiologie erstrebte, hauptsächlich an Helmholtz anknüpfende Weiterbildung des Gesetzes, der Versuch seiner Anwendung auf die Komponentengliederung innerhalb der einzelnen Sinne jedoch zum mindesten anfechtbar, sehr wahrscheinlich aber überhaupt mißlungen genannt werden muß. Bei dem jetzigen Stande unseres Wissens dürfen wir die Möglichkeit nicht bestreiten, daß die einzelne Sinnesnervenfasern je nach der Art ihrer Erregung qualitativ verschiedene Empfindungen zur Auslösung im Zentralnervensystem bringen kann. Welche von den für den einzelnen Nerven möglichen Erregungsarten jeweils zustande kommt, könnte durch die Art des Reizes und die spezifische Disposition des Endorganes bestimmt werden. Es ist durchaus nicht zu verkennen, daß eine Hypothese, die uns gestattete, den einzelnen Nervenfasern eine einzige, qualitativ fest bestimmte, unveränderliche Erregungsart zuzuschreiben, bei weitem befriedigender wäre und mit sonstigen Erfahrungen der Nervenphysiologie in besserem Einklang stände. Die speziellen Erfahrungen auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie aber sind einer solchen Annahme zurzeit nicht günstig.

2. Zur Psychologie der Sinne

von

J. v. Kries.

Die Physiologie der Sinne beschäftigt sich im allgemeinen außer mit den Empfindungen im engsten Sinne des Wortes (den Bestimmungen der Helligkeit und der Farbe beim Gesichtssinn, denjenigen der Stärke, der Tonhöhe und Klangfarbe beim Gehörssinn usw.) mit einer Reihe von Bewußtseinserscheinungen, die jene zwar mit enthalten oder mit ihnen verknüpft sind, ihrem Inhalte nach aber über sie hinausgehen und noch weiteres aufweisen. Diese Erscheinungen (es sind zum Teil dieselben, in denen man wohl auch eine gewisse „psychische Verarbeitung des direkt gegebenen Empfindungsmaterials“ erblickt hat und die man bei den einzelnen Sinnen als Wahrnehmungen den Empfindungen gegenüberzustellen pflegt) sind vielfach für mehrere, selbst für alle Sinnesgebiete so gleichartig, daß sich eine der speziellen Sinnesphysiologie vorauszuschickende allgemeine Besprechung derselben empfiehlt. Allerdings werden wir uns dabei auf einen summarischen Überblick der wichtigsten Tatsachen und Probleme beschränken müssen, teils um der Detaildarstellung bei den einzelnen Sinnen nicht vorzugreifen, teils weil die hier in Betracht kommenden Gegenstände von der in den letzten Dezennien mehr und mehr zu einer selbständigen Disziplin gestalteten Psychophysik und experimentellen Psychologie zu ihren Hauptaufgaben gerechnet werden und daher in einem physiologischen Werke von dem Zuschnitt dieses Handbuches nur angedeutet zu werden brauchen.

Räumliche und zeitliche Ordnung der Sinneseindrücke.

An erster Stelle ist hier die räumliche Anordnung des Empfundenen zu erwähnen, eine Erscheinung, die, wie bekannt, mehreren unserer Sinne, wenn auch in sehr ungleicher Weise, zukommt. Der Gesichts- und Tastsinn können als unsere Raumsinne par excellence bezeichnet werden; weit weniger ausgeprägt ist das räumliche Element schon beim Gehörssinn; ob es anderen Sinnen, namentlich dem Geruchssinn, ganz abgeht, wird verschieden beurteilt.

Bei den beiden erstgenannten Sinnen bemerkt man (wenigstens beim normalen erwachsenen Menschen), daß jeder Sinneseindruck ebenso unmittelbar wie mit seinen sonstigen Beschaffenheiten auch mit seiner räumlichen Bestimmung ins Bewußtsein tritt. Wir sehen nie anders als räumlich und können uns keine Gesichtsempfindung vorstellen, die etwas anderes wäre als das Sehen eines Gegenstandes an bestimmter Stelle, keine Berührung, die wir nicht als einer bestimmten Stelle unseres Körpers zugehörig empfinden. — Wenn der Druck, der eine bestimmte Stelle unserer Haut trifft, als Berührung

eben dieser Stelle empfunden wird, so kann nur eine oberflächliche Betrachtung hierin die einfache und direkte Folge eben des Umstandes erblicken, daß der Reiz gerade auf jene Stelle einwirkte. In der Tat lehren schon sehr bekannte Erfahrungen, daß eine Reizung derjenigen Nervenfasern, die eine solche Stelle versorgen, in der Kontinuität ihres Verlaufes ganz ebenso als ein Vorgang an jener peripheren Stelle empfunden wird. So bei der bekannten mechanischen Reizung des N. ulnaris am Ellenbogen. Wer durch Amputation eine Extremität eingebüßt hat, empfindet nach langer Zeit noch durch Zerrung der in der Narbe verwachsenen Nervenfasern Schmerzen, die an einer bestimmten Stelle des (nicht mehr existierenden) Gliedes lokalisiert werden. Allgemein werden Reizungen, die in irgend welchen zentripetalen Bahnen erregt werden, an dem peripheren Endpunkte dieser Bahnen wahrgenommen, d. h. an derjenigen Stelle, von der aus diese Bahnen unter normalen Umständen ihre Erregungen erhalten. Man pflegt diese Tatsache als Gesetz der exzentrischen Lokalisation zu bezeichnen. Wir dürfen annehmen, daß ähnlich auch beim Gesichtssinn die Erregung einer Optikusfaser, an welcher Stelle des Verlaufs sie auch stattfinden mag, die gleiche räumliche Vorstellung auslöst wie die Belichtung derjenigen Netzhautstelle, mit der sie im Zusammenhange steht; auch hier wird also exzentrisch lokalisiert, wenn auch insofern anders, als das Gesehene nicht an einer Stelle der Netzhaut, sondern außerhalb des Körpers (in größerer oder geringerer Entfernung) wahrgenommen wird. — Eine genauere Überlegung läßt in diesen Verhältnissen leicht das naturgemäße Ergebnis wohlgesicherter allgemeiner Anschauungen erkennen. Da unsere Empfindungen und räumlichen Vorstellungen (gleich allen anderen Bewußtseinserscheinungen) auf Vorgängen des Zentralnervensystems, in erster Linie wohl der Hirnrinde beruhen, so wird auch, wenn ein empfindendes Subjekt etwas an einer bestimmten Stelle seiner Körperoberfläche oder des äußeren Raumes wahrnimmt, hierin immer das Korrelat gewisser Vorgänge zu erblicken sein, die (objektiv) im Gehirn des betreffenden Individuums ihren Ort haben. Daraus ergibt sich denn, daß, um uns eine Berührung an einer bestimmten Stelle des Körpers fühlen, einen Gegenstand an bestimmter Stelle des äußeren Raumes sehen zu lassen, nicht gerade ein Vorgang an jenem Punkt der betreffenden Sinnesfläche notwendig ist. Da es nur auf einen bestimmten Vorgang im Gehirn ankommt, so wird der gleiche Eindruck immer entstehen, wenn dieser cerebrale Vorgang herbeigeführt wird, was in mancherlei Weise, insbesondere aber durch die Erregung der Sinnesbahnen an irgend einer Stelle ihres Verlaufes bewirkt werden kann.

Der Raumsinn besteht zwar in erster Linie in einer relativen räumlichen Ordnung der demselben Sinnesgebiet angehörigen Eindrücke, doch stehen alle diese Bestimmungen schon insofern in einem gewissen Zusammenhang, als für sie alle die Vorstellung von unserem eigenen Körper in gewisser Weise in Betracht kommt. Freilich ist dies für die einzelnen in ungleicher Weise der Fall. Im Gebiete des Gesichtssinnes tritt die Vorstellung des eigenen Körpers am wenigsten hervor; immerhin ist sie doch dadurch gegeben, daß sich die Richtungen und Entfernungen, in denen wir die Gegenstände sehen, auf ein „optisches Zentrum“ beziehen, dem eine annähernd bestimmte Lage im Kopf zugeschrieben werden darf. Die Lokalisationen des Tastsinnes sind,

so wie wir sie kennen, von einer einigermaßen ausgebildeten Vorstellung von unserer Körpergestalt nicht ablösbar. In wiederum eigenartiger Weise sind die der sogenannten tiefen Sensibilität angehörigen Wahrnehmungen (über relative Lage und Bewegung der einzelnen Körperteile) sowie die des statischen Sinnes mit unserer Vorstellung vom eigenen Körper verknüpft. Es ist endlich hier hervorzuheben, daß auch unsere willkürlichen Bewegungen eine (zwar sehr verschieden veranschlagte), aber zweifellos nicht unwichtige Rolle in der Ausbildung unserer räumlichen Vorstellungen spielen. Man sieht daher, daß die Raumvorstellung ein über die Bedeutung der einzelnen Sinne weit hinausgehendes, für unser Seelenleben in der mannigfaltigsten Weise bestimmendes Bewußtseinsmoment ist. So sind es denn auch, wie bekannt, überaus zahlreiche, psychologisch wie erkenntnistheoretisch wichtige Probleme, die sich an die Raumvorstellung knüpfen. In gewissem Maße werden diese bei der Abhandlung der einzelnen Sinne berührt werden müssen. Eine eingehende und zusammenfassende Behandlung des ganzen Gegenstandes dürfte dagegen zurzeit auf physiologischer Basis kaum möglich, jedenfalls im Rahmen dieses Handbuches ausgeschlossen sein.

In vieler Hinsicht ähnlich wie für die räumlichen Bestimmungen liegen die Dinge auch für die zeitliche Ordnung unserer Sinneseindrücke. Die Zeit bezeichnete Kant als die Form unseres „inneren Sinnes“; sie ist diejenige Form, in der wir die Gesamtheit unserer inneren Erlebnisse auffassen und vorstellen. Wir nehmen also nicht nur die einem und demselben Sinnesgebiete angehörigen Eindrücke in zeitlicher Folge wahr, sondern auch die Eindrücke verschiedener Sinne; ja die verschiedensten psychischen Vorgänge überhaupt sind uns in zeitlicher Ordnung gegeben. Die Erfahrung hat ferner gelehrt, daß die genauere Auffassung zeitlicher Verhältnisse selbst da, wo es sich um einfache Sinneseindrücke handelt, keineswegs schlechtweg als eine Leistung des betreffenden Sinnes betrachtet werden darf, sondern daß dabei cerebrale Vorgänge mannigfacher Art, so z. B. eine zeitlich präzierte Einstellung der Aufmerksamkeit (indem wir einen bestimmten Sinneseindruck in einem zeitlich genau fixierten Zeitpunkt erwarten) und vielerlei anderes eine große Rolle spielen. Es geht hieraus hervor, daß, wenn wir in einer ganz allgemeinen Weise von Zeitsinn reden, damit noch weit weniger als dies beim Raumsinn der Fall ist, eine für die einzelnen Sinne unabhängig darzuliegende Funktion bezeichnet ist, sondern eine Gesamtheit von Funktionen, an denen nicht bloß die einzelnen Sinne, sondern sehr mannigfache Leistungen, vor allem des Zentralnervensystems beteiligt sind. Auf eine einheitliche Darstellung des Zeitsinnes, wie sie danach wohl wünschenswert erscheinen könnte, wird aber aus den gleichen Gründen hier verzichtet werden müssen; einzelne Punkte werden teils bei der Physiologie des Großhirns, teils bei den einzelnen Sinnen zu berühren sein.

Grenzen der Wahrnehmung und Unterscheidung. Schwellenwerte.

Eine bei allen Sinnen ähnlich wiederkehrende Reihe von Untersuchungen beschäftigt sich mit einem Kreise von Aufgaben, der, allerdings nicht scharf abgrenzbar, etwa dahin bezeichnet werden kann, daß es sich um die Erscheinungen handelt, die sich bei einer vergleichenden Prüfung und Beur-

teilung von Sinneseindrücken ergeben, insbesondere auch um die Ermittlung der Grenzen, die der Leistungsfähigkeit unserer Sinneswerkzeuge im Wahrnehmen überhaupt, im Erkennen und Unterscheiden gesteckt sind. Nachdem eine Reihe von Untersuchungen, als deren Ausgangspunkt die grundlegenden Arbeiten E. H. Webers zu bezeichnen sind, eine große Fülle hierhergehöriger Tatsachen bekannt gemacht haben, ist es nicht schwierig, über die Gesamtheit der sich hier bietenden Probleme einen Überblick zu geben¹⁾.

Als erste Hauptkategorie der Untersuchungen können wir diejenigen zusammenfassen, die sich mit der Ermittlung von Schwellenwerten im weitesten Sinne des Wortes befassen. Man spricht von einem Schwellenwert überall da, wo die von einem bestimmten Punkte ausgehende (qualitative oder quantitative) Veränderung in der Beschaffenheit des (oder der) auf ein Sinnesorgan einwirkenden Reize eine bestimmte Grenze überschreiten muß, um eine gewisse Art von psychischem Erfolg hervorzurufen, während unterhalb jener Grenze der Erfolg nicht etwa in geringerem Betrage, sondern überhaupt gar nicht eintritt. Im spezielleren haben wir hier zunächst zwei Hauptfälle zu sondern; wir können von einfachen Schwellen reden, wenn es sich um nur einen Reiz handelt, also z. B. die geringste Stärke eines solchen aufgesucht wird, die überhaupt bemerkt werden kann; wir stellen diesen die Unterschiedsschwellen gegenüber, bei denen dem betreffenden Sinnesorgan zwei Reize dargeboten werden, und zu prüfen ist, wie groß der objektive Unterschied der Reize gemacht werden muß, um eine Erkennung derselben als verschieden zu ermöglichen.

In beiden Fällen übereinstimmend muß sodann eine weitere Unterscheidung gemacht werden. Läßt man z. B. farbige Lichter in sehr geringen Stärken auf das Sehorgan einwirken, so findet man meist einen Stärkegrad, unterhalb dessen sie überhaupt nicht sichtbar sind. Wir bezeichnen diesen als generellen Schwellenwert. Erst bei einer höheren Stärke dagegen wird der Empfindungserfolg von der Art, daß die Farbe erkannt und angegeben werden kann; es ergibt sich hier also ein weiterer Wert, der als spezifischer Schwellenwert bezeichnet wird. Die Unterscheidung genereller und spezifischer Schwellenwerte ist prinzipiell überall erforderlich, wiewgleich es natürlich nicht ausgeschlossen ist, daß beide gelegentlich auch zusammenfallen. Von besonderer Wichtigkeit ist es, hervorzuheben, daß sie auch für die Unterschiedsschwellen gilt. Bei der Aufgabe, zwei Lichtgemische einander gleich aussehend zu machen, findet man häufig, daß die zu vergleichenden Felder wohl mit Sicherheit als verschieden erkannt werden, ohne daß es jedoch gelänge zu sagen, von welcher Art der Unterschied ist (ob das eine Feld z. B. heller oder röter oder gesättigter im Vergleich zum anderen ist). Man kann demgemäß auch denjenigen größeren objektiven Unterschied suchen, der die Erkennung der Verschiedenheit ihrer Art nach gestattet, z. B. bei Variierung der Wellenlänge die Erkennung, welches von zwei gelben Feldern grünlicher und welches rötlicher ist. Ebenso ist nach den Beobachtungen von v. Frey und Metzner²⁾ bei successiven Tastreizen die Erkennung einer räumlichen Verschiedenheit überhaupt schon bei erheblich kleineren

¹⁾ Vgl. hierüber insbesondere die Zusammenstellung G. E. Müllers in den Ergebnissen der Physiologie II, 2, S. 267. — ²⁾ Zeitschr. f. Psychologie 29, 161.

Abständen möglich als die Erkennung, in welcher Richtung der zweite Berührungspunkt gegen den ersten verschoben ist. Auch hier also fällt generelle und spezifische Schwelle auseinander.

Der Begriff der spezifischen Schwelle bedarf insofern meist noch einer genaueren Präzisierung, als er noch keine feste Bestimmung darüber enthält, was oder wieviel an dem Reize erkannt werden soll. So kommt es z. B. bei den Farbschwellen darauf an, ob nur die Erkennung der Farbe (im Gegensatz zur Farblosigkeit) oder die Erkennung einer bestimmten Farbe (im Gegensatz zu einer kleineren oder größeren Zahl von anderen Farben) zum Kriterium gemacht wird. Man übersieht, daß die Versuchsbedingungen in dieser Beziehung sehr verschieden gestaltet werden können.

Der Ausdruck der absoluten Schwelle ist in letzter Zeit in verschiedener Bedeutung benutzt worden; in der physiologischen Literatur der letzten Jahre nämlich als Gegensatz zur spezifischen Schwelle, also für das, was ich oben als generelle Schwelle bezeichnete; vielfach dagegen, so namentlich auch von G. E. Müller in seiner zusammenfassenden Darstellung im Gegensatz zur Unterschiedsschwelle, also für das, was ich oben einfache Schwelle nannte (Fechners Reizschwelle). Zur Vermeidung von Mißverständnissen, die sich nach dem sonstigen Sinne des Wortes „absolut“ schwer ausschließen lassen, erscheint es mir am zweckmäßigsten, an beiden Stellen andere Ausdrücke zu benutzen.

Für die Schwellenwerte ergibt sich insofern eine große Mannigfaltigkeit, als Ausgangspunkt und Veränderungsart der Reize in sehr verschiedener Weise gewählt werden kann. Unter den einfachen Schwellen haben diejenigen eine gewisse dominierende Bedeutung erlangt, bei denen der Reiz, von einem Nullwert ausgehend, durch Vermehrung seiner Intensität oder seiner räumlichen und zeitlichen Ausdehnung an die Grenze der Merkbarkeit gelangt. Man kann diese Schwellenwerte (für die eine einheitliche Bezeichnung wohl wünschenswert ist) Nullschwellen nennen. Man kann aber auch vielfach eine irgendwie ausgezeichnete Reizbeschaffenheit zum Ausgangspunkt nehmen, diese qualitativ verändern und so namentlich spezifische Schwellenwerte ermitteln. Bei den Unterschiedsschwellen ist zwar stets die objektive Gleichheit beider Reize der gegebene Ausgangspunkt der Veränderungen, diese selbst aber können wiederum verschiedenartig gewählt werden. Eine besondere Erwähnung möge der Fall finden, daß das räumliche oder zeitliche Verhältnis zweier Reize variiert und so die Grenze einer räumlichen oder zeitlichen Unterscheidungsfähigkeit aufgesucht wird.

Die nach den Schwellenwerten zu bemessenden Leistungsfähigkeiten eines Sinnes pflegt man als Empfindlichkeiten zu bezeichnen; sie sind natürlich um so größer, je geringer die Schwellenwerte sind. Die einfachen (absoluten) Empfindlichkeiten pflegt man den betreffenden Schwellenwerten umgekehrt proportional zu setzen; für Unterschiedsempfindlichkeiten ist eine ähnliche numerische Bezeichnung bis jetzt nicht üblich geworden.

Die obige Übersicht lehrt, in wie verschiedenartiger Weise Schwellenwerte ermittelt werden können; die Unterscheidungen, die wir gemacht haben, sind, wie hier noch bemerkt werden muß, rein symptomatisch: sie suchen nicht an irgend welche theoretischen Gesichtspunkte anzuknüpfen; und dies ist auch bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens das einzig zulässige Prinzip der Darstellung. Daß zwischen den verschiedenen hier zu ermittelnden Leistungsfähigkeiten gewisse regelmäßige Zusammenhänge bestehen, erscheint zwar sehr möglich, aber bis jetzt ist es kaum irgendwo gelungen, etwas derartiges mit Sicherheit festzustellen. Wir müssen daher auch das Wort Empfindlichkeit in einem rein symptomatischen Sinne nehmen und von einer Reihe spezieller Empfindlichkeiten reden (einfacher oder

absoluter und Unterschiedsempfindlichkeit, Unterschiedsempfindlichkeit für Intensitätsänderungen usw.), deren jede eben eine ganz bestimmte (unter bestimmten Bedingungen geprüfte) Leistungsgrenze bezeichnet. Es ist wichtig, dies hervorzuheben, weil die Gefahr besteht, sich durch verallgemeinernde Auffassungen zu der Annahme von Zusammenhängen verführen zu lassen, die in Wirklichkeit gar nicht existieren. So ist es eine Quelle von Irrtümern und Mißverständnissen geworden, daß man sich gewöhnt hat, das Wort Lichtsinn in einer die einfache (absolute) Empfindlichkeit und die Unterschiedsempfindlichkeit zusammenfassenden Weise zu gebrauchen. Dies wäre nur dann gerechtfertigt, wenn die Erfahrung mit Sicherheit herausgestellt hätte, daß diese beiden Leistungen stets miteinander parallel gehen, was ganz und gar nicht der Fall ist.

Im Mittelpunkt des Interesses haben lange Zeit diejenigen Unterschiedsschwellen gestanden, die bei einer Veränderung der Reizintensität erhalten werden. Nach den Untersuchungen, die teils von E. H. Weber selbst, teils dann in noch größerem Umfange von Fechner ausgeführt waren, schien es, daß hier ein ganz allgemeines, für alle Sinnesorgane zutreffendes Gesetz sich herausstellte, demzufolge der eben merkliche Reizzuwachs immer einen bestimmten Bruchteil des schon vorhandenen Reizes darstellte, oder zwei Reize, um eben noch (oder eben nicht mehr) als verschieden erkannt zu werden, immer in einem bestimmten (von der absoluten Intensität unabhängigen) Verhältnis stehen müßten. Dies ist es, was man gegenwärtig als Webersches Gesetz zu bezeichnen pflegt. Mit einer allerdings nicht ganz einwurfsfreien Erweiterung des Sinnes hat man dann in die gleiche Gesetzmäßigkeit die Unterscheidungsfähigkeiten auch für räumliche und zeitliche Erstreckungen, ja auch wohl die für Tonhöhen einbeziehen wollen. Wir wissen gegenwärtig, daß dieses Gesetz den Tatsachen zwar in erster Annäherung entspricht, aber überall nur eine eingeschränkte und keine strenge Gültigkeit besitzt. Genauer hierüber wird bei den einzelnen Sinnen anzuführen sein. Auf die theoretische Deutung, die Fechner an jenes Gesetz knüpfte, kommen wir sogleich zurück.

Methodisches. Die Ermittlung von Schwellenwerten ist überall mit nicht geringen methodischen Schwierigkeiten verknüpft, die in letzter Instanz daher rühren, daß der in Betracht kommende psychophysische Mechanismus sich nicht dauernd konstant verhält, sondern in einer weder zu beherrschenden noch zu berechnenden Weise wechselt. So kommt es, daß derselbe Unterschied jetzt wahrnehmbar, gleich darauf unwahrnehmbar sein kann oder umgekehrt. Nur in sehr beschränktem Maße kann man in diesen Erscheinungen eine gewisse Regelmäßigkeit bemerken, so z. B. die, daß, wenn man von unterschwelligen Werten heraufgeht, meist eine höhere Schwelle gefunden wird, als wenn man von überschwelligen wieder heruntergeht. Der in dem einen Falle als eben merklich und der im anderen als eben nicht mehr merklich gefundene Wert fallen meist erheblich auseinander und lassen zwischen sich ein Gebiet von Werten, die je nach Verfahrungsweise entweder über- oder unmerklich sind. Daneben aber spielen rein zufällige Schwankungen eine meistens nicht unbeträchtliche Rolle, und es bedarf daher im allgemeinen sehr zahlreicher Versuche, um zu brauchbaren Ergebnissen zu gelangen. Im einzelnen kann nun hierbei sehr verschieden verfahren werden; die Psychophysik hat zum Zwecke solcher Untersuchungen eine reichhaltige und eigenartige Methodik entwickelt und theoretisch durchgearbeitet. Besonders gilt dies von derjenigen Klasse der Untersuchungen, die die Unterschiedsschwellen betreffen. Fechners in diesem Punkte grundlegende Untersuchungen führen bereits drei Hauptverfahrungsweisen auf. Die erste ist die direkte Bestimmung der eben merklichen (oder eben nicht mehr merklichen) Unterschiede, die durch vorsichtige Abstufung des einen Reizes bei Konstanterhaltung des anderen bewirkt wird. Die zweite ist

die Methode der mittleren Fehler; es wird die Aufgabe gestellt, den einen Reiz dem anderen gegebenen und unveränderlichen so genau als möglich gleich zu machen; die erforderlichen Einstellungen werden vielmals hintereinander ausgeführt und alsdann die Größe ihrer Abweichungen von dem wahren Werte ermittelt. Die dritte Methode ist die der richtigen und falschen Fälle. Es werden in einer sehr großen Zahl von Fällen Unterschiede wechselnden Betrages dem Beobachter dargeboten und ermittelt, in einem wie großen Bruchteil aller Fälle bei jedem Betrage des Unterschiedes richtig geurteilt, also z. B. erkannt wird, welches von zwei Feldern das hellere ist. Da natürlich der Prozentsatz der richtigen Urteile mit zunehmendem Betrage des Unterschiedes wächst, so erhält man in diesem Falle nicht einen bestimmten Wert für die Unterschiedsschwelle, sondern einen über ein gewisses Gebiet von Beträgen sich erstreckenden funktionellen Zusammenhang. Jede dieser Methoden kann in zahlreichen Details verschieden gestaltet werden. Auf diese Verhältnisse des genaueren einzugehen, verbietet sich hier; es mag genügen, auf Fechners klassisches Werk, Elemente der Psychophysik, ferner auf G. E. Müllers Grundlegung der Psychophysik, 1878, endlich auf desselben Autors oben schon erwähnte neuere Übersicht zu verweisen.

Spezifische Vergleichenngen.

Den auf die Ermittlung von Schwellenwerten gerichteten Untersuchungen ist sodann eine Gruppe anderer anzureihen, die man als spezifische Vergleichenngen bezeichnen kann. Hierher gehört es z. B., wenn wir im Gebiete des Gesichtssinnes Lichter von verschiedener Farbe hinsichtlich ihrer Helligkeit vergleichen oder die Aufgabe stellen, zwei Lichter von ungleicher Farbe auf gleiche Helligkeit zu bringen. Allgemein gesprochen handelt es sich um die Aufsuchung von Empfindungen, die nicht vollkommen gleich sein sollen, zwischen denen aber neben einer bestimmten Differenz auch eine gewisse Übereinstimmung besteht, die wir entsprechend eine spezifische Übereinstimmung nennen können. Welche Empfindungen eine solche zeigen, versteht sich im allgemeinen nicht von selbst, und es ist daher eine selbstständige Aufgabe der Untersuchung, dieses zu ermitteln. Auch hier handelt es sich um sehr mannigfaltige Aufgaben; jede derselben muß naturgemäß an einen bestimmten Begriff, wie in dem obigen Beispiel denjenigen der Helligkeit, anknüpfen, hinsichtlich dessen eine Vergleichung verlangt wird. Welche dies sind, oder wie viele es ihrer gibt, läßt sich im voraus nicht angeben. Die Erfahrung lehrt aber, daß diese Zahl jedenfalls keine geringe ist; vielmehr führt uns die Beurteilung der Empfindungen sehr häufig und in sehr mannigfaltiger Weise auf solche spezifischen Vergleichenngen. Zwei Farbenempfindungen können wir z. B. auch hinsichtlich ihres Sättigungsgrades vergleichen und z. B. ein bestimmtes Gelb für ungesättigter erklären als ein bestimmtes Rot. Ferner sei hier an den ganz allgemeinen Begriff der Empfindungsstärke erinnert, demzufolge wir wohl auch Empfindungen verschiedener Sinnesgebiete vergleichen, und z. B. eine Geruchsempfindung für stärker als eine bestimmte Gehörsempfindung erklären können.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, daß spezifische Vergleichenngen nicht bloß, wie eben vorausgesetzt, auf Empfindungen, sondern auch auf Empfindungsunterschiede erstreckt werden können. Wó die Empfindungen in so zahlreichen Richtungen veränderlich sind, wie das beim Gesichtssinn der Fall ist, kann gefragt werden, ob der Unterschied der Empfindungen E_1 und E_2 von gleicher Art (figürlich gesprochen von gleicher Richtung) ist mit dem der Empfindung E_3 und E_4 . Vor allem aber sind uns Empfindungsunter-

schiede hinsichtlich ihrer Größe vergleichbar, namentlich dann, wenn sie von gleicher Art sind. Gehören die Empfindungen E_1 , E_2 , E_3 , E_4 einer solchen einsinnigen Veränderungsreihe an, ist also der Unterschied zwischen E_1 und E_2 von gleicher Art wie derjenige zwischen E_3 und E_4 , so kann die Frage gestellt werden, welcher dieser beiden Unterschiede der größere ist, oder die Aufgabe, eine Empfindung E_4 zu ermitteln, deren Unterschied gegenüber E_3 ebenso groß ist, wie der Unterschied zwischen E_1 und E_2 . Da man im allgemeinen davon ausgeht, daß Unterschiede, die gerade an der Grenze der Mercklichkeit stehen, überall als gleich zu betrachten sind, diese also hier aus der Betrachtung ausscheiden, so pflegt man hier von einer Größenvergleichung übermerklicher Unterschiede zu reden. Sie bildet, wie man sieht, einen besonderen Fall der spezifischen Vergleichung; denn die Unterschiede zwischen zwei Tönen von 90 und 100 Schwingungen einerseits, von 900 und 1000 Schwingungen andererseits sind ja stets etwas in gewissem Betracht verschiedenes; wenn wir sie also hinsichtlich der Größe übereinstimmend finden, so konstatieren wir auch eine spezifische Übereinstimmung.

Theoretisches. Messung der Empfindungsstärken. Fechners psychophysisches Gesetz.

Ich habe mich in der bisherigen Darstellung gewisser allgemeiner Verhältnisse der Sinnesphysiologie auf rein Tatsächliches beschränkt. Es ist jedoch unerlässlich, hier noch einiges über die theoretische Auffassung jener Tatsachen und der mit ihnen zusammenhängenden Probleme hinzuzufügen. Fechner war es, der an das oben erwähnte Webersche Gesetz eine auf den ersten Blick überaus bedeutungsvolle Folgerung knüpfte. Er hielt es für gerechtfertigt anzunehmen, daß ein an der Grenze der Mercklichkeit stehender Zuwachs der Empfindung auf jeder Intensitätsstufe eine Vermehrung von gleicher Größe darstelle. So ergab sich mit Rücksicht auf das Webersche Gesetz die Folgerung, daß die Stärke der Empfindung immer um den gleichen Betrag wächst, wenn der Reiz in einem bestimmten Verhältnis vermehrt wird, oder, mathematisch formuliert, daß die Stärke der Empfindung proportional dem Logarithmus des Reizes wachse. Fechner vermutete, daß hierin ein streng gültiges Gesetz der Wechselwirkung zwischen Physischem und Psychischem zu erblicken sei¹⁾ und bezeichnete es als psychophysisches Gesetz. Dieses Gesetz gehört nun, nicht sowohl bezüglich seiner tatsächlichen Begründung, als vielmehr der theoretischen Vorstellungen, von denen es ausgeht, zu den meist umstrittenen Gegenständen der Psychophysik. Fechner hielt es wohl für selbstverständlich (und auch gegenwärtig ist, wie es scheint, diese Auffassung, wenigstens in den Kreisen der Psychophysiker, noch die überwiegende), daß auf die einer Intensitätsreihe angehörigen Empfindungsgrade Maßbezeichnungen ohne weiteres anwendbar seien, daß es jedenfalls zulässig sei zu fragen, ein wie vielfaches die Empfindung E_1 von der Empfindung E_2 sei, und für dieses Verhältnis einen bestimmten numerischen Aus-

¹⁾ Die auch ihm nicht unbekanntenen Abweichungen von der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes bezog er demgemäß darauf, daß die letzten der Empfindung zugrunde liegenden physischen Prozesse der Stärke des Reizes zwar annähernd, aber nicht immer genau proportional gingen.

druck zu suchen oder zu geben. Es scheint hiernach eine mehr oder minder sichere Annahme, daß die eben merklichen Empfindungszuwächse überall gleich große seien. Ebenso hat man die Größenvergleiche übermerklicher Unterschiede zunächst so aufgefaßt, daß wir eine zwar nicht überall sehr genaue, aber doch leidliche Vergleichung für die „wahre Größe“ der Empfindungsunterschiede besäßen, für deren Ermittlung also diese unmittelbare Vergleichung ein zwar nicht sehr vollkommenes, aber doch brauchbares Hilfsmittel (dem Augenmaß vergleichbar) sein würde. Jene Grundvoraussetzung ist nun später in einer großen Zahl erkenntnistheoretischer Untersuchungen in Zweifel gezogen, geprüft und in der mannigfaltigsten Weise erörtert worden. Eine ganz abweichende Anschauung ist zuerst von mir vor 24 Jahren entwickelt worden, und ich muß mich darauf beschränken, auf sie (als die wohl radikalste) hier kurz hinzuweisen ¹⁾.

Ihr zufolge hat die zahlenmäßige Bezeichnung irgend welcher Abstufungen nur dann einen Sinn, wenn jene Abstufungen durch eine bestimmte (zunächst willkürliche) Definition auf die Einheiten der Masse, des Raumes und der Zeit zurückgeführt werden (wie dies bei allen Begriffen der theoretischen Physik geschieht). So können wir als Maß der Temperatur nach Belieben die Ausdehnung des Quecksilbers oder diejenige der Luft, oder auch zahlreiche andere mit der Temperaturänderung verknüpfte Begleiterscheinungen benutzen. Zwei Temperaturabstände, die wir in der Skala des Quecksilberthermometers gleich setzen (z. B. von 10 zu 20 und von 90 zu 100°) können, in einer anderen Skala gemessen, ungleich genannt werden. Man kann also nicht ohne weiteres fragen, ob zwei Temperaturabstände gleich oder ungleich sind; die Frage gewinnt erst dadurch einen festen Sinn, daß man eine Festsetzung darüber trifft, wonach die Temperatur gemessen werden soll. Ganz ebenso ist nach meinem Dafürhalten auch die Frage nach den Größenbeziehungen zweier Empfindungen eine unrichtig gestellte und, nicht wegen einer praktischen Schwierigkeit der Messung, sondern wegen eines grundsätzlichen Mangels in ihrem Sinne zunächst ganz unbeantwortbar. Sie bedarf zuvor einer Festsetzung darüber, nach welchem Prinzip und in welchem Sinne solche Maßangaben verlangt werden. Geht man von dieser Anschauung aus, so kann es dann nicht als eine Tatsache, sondern höchstens als eine zulässige Festsetzung gelten, daß die „eben merklichen“ Unterschiede als gleich betrachtet werden sollen. Was ferner die Vergleichung übermerklicher Unterschiede anlangt, so hat man mit der Möglichkeit zu rechnen, daß diese, da sie jedenfalls nicht einfach auf der „wahren Größe“ der Empfindungsunterschiede beruht, in vielleicht sehr verwickelter Weise durch die mannigfaltigsten Umstände bestimmt wird. Wir haben auf diesen Punkt alsbald noch zurückzukommen.

Der Wert psychophysischer Maßformeln erscheint hiernach als ein sehr problematischer. Allerdings können sie unter gewissen (hier nicht genauer

¹⁾ Vierteljahrsschrift f. wissenschaftl. Philosophie 6, 257. Aus der wie erwähnt sehr umfangreichen Literatur, die sich auf die erkenntnistheoretische Grundlage des psychophysischen Gesetzes bezieht, mag hier angeführt werden: Fechner, Revision der Hauptpunkte der Psychophysik, 1882; F. A. Müller, Das Axiom der Psychophysik, 1882; Elsas, Über Psychophysik, 1886; Meinong, Über die Bedeutung des Weberschen Gesetzes; Zeitschr. f. Psychologie, 1896.

zu verfolgenden) Voraussetzungen als willkürliche Darstellung einer größeren Gruppe von Tatsachen brauchbar sein; ob dies aber der Fall ist, hängt durchaus von der besonderen Gestaltung der Tatsachen ab, es ist im voraus nicht zu übersehen und hier sehr zweifelhaft, schon deswegen, weil z. B. keineswegs übermerkliche Unterschiede, die sich aus einer gleichen Zahl eben merklicher Stufen zusammensetzen, durchweg für gleich erachtet werden.

Für die physiologische Untersuchung dürfte es bei diesem Stande der theoretischen Anschauungen geraten sein, zunächst nicht die in ihrer Bedeutung bestrittene Frage aufzuwerfen, „wie die Empfindungsstärke von der Intensität des Reizes abhängt“, oder nach einer diese Abhängigkeit ausdrückenden psychophysischen Maßformel zu suchen, sondern die hier beobachteten Tatsachen in rein empirischer Weise zu ermitteln und darzustellen. In erster Linie würde es sich dabei um die Ermittlung der Unterschiedsempfindlichkeiten handeln; was die Vergleichung übermerklicher Unterschiede anlangt, so wird uns die Besprechung derselben, der wir uns sogleich zuzuwenden haben, zu ganz dem nämlichen Ergebnis führen.

Theorie der spezifischen Vergleichenungen. Psychologische Analyse.

Eine für die Sinnesphysiologie noch wichtigere Differenz theoretischer Auffassung knüpft sich an die spezifischen Vergleichenungen. Einer verbreiteten Auffassung zufolge ist in einer spezifischen Übereinstimmung im allgemeinen die Übereinstimmung eines den beiden verglichenen Bewußtseinsinhalten gemeinsamen Elementes (Teiles) zu erblicken. Nennen wir eine bestimmte Rot- und eine bestimmte Blauempfindung gleich hell, finden wir überhaupt optische Empfindungen hinsichtlich ihrer Helligkeit vergleichbar, was kann es anderes heißen, als daß in ihnen ein gewisses Element steckt, dessen Abstufungen den Helligkeitsgrad bestimmt und dessen Vorhandensein mit dem gleichen Betrage eben die Gleichheit der Helligkeit bedeutet? Man könnte demgemäß statt von einer spezifischen, überall auch von einer partiellen Übereinstimmung reden. Ist dies der Fall, so wird die Aufgabe einer spezifischen Vergleichung überall eine durchaus klar bestimmte und bedeutungsvolle (wenn auch vielleicht nur schwierig lösbar) sein. Außerdem aber würden, wenn alle solche Vergleichenungen auf bestimmten psychischen Elementen beruhen, die Verfolgung derselben ein allgemeines und wichtiges Hilfsmittel der „psychologischen Analyse“ der Zerlegung komplizierter Bewußtseinsinhalte in ihre Elemente darstellen. Dieses hauptsächlich von Mach ganz systematisch durchgeführte Prinzip ist sinnesphysiologisch von um so größerer Bedeutung geworden, als sich an dasselbe sogleich die Annahme knüpft, daß überall dem psychologischen Element auch ein physiologisches, dem psychisch einheitlichen auch ein physisch einheitliches entspreche. Es muß daher auf die ganze Anschauung hier etwas genauer eingegangen werden. Eine allgemeine Erwägung ergibt meines Erachtens, daß die Dinge zum mindesten nicht überall so liegen, und daß neben der hier angenommenen sicher auch eine andere psychologische Grundlage der spezifischen Vergleichenungen in Betracht gezogen werden muß. Wir können ja auch z. B. von zwei Tönen ungleicher Höhe den einen stärker als den anderen nennen oder beiden

gleiche Stärke zuschreiben, ohne daß wir in der Tonstärke ein der einen und anderen Tonempfindung gemeinsames „Element“ erblicken dürften. Um zu einer zutreffenden Auffassung dieser Verhältnisse zu gelangen, müssen wir auf sehr allgemeine psychologische Tatsachen zurückgehen. In größtem Umfange und in der mannigfaltigsten Weise begegnen wir der Erscheinung, daß zwei Bewußtseinsinhalte voneinander verschieden sind, doch aber ein gewisses Maß von Ähnlichkeit, Verwandtschaft, Gleichartigkeit aufweisen; und wir finden weiter, daß demzufolge ein allgemeiner Begriff entsteht, dem ein gewisser Umfang solcher untereinander verwandter Bewußtseinsinhalte subsumiert wird. Auch in bezug auf dieses psychologische Geschehen sind ja nun die Ansichten lange auseinandergeschieden und tun es wohl noch; nach der einen Anschauung soll jede Ähnlichkeit die Übereinstimmung eines Teiles sein¹⁾ und es bedeutet dann auch jene Begriffsbildung nur die Heraussonderung oder Heraushebung des einer größeren Anzahl von Bewußtseinsinhalten gemeinsamen Teiles. Nach der entgegenstehenden ist dagegen die Ähnlichkeit eine Beziehung, die eine weit verwickeltere und weit mannigfaltigere psychologische Grundlage hat und sind demgemäß auch jene Begriffe als psychologische Neubildungen anzusehen, für die wiederum viel weitergehende und mannigfaltigere Möglichkeiten existieren, als wenn es sich dabei immer nur um die Heraussonderung präformierter Teile handelte. Nach meiner (hier allerdings nicht genauer zu begründenden, sondern nur anzudeutenden) Überzeugung ist gegenüber dem tatsächlichen Reichtum der Ähnlichkeitsbeziehungen und der Begriffsbildung die letztere Auffassung die allein durchführbare. Auch bei den Tonempfindungen finden wir doch diejenigen, die sich in der Skala nahestehen, in höherem Grade, entferntere in geringerem einander ähnlich; gleichwohl sind sie als Empfindungen durchaus einfach und wir können jene Beziehungen jedenfalls nicht darauf zurückführen, daß in den Tonempfindungen in wechselndem Betrage ein als Höhe und ein als Tiefe zu bezeichnendes „Empfindungselement“ vorhanden wäre, für welches man ein einheitliches physiologisches Substrat fordern könnte. Wir müssen also ganz im allgemeinen mit der Existenz einer solchen nicht analysierbaren Gleichartigkeit und mit der Möglichkeit einer hierauf beruhenden Begriffsbildung rechnen²⁾.

Dabei ist dann weiter beachtenswert, daß die in solcher Weise gebildeten Begriffe im allgemeinen mehr oder weniger unbestimmt sind. Wir können gewisse Töne tief, andere hoch, gewisse laut, andere leise nennen. Diese Begriffe sind für den Gebrauch des täglichen Lebens nicht ohne Wert; aber niemand wird im Zweifelsfalle die Frage diskutierbar finden, ob ein gegebener

¹⁾ „Ähnlichkeit“, sagt z. B. Hering ganz allgemein, „besteht in teilweiser Gleichheit.“ Hermanns Handbuch der Physiologie 3, 568. — ²⁾ Hiermit soll natürlich nicht bestritten werden, daß jede Ähnlichkeitsbeziehung eine bestimmte physiologische Grundlage besitzt; gewiß wird eine eindringendere Kenntnis als wir sie gegenwärtig besitzen, diese überall nachweisen können. Aber sie wird nicht ausschließlich in der Gemeinsamkeit eines Bestandteils gefunden werden können, sondern es wird daneben die übereinstimmende Beziehung zweier Bestandteile und wohl vieles andere in Betracht kommen. Jedenfalls ist es unmöglich, alle Bewußtseinserscheinungen derart in Elemente aufzuteilen, daß die Gesamtheit aller Ähnlichkeits- oder Verwandtschaftsbeziehungen sich überall auf die Gemeinsamkeit solcher zurückführen ließe.

Ton hoch oder tief sei, oder es für eine Aufgabe wissenschaftlicher Untersuchung halten, zu ermitteln, wo die Grenze der hohen und tiefen Töne liegt.

Wendet man diese Anschauung auf das uns hier beschäftigende Gebiet an, so zeigt sich, daß zunächst sehr verschiedene Empfindungen Abstufungen aufweisen können, die so weit gleichartig sind, daß sie unter einen gemeinsamen Begriff, wie etwa den einer zu- oder abnehmenden Empfindungsstärke, vereinigt werden können. Sehr häufig finden wir nun aber auch, wenn wir Empfindungen vergleichen, die verschiedenen solchen Reihen angehören, ihr Verhältnis jenen Abstufungen noch so weit gleichartig, daß wir von einer Differenz entsprechender Art reden. So können wir von Tönen ungleicher Höhe den einen lauter, auch wohl von Empfindungen ganz verschiedener Sinnesgebiete die eine stärker als die andere nennen. Die Begriffe des „lauter“ und „leiser“, das „mehr“ oder „weniger“ sind also derart verallgemeinert, daß ihnen die Beziehung zweier ungleich hoher Töne, in gewissen Fällen auch die zweier Empfindungen, die verschiedenen Sinnen zugehören, subsumiert werden kann. In allen diesen Fällen können wir nun auch Paare aufweisen, deren Verhältnis weder in dem einen noch dem anderen Sinne als ein solcher Unterschied bezeichnet werden kann; also z. B. zwei Töne (verschiedener Höhe), von denen wir weder den einen noch den anderen mit Sicherheit den lauteren nennen können. In diesem Falle nun schreiben wir ihnen etwa gleiche Stärke zu, und was wir aussagen ist eben das, was wir eine spezifische Übereinstimmung nennen. Dieselbe besagt also im Grunde, daß das Verhältnis einer Empfindung E_1 zu einer anderen E_2 weder dem Begriff eines Mehr noch dem eines Weniger mit Entschiedenheit subsumiert werden kann usw. Auch hier aber ist zu beachten, daß diese Begriffe ihrer Natur nach sehr wohl unbestimmte sein können; erscheint es also zweifelhaft, ob die Beziehung von E_1 zu E_2 ein Mehr oder ein Weniger oder keines von beiden zu nennen ist, so dokumentiert sich darin lediglich die Unbestimmtheit dieser Begriffe, und es kann daher die Entscheidung jener Frage ebenso unmöglich, ihre Erörterung ebenso unfruchtbar sein, wie etwa diejenige, ob ein gegebener Ton laut oder leise, hoch oder tief genannt werden müsse. — Die Richtigkeit dieser Anschauung dürfte auf vielen Gebieten wohl ohne weiteres einleuchten. Obwohl wir das Krachen des Donners eine stärkere Empfindung nennen können als den Duft eines Veilchens, so wird es doch kaum jemand für eine richtig gestellte Aufgabe halten, diejenige Gehörsempfindung festzustellen, die einer gegebenen Geruchsempfindung gerade gleich stark ist. Es versteht sich, daß je mehr wir solche Beziehungsbegriffe verallgemeinern, je verschiedenartigeres Einzelne wir in sie zusammenfassen, um so weiter ihr Anwendungsgebiet, um so größer aber auch ihre Unbestimmtheit wird. Und man wird im allgemeinen wohl zu dem Schlusse gelangen, daß den auf solchen ganz allgemeinen und unbestimmten Begriffen beruhenden Vergleichen auch nur ein beschränktes Interesse zukommt. Jedenfalls sieht man, wie wenig zugänglich es ist, jede spezifische Vergleichung im Sinne einer psychologischen Analyse zu deuten, und mit welchen Irrtumsgefahren das oben erwähnte methodische Prinzip behaftet ist.

Anders liegen die Dinge selbstverständlich, wenn wir auf Grund einer anderweit abgeleiteten psychologischen oder physiologischen Theorie von bestimmten

Elementen zu reden berechtigt sind und daraufhin der spezifischen Vergleichung den festen Sinn geben können, daß sie die Übereinstimmung dieses Elementes bedeuten solle. Ob dies der Fall ist, ist natürlich jedesmal zu erwägen. Aber es ist nicht statthaft, aus der Möglichkeit einer spezifischen Vergleichung ohne weiteres auf ein ihr zugrunde liegendes psychisches (oder physiologisches) Element zu schließen, vielmehr auch im allgemeinen mit der Möglichkeit zu rechnen, daß sie lediglich auf gewissen nicht analysierbaren Gleichartigkeiten und einer entsprechenden unbestimmten Begriffsbildung beruhen. Es mag nützlich sein, die eben dargelegte Anschauung noch auf ein bestimmtes, viel erörtertes Gebiet anzuwenden, nämlich die Helligkeitsvergleiche verschiedener Farben. Man hat im allgemeinen nicht daran gezweifelt, daß diese eine völlig unzweideutige, nur mit technischen Schwierigkeiten verknüpfte Aufgabe sei, und daß jedenfalls z. B. eine ganz bestimmte Rotempfindung existieren müsse, die einer gegebenen Blauempfindung im strengen Sinne gleich hell zu nennen sei. Meines Erachtens ist auch dies zum mindesten nicht selbstverständlich, vielmehr die Annahme, daß diese Vergleiche der Natur der Sache nach mit einer gewissen Unbestimmtheit behaftet seien, keineswegs abzuweisen. Führt uns eine physiologische oder psychologische Theorie dahin, in allen Empfindungen ein bestimmtes, für den Helligkeitseindruck maßgebendes Element anzunehmen, so können wir auf Grund der Theorie im strengen Sinne nach der Gleichheit oder Ungleichheit jenes Elementes fragen; aber wir können nicht umgekehrt die Existenz eines solchen Elementes aus der Möglichkeit einer Helligkeitsvergleiche folgern.

Wir haben schließlich noch mit einigen Worten auf die Vergleichung übermerklicher Unterschiede zurückzukommen. Auch die Wahrnehmung eines Unterschiedes zwischen zwei Empfindungen ist insoweit ein überall gleichartiger Vorgang, daß wir hier in allgemeinsten Weise von einem Mehr oder Weniger, von großen und kleinen Unterschieden reden können. Aber es braucht sich auch hier keineswegs um wirklich feste Größenbeziehungen zu handeln; vielmehr scheint es möglich (und, wie mich dünkt, machen es die tatsächlichen Erfahrungen auch sehr wahrscheinlich), daß hier die Begriffe des Mehr oder Weniger durch eine ganze Reihe verschiedenartiger Momente beeinflußt und daher ganz vorzugsweise unbestimmt werden. Bei geringen Unterschieden wird offenbar ihre Deutlichkeit, Merkbarkeit, von wesentlicher Bedeutung sein, und man wird daher Unterschiede für gleich erachten, die in etwa gleichem Verhältnis zur Unterschiedsschwelle stehen. Bei größeren, wo dieses Moment zurücktritt, wird in vielen Fällen die durch Taxierungen von objektiver Bedeutung erworbene Gewohnheit, in anderen besondere Momente der Beziehung (wie z. B. die Gleichheit der Intervalle bei Unterschieden der Tonhöhe) mitwirken. Verlangt man von einem Beobachter, daß er die Größe von Empfindungsunterschieden rein als solche, ohne einen Gedanken an objektive Taxierungen und dgl., vergleiche, so werden dem Beobachter selbst in der Regel Zweifel darüber kommen, ob eine solche Aufgabe lösbar ist, und er wird seine Angaben als mit einem erheblichen Maße von Willkür behaftet empfinden.

Man sieht auch hier, daß es zunächst nicht geraten ist, die Erscheinungen durch Aufstellung einer psychophysischen Maßformel aufklären zu wollen; denn es scheint zunächst durchaus fraglich, ob sich die Vergleichungsurteile überhaupt aus bestimmten, den Empfindungen selbst und ihren Unterschieden zuzuschreibenden Größenwerten ableiten lassen, und ob nicht vielmehr ganz andere und verwickeltere Bedingungen dabei in Betracht kommen. Will man also die Ergebnisse solcher Vergleiche zum Gegenstande eines spezielleren Studiums machen, so wird man die Psychologie derselben unter

umfassender Berücksichtigung aller Momente rein empirisch studieren müssen, aber nicht den Ergebnissen dadurch vorgreifen dürfen, daß man die Form einer psychophysischen Maßbestimmung für sie verlangt.

Meines Erachtens sind die Versuche, psychophysische Maßformeln zu gewinnen, zurzeit nicht nur überflüssig, sondern nicht unbedenklich; denn jede solche Formel geht in irgend einer Weise von den Tatsachen der Unterschiedsschwellen und der Vergleichung übermerklicher Unterschiede aus; sie läßt aber niemals klar erkennen, was sie in bezug auf diese der Beobachtung wirklich zugänglichen Tatsachen eigentlich besagt oder bedeutet; daher ist sie denn stets in gewissem Grade geeignet, Erwartungen zu ergeben, die nicht direkt geprüft sind und eventl. mit den Tatsachen in Widerspruch stehen können.

Die gleiche Betrachtung, die wir hier für eine Intensitätsreihe durchgeführt haben, gilt auch für verwickeltere Fälle, so z. B. für das Problem einer den psychischen Größenbeziehungen entsprechenden geometrischen Darstellung der optischen Empfindungen, der Konstruktion eines „psychologischen Farbkörpers“, wie sie jüngst von Meinong versucht worden ist. (Zeitschr. f. Psychologie 33, 1). Von einem spezielleren Eingehen auf diesen Gegenstand muß hier abgesehen werden.
