

www.e-rara.ch

**Die Analyse der Empfindungen und das Verhältniss des Physischen
zum Psychischen**

Mach, Ernst

Jena, 1900

ETH-Bibliothek Zürich

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-139942>

Die Raumempfindungen des Auges.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Die Raumempfindungen des Auges.

1.

Der Baum mit seinem grauen harten rauhen Stamm, den vielen im Winde bewegten Zweigen, mit den glatten, glänzenden weichen Blättern erscheint uns zunächst als ein untrennbares Ganze. Ebenso halten wir die süsse runde gelbe Frucht, das helle warme Feuer mit seinen mannigfaltig bewegten Zungen für ein Ding. Ein Name bezeichnet das Ganze, ein Wort zieht wie an einem Faden alle zusammengehörigen Erinnerungen auf einmal aus der Tiefe der Vergessenheit hervor.

Das Spiegelbild des Baumes, der Frucht, des Feuers ist sichtbar, aber nicht greifbar. Bei abgewendetem Blick oder geschlossenen Augen können wir den Baum tasten, die Frucht schmecken, das Feuer fühlen, aber nicht sehen. So trennt sich das scheinbar einheitliche Ding in Theile, welche nicht nur aneinander, sondern auch an andern Bedingungen haften. Das Sichtbare trennt sich von dem Tastbaren, Schmeckbaren u. s. w.

Auch das bloss Sichtbare erscheint uns zunächst als ein Ding. Wir können aber eine gelbe runde Frucht neben einer gelben sternförmigen Blüthe sehen. Eine zweite Frucht kann ebenso rund sein als die erste, sie ist aber grün oder roth. Zwei Dinge können von gleicher Farbe aber ungleicher Gestalt sein, sie können von verschiedener Farbe und gleicher Gestalt sein. Hierdurch theilen sich die Gesichtsempfindungen in Farbenempfindungen und Raumempfindungen, die wohl von einander unterschieden, wenn auch nicht von einander isoliert dargestellt werden können.

Die Farbenempfindung, auf welche wir hier nicht näher eingehen, ist im Wesentlichen eine Empfindung der günstigen oder ungünstigen chemischen Lebensbedingungen. In der Anpassung an diese möchte sich die Farbenempfindung entwickeln und modificiren¹⁾. Das Licht leitet das organische Leben ein.

1) Vergl. Grant Allen, „Der Farbensinn“, Leipzig 1880. Der Versuch von H. Magnus, eine bedeutende Entwicklung des Farbensinns in historischen Zeiten nachzuweisen, muss wohl als ein nicht glücklicher bezeichnet werden. Gleich nach dem Erscheinen der Schriften von Magnus correspondirte ich mit einem Philologen, Herrn Prof. F. Polle in Dresden über dieses Thema, und wir kamen beide alsbald zur Ueberzeugung, dass die Ansichten von Magnus weder vor einer naturwissenschaftlichen noch vor einer philologischen Kritik Stand halten. Da Jeder dem Andern die Publication der Resultate zuschob, so kam es zu einer Publication nicht. Die Sache ist übrigens einstweilen von E. Krause und eingehend von A. Marty erledigt worden. Ich erlaube mir hier nur kurz folgende Bemerkungen. Aus dem Mangel der Bezeichnung darf man nicht auf das Fehlen der betreffenden Empfindungsqualität schliessen. Die Bezeichnungen sind auch heute noch unscharf, verschwommen, mangelhaft und gering an der Zahl, wo eben das Bedürfniss einer scharfen Sonderung nicht vorhanden ist. Die Farbenbezeichnung des heutigen Landmannes und seine Bezeichnung der Empfindungen überhaupt ist nicht entwickelter als jene der griechischen Dichter. Die Bauern im Marchfelde sagen z. B., wie ich selbst oft gehört habe, dass das Kochsalz „sauer“ sei, weil ihnen der Ausdruck „salzig“ nicht geläufig ist. Die Farbenbezeichnung muss man nicht bei Dichtern, sondern in technischen Schriften suchen. Dann darf man aber nicht, wie es Herr Magnus thut, und wie mein College Benndorf bemerkt hat, etwa die Aufzählung der Vasenpigmente für eine Aufzählung sämtlicher Farben halten. Betrachten wir noch die Polychromie der alten Aegypter und Pompejaner, ziehn wir in Erwägung, dass diese Malereien doch kaum von Farbenblinden herrühren können, bemerken wir, dass etwa 70 Jahre nach Vergil's Tode Pompeji verschüttet wurde, während Vergil noch beinahe farbenblind gewesen sein soll, so ergibt sich hieraus wohl genügend die Unhaltbarkeit der ganzen Anschauung. Noch in einer andern Richtung muss man mit Anwendungen der Darwin'schen Theorie vorsichtig sein. Wir lieben es, uns einen Zustand ohne Farbensinn oder mit geringem Farbensinn einem andern mit hoch entwickeltem Farbensinn vorausgehend zu denken. Es ist eben dem Lernenden natürlich, vom Einfachern zum Zusammengesetzten fortzuschreiten. Die Natur braucht nicht denselben Weg zu gehn. Der Farbensinn ist da, und er ist wohl variabel. Ob er reicher oder ärmer wird? Wer kann das wissen? Ist es nicht möglich, dass mit dem Erwachen der Intelligenz und der Anwendung künstlicher Mittel die ganze Entwicklung sich auf den Verstand wirft, der ja von da an hauptsächlich in Anspruch genommen wird, und dass die Entwicklung der niederen Organe des Menschen in den Hintergrund tritt?

Das grüne Chlorophyll und das (complementär) rothe Hämoglobin spielen in dem chemischen Process des Pflanzenleibes und dem chemischen Gegenprocess des Thierleibes eine hervorragende Rolle. Beide Stoffe treten uns modificirt in dem mannigfaltigsten Farbenkleide entgegen. Die Entdeckung des Sehpurpurs, die Erfahrungen der Photographie und Photochemie lassen auch die Sehvorgänge als chemische Vorgänge auffassen. Die Rolle, welche die Farbe in der analytischen Chemie, bei der Spectralanalyse, in der Krystallphysik spielt, ist bekannt. Sie legt den Gedanken nahe, die sogenannten Lichtschwingungen nicht als mechanische, sondern als chemische Schwingungen aufzufassen, als eine wechselnde Verbindung und Trennung, als einen oscillatorischen Process von der Art, wie er bei photochemischen Vorgängen nur in einer Richtung eingeleitet wird. — Diese Anschauung, welche durch die neueren Untersuchungen über anomale Dispersion wesentlich unterstützt wird, kommt der electromagnetischen Lichttheorie entgegen. Auch von dem electrischen Strom gibt ja die Chemie die fassbarste Vorstellung im Falle der Electrolyse, wenn sie beide Bestandtheile des Electrolyten als im entgegengesetzten Sinne durcheinander hindurchwandernd ansieht. So dürften also in einer künftigen Farbenlehre viele biologisch-psychologische und chemisch-physikalische Fäden zusammenlaufen.

3.

Die Anpassung an die chemischen Lebensbedingungen, welche sich durch die Farbe kundgeben, erfordert Locomotion in viel ausgiebigerem Masse, als die Anpassung an jene, die durch Geschmack und Geruch sich äussern. Wenigstens beim Menschen, über den allein wir ein directes und sicheres Urtheil haben, und um den es sich hier handelt, ist es so. Die enge Verknüpfung (eines mechanischen Momentes) der Raumpfindung mit (einem chemischen Moment) der Farbenempfindung wird hierdurch verständlich. Auf die Analyse der optischen Raumpfindungen wollen wir nun zunächst eingehen.

4.

Wenn wir zwei gleiche verschiedenfarbige Gestalten, z. B. zwei gleiche verschiedenfarbige Buchstaben, betrachten, so erkennen wir die gleiche Form trotz der Verschiedenheit der Farbenempfindung auf den ersten Blick. Die Gesichtswahrnehmungen müssen also gleiche Empfindungsbestandtheile enthalten.

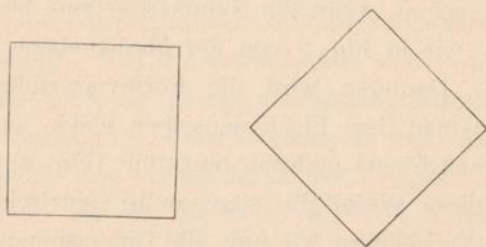


Figur 2.

Diese sind eben die (in beiden Fällen gleichen) Raumempfindungen.

5.

Wir wollen nun untersuchen, welcher Art die Raumempfindungen sind, welche physiologisch das Wiedererkennen einer Gestalt bedingen. Zunächst ist klar, dass dieses Wiedererkennen nicht durch geometrische Ueberlegungen herbeigeführt wird, welche nicht Empfindungs-, sondern Verstandessache sind. Vielmehr dienen die betreffenden Raumempfindungen aller Geometrie zum Ausgangspunkt und zur Grundlage. Zwei Gestalten können geometrisch congruent, physiologisch aber ganz ver-



Figur 3.

schieden sein, wie dies die beiden obenstehenden Quadrate veranschaulichen, welche ohne mechanische und intellectuelle Operationen niemals als gleich erkannt werden können¹⁾. Um uns die hierher gehörigen Verhältnisse geläufig zu machen, stellen wir einige recht einfache Versuche an. Wir betrachten einen ganz beliebigen Fleck (Fig. 4). Stellen wir denselben Fleck zweimal oder mehrmal in gleicher



Figur 4.

1) Vergl. meine kleine Abhandlung „Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln“. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 43, Jahrg. 1861, S. 215.

Orientirung in eine Reihe, so bedingt dies einen eigenthümlichen angenehmen Eindruck, und wir erkennen ohne Schwierigkeit auf



Figur 5.



Figur 6.



Figur 7.

den ersten Blick die Gleichheit aller Gestalten (Fig. 5). Die Formgleichheit wird aber ohne intellectuelle Mittel nicht mehr erkannt, wenn wir den einen Fleck gegen den andern genügend verdrehen (Fig. 6). Eine auffallende Verwandtschaft beider Formen wird dafür bemerklich, wenn man dem Fleck einen zweiten in Bezug auf die Medianebene des Beobachters symmetrischen hinzufügt (Fig. 7). Nur durch Drehung der Figur oder durch intellectuelle Operationen erkennt man aber die Formverwandtschaft, wenn die Symmetrieebene bedeutend, z. B. wie in Fig. 8 von der Medianebene des Beobachters abweicht. Dagegen wird die Formverwandtschaft wieder merklich, wenn man dem Fleck denselben Fleck, um 180° in der eigenen Ebene gedreht, hinzufügt (Fig. 9). Es entsteht auf diese Weise die sogenannte centrische Symmetrie.



Figur 8.



Figur 9.

Verkleinern wir nun alle Dimensionen des Fleckes in demselben Verhältniss, so erhalten wir einen geometrisch ähnlichen Fleck. Allein so wenig das geometrisch Congruente auch schon physiologisch (optisch) congruent, das geometrisch Symmetrische optisch symmetrisch ist, so wenig ist das geometrisch Aehnliche auch schon optisch ähnlich. Wenn der geometrisch ähnliche Fleck neben den andern in gleicher Orientirung gesetzt wird, so erscheinen beide auch optisch ähnlich (Fig. 10). Eine Verdrehung des einen Fleckes hebt diese Aehnlichkeit wieder auf

(Fig. 11). Setzt man statt des einen Fleckes den in Bezug auf die Medianebene des Beobachters symmetrischen, so entsteht eine symmetrische Aehnlichkeit, welche auch einen optischen Werth hat (Fig. 12). Auch die Drehung der einen Figur um 180° in ihrer Ebene, wobei die centrisch-symmetrische Aehnlichkeit entsteht, hat noch einen physiologisch-optischen Werth (Fig. 13).



Figur 10.



Figur 11.



Figur 12.



Figur 13.

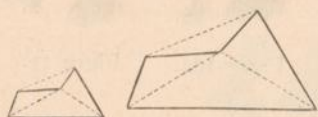
6.

Worin besteht nun das Wesen der optischen Aehnlichkeit gegenüber der geometrischen Aehnlichkeit? In geometrisch ähnlichen Gebilden sind alle homologen Entfernungen proportionirt. Das ist aber Verstandessache und nicht Sache der Empfindung. Wenn wir einem Dreiecke mit den Seiten a, b, c ein anderes mit den Seiten $2a, 2b, 2c$ gegenüberstellen, so erkennen wir diese einfache Beziehung nicht unmittelbar, sondern intellectuell durch Abmessung. Soll die Aehnlichkeit auch optisch hervortreten, so muss noch die richtige Orientirung hinzukommen. Dass eine einfache Beziehung zweier Objecte für den Verstand nicht nothwendig auch eine Aehnlichkeit der Empfindung bedingt, sehen wir, wenn wir die Dreiecke mit den Seiten a, b, c und $a + m, b + m, c + m$ vergleichen. Beide Dreiecke sehen einander keineswegs ähnlich. Ebenso sehen nicht alle Kegelschnitte einander ähnlich, obgleich alle in einer einfachen geometrischen Verwandtschaft stehen; noch weniger zeigen die Curven dritter Ordnung unter einander eine optische Aehnlichkeit u. s. w.

7.

Die geometrische Aehnlichkeit zweier Gebilde ist bestimmt dadurch, dass alle homologen Entfernungen proportionirt, oder dadurch, dass alle homologen Winkel gleich sind. Optisch ähnlich werden die Gebilde erst, wenn sie auch ähnlich liegen,

wenn also alle homologen Richtungen parallel, oder wie wir vorziehen wollen zu sagen, gleich sind (Fig. 14). Die



Figur 14.

Wichtigkeit der Richtung für die Empfindung geht schon aus der aufmerksamen Betrachtung der Figur 3 hervor. Die Gleichheit der Richtungen ist es also, wodurch die

gleichen Raumempfindungen bedingt sind, welche die physiologisch-optische Aehnlichkeit der Gestalten characterisiren¹⁾.

Die physiologische Bedeutung der Richtung einer betrachteten Geraden oder eines Curvenelementes können wir uns noch durch folgende Betrachtung vermitteln. Es sei $y = f(x)$ die Gleichung einer ebenen Curve. Durch den blossen Anblick können wir den Verlauf der Werthe von $\frac{dy}{dx}$ an der Curve absehen, denn dieselben sind durch deren Steigung bestimmt, und auch über die Werthe von $\frac{d^2y}{dx^2}$ gibt das Auge qualitativen Aufschluss, denn sie sind durch die Krümmung der Curve characterisirt. Es liegt die Frage nahe, warum man über die Werthe von $\frac{d^3y}{dx^3}$, $\frac{d^4y}{dx^4}$ u. s. w. nicht ebenso unmittelbar etwas aussagen kann? Die Antwort ist einfach. Man sieht natürlich nicht die Differentialquotienten, welche Verstandessache sind, sondern man sieht die Richtung der Curvenelemente und die Abweichung der Richtung eines Elementes von jener eines andern.

1) Vor etwa 35 Jahren brachte ich in einer Gesellschaft von Physikern und Physiologen die Frage zur Sprache, woran es liege, dass geometrisch ähnliche Gebilde auch optisch ähnlich seien. Ich weiss mich ganz wohl zu erinnern, dass man diese Frage nicht nur überflüssig, sondern sogar auch komisch fand. Nichtsdestoweniger bin ich heute noch so wie damals überzeugt, dass diese Frage das ganze Problem des Gestaltensehens einschliesst. Dass ein Problem nicht gelöst werden kann, welches gar nicht als solches anerkannt wird, ist klar. In dieser Nichtanerkennung spricht sich aber meines Erachtens jene einseitig mathematisch-physikalische Gedankenrichtung aus, durch die es allein erklärlich wird, dass man z. B. den Hering'schen Ausführungen so vielfach, und so lange, Opposition statt freudiger Zustimmung entgegengebracht hat.

Da man nun die Aehnlichkeit ähnlich liegender Gebilde unmittelbar erkennt, und auch den Specialfall der Congruenz von einem andern ohne weiters zu unterscheiden vermag, so geben uns also unsere Raumempfindungen Aufschluss über Gleichheit oder Ungleichheit der Richtungen und über Gleichheit oder Ungleichheit der Abmessungen.

8.

Dass die Raumempfindungen mit dem motorischen Apparat der Augen irgendwie zusammenhängen, hat von vornherein eine hohe Wahrscheinlichkeit. Ohne noch auf die Einzelheiten näher einzugehen, bemerken wir zunächst, dass der ganze Augenapparat, und insbesondere der motorische Apparat, in Bezug auf die Medianebene des Kopfes symmetrisch ist. Dementsprechend werden auch die symmetrischen Blickbewegungen gleiche, oder doch fast gleiche Raumempfindungen bedingen. Kinder verwechseln fortwährend die Buchstaben *b* und *d*, *p* und *q*. Auch Erwachsene merken eine Umkehrung von rechts nach links nicht leicht, wenn nicht besondere sinnliche oder intellectuelle Anhaltspunkte dieselbe bemerklich machen. Der motorische Apparat der Augen ist von sehr vollkommener Symmetrie. Für sich allein würde die gleiche Erregung seiner symmetrischen Organe die Unterscheidung von rechts und links kaum ermöglichen. Allein der ganze Menschleib, und insbesondere das Hirn, ist mit einer geringen Asymmetrie behaftet, welche z. B. dazu führt, die eine (gewöhnlich die rechte) Hand bei motorischen Functionen zu bevorzugen. Dies führt wieder zu einer weiteren und bessern Entwicklung der rechtsseitigen motorischen Functionen und zu einer Modification der zugehörigen Empfindungen. Haben sich einmal beim Schreiben die Raumempfindungen des Auges mit den motorischen Empfindungen der rechten Hand verknüpft, so tritt eine Verwechslung jener vertical-symmetrischen Gestalten, auf welche sich die Schreibefertigkeit und Schreibegewohnheit erstreckt, nicht mehr ein. Diese Verknüpfung kann sogar so stark werden, dass die Erinnerungen nur in den gewohnten Bahnen ablaufen, und dass

man z. B. Spiegelschrift nur mit der grössten Schwierigkeit liest. Die Verwechslung von rechts und links kommt aber immer noch vor in Bezug auf Gestalten, die ein rein optisches (z. B. ornamentales), kein motorisches Interesse haben. Eine merkliche Differenz zwischen rechts und links müssen übrigens auch die Thiere empfinden, da sie in vielen wichtigen Fällen sich nur hierdurch orientiren können. Wie ähnlich übrigens die Empfindungen sind, welche an symmetrische motorische Functionen geknüpft sind, darüber kann sich der aufmerksame Beobachter leicht belehren. Wenn ich z. B., weil meine rechte Hand zufällig beschäftigt ist, mit der linken Hand eine Mikrometerschraube oder einen Schlüssel anfasse, so drehe ich (ohne vorausgegangene Ueberlegung) sicherlich verkehrt, d. h. ich führe die symmetrische Bewegung zu der gewohnten aus, indem ich beide wegen der Aehnlichkeit der Empfindung verwechsle. Die Beobachtungen von Heidenhain über die Spiegelschrift halbseitig Hypnotisirter gehören auch hierher.

9.

Der Gedanke, dass die Unterscheidung von rechts und links auf einer Asymmetrie, und in letzter Linie möglicher Weise auf einer chemischen Verschiedenheit beruhe, verfolgt mich seit meiner Jugend; ich habe denselben schon bei Gelegenheit meiner ersten Vorlesungen ausgesprochen (1861). Seither hat sich derselbe wiederholt hervorgedrängt. Von einem alten Officier erfuhr ich gelegentlich, dass Truppen in dunkler Nacht, im Schneegestöber, wenn äussere Anhaltspunkte fehlen, in der Meinung, geradlinig in einer Richtung zu marschiren, sich annähernd in einem Kreise von grossem Radius bewegen, so dass sie fast auf den Ausgangsort zurückkommen. In Tolstoi's Erzählung „Herr und Diener“ wird von einer analogen Erscheinung berichtet. Diese Phänomene sind wohl nur durch eine geringe motorische Asymmetrie verständlich. Sie sind analog dem Rollen eines vom Cylinder wenig abweichenden Kegels in einem Kreis von grossem

Radius. In der That hat F. O. Guldberg¹⁾, der über die hieher gehörigen Erscheinungen an verirrtten Menschen und Thieren eingehende Untersuchungen angestellt hat, die Sache so aufgefasst. Desorientirte Menschen und Thiere bewegen sich ausnahmslos nahezu in Kreisen, deren Radien nach der Species variiren, während der Mittelpunkt, je nach dem Individuum und der Species, bald auf der rechten, bald auf der linken Seite der Kreisbahn durchlaufenden Individuums liegt. Guldberg sieht hierin auch eine teleologische Einrichtung zum Wiederfinden der pflegebedürftigen Jungen. Versuche an niederen Thieren, bei welchen letzteres Moment wegfällt, wären daher von Interesse.

Auch Loeb's²⁾ Untersuchungen „Ueber den Fühlraum der Hand“ haben nebst andern Ergebnissen gelehrt, dass eine gegebene Bewegung der rechten Hand (bei verbundenen Augen) mit der linken nachgeahmt, je nach dem Individuum, constant vergrössert oder verkleinert wiedergegeben wird. Loeb glaubt aus Regenerationerscheinungen schliessen zu dürfen, dass der Unterschied zwischen rechts und links ein specifischer ist. Ich kann aber versichern, dass ich denselben ebenfalls nicht als einen bloss geometrischen und quantitativ motorischen aufgefasst habe.

10.

Mit dem Blick nach oben und dem Blick nach unten sind grundverschiedene Raumempfindungen verbunden, wie dies die gewöhnlichste Erfahrung lehrt. Das ist auch verständlich, weil der motorische Augenapparat in Bezug auf eine horizontale Ebene unsymmetrisch ist. Die Richtung der Schwere ist auch für den übrigen motorischen Apparat viel zu massgebend und wichtig, so dass dieser Umstand auch in dem Apparat des Auges, welcher dem übrigen dient, wohl seinen Ausdruck finden muss. Dass die

1) F. O. Guldberg, Die Circularbewegung. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 25, 1897, S. 419. — Herr Dr. W. Pauli hat mich im Gespräche auf diese Arbeit aufmerksam gemacht.

2) Loeb, Ueber den Fühlraum der Hand. Pflüger's Archiv, Bd. 41 u. 46.

Symmetrie einer Landschaft und ihrer Spiegelbilder im Wasser gar nicht empfunden wird, ist bekannt. Das von oben nach unten umgekehrte Portrait einer bekannten Persönlichkeit ist fremd und räthselhaft für jeden, der nicht durch intellectuelle Anhaltspunkte sie erkennt. Wenn man sich hinter den Kopf einer auf einem Ruhebette liegenden Person stellt, und ohne Speculation sich dem Eindrucke des Gesichtes ganz hingibt (namentlich wenn die Person spricht), so ist derselbe ein durchaus fremdartiger. Die Buchstaben *b* und *p*, ferner *d* und *q* werden auch von Kindern nicht verwechselt.

Unsere bisherigen Bemerkungen über Symmetrie, Aehnlichkeit u. s. w. gelten natürlich nicht nur für ebene, sondern auch für räumliche Gebilde. Dementsprechend haben wir noch über die Raumempfindung der Tiefe eine Bemerkung hinzuzufügen. Der Blick in die Ferne und der Blick in die Nähe bedingt verschiedene Empfindungen. Sie dürfen auch nicht verwechselt werden, weil der Unterschied von nah und fern für Mensch und Thier zu wichtig ist. Sie können nicht verwechselt werden, weil der motorische Apparat der Augen unsymmetrisch ist in Bezug auf eine Ebene, welche auf der Richtung vorn-hinten senkrecht steht. Die Erfahrung, dass die Büste einer bekannten Persönlichkeit nicht durch die Matrize dieser Büste ersetzt werden kann, ist ganz analog den Beobachtungen bei Umkehrungen von oben nach unten.

II.

Wenn gleiche Abmessungen und gleiche Richtungen gleiche Raumempfindungen, zur Medianebeane des Kopfes symmetrische Richtungen ähnliche Raumempfindungen auslösen, so werden hierdurch die oben berührten Thatsachen sehr verständlich. Die Gerade hat in allen Elementen dieselbe Richtung, und löst überall einerlei Raumempfindungen aus. Darin liegt ihr ästhetischer Vorzug. Ausserdem treten noch Gerade, welche in der Medianebeane liegen oder zu derselben senkrecht stehen, in eigenthümlicher Weise hervor, indem sie sich bei dieser

Symmetrielage zu beiden Hälften des Sehapparates gleich verhalten. Jede andere Stellung der Geraden wird als eine „Schiefstellung“ empfunden, als eine Abweichung von der Symmetriestellung.

Die Wiederholung desselben Raumgebildes in gleicher Orientirung bedingt Wiederholung derselben Raumempfindungen. Alle Verbindungslinien homologer ausgezeichneter (auffallender) Punkte haben die gleiche Richtung, und lösen dieselbe Empfindung aus. Auch bei Nebeneinanderstellung bloss geometrisch ähnlicher Gebilde in gleicher Orientirung bleibt dies Verhältniss bestehen. Nur die Gleichheit der Abmessungen geht verloren. Bei Störung der Orientirung ist aber auch dies Verhältniss und hiermit der einheitliche (ästhetische) Eindruck gestört.

Bei einem in Bezug auf die Medianebene symmetrischen Gebilde treten an die Stelle der gleichen Raumempfindungen die ähnlichen, welche den symmetrischen Richtungen entsprechen. Die rechte Hälfte des Gebildes steht zur rechten Hälfte des Sehapparates in demselben Verhältniss, wie die linke Hälfte des Gebildes zur linken Hälfte des Sehapparates. Lässt man die Gleichheit der Abmessungen fallen, so wird noch die symmetrische Aehnlichkeit empfunden. Schiefstellung der Symmetrieebene stört das ganze Verhältniss.

Stellt man neben ein Gebilde dasselbe Gebilde, aber um 180^0 gedreht, so entsteht die centrische Symmetrie. Verbindet man nämlich zwei Paare homologer Punkte, so schneiden sich die Verbindungslinien in einem Punkte O , durch welchen als Halbirungspunkt alle Verbindungslinien homologer Punkte hindurchgehen. Auch im Falle der centrischen Symmetrie sind alle homologen Verbindungslinien gleich gerichtet, was angenehm empfunden wird. Geht die Gleichheit der Abmessungen verloren, so bleibt noch die centrisch symmetrische Aehnlichkeit für die Empfindung übrig.

Die Regelmässigkeit scheint der Symmetrie gegenüber keinen eigenthümlichen physiologischen Werth zu haben. Der Werth der Regelmässigkeit dürfte vielmehr nur in der viel-

fachen Symmetrie liegen, welche nicht bloss bei einer Stellung merklich wird.

12.

Die Richtigkeit der gegebenen Ausführungen wird sehr fühlbar, wenn man das Werk von Owen Jones (*Grammar of Ornament*, London 1865) durchblättert. Fast auf jeder Tafel wird man die verschiedenen Arten der Symmetrie als Belege für die gewonnenen Anschauungen wiederfinden. Die Ornamentik, welche, wie die reine Instrumentalmusik, keinen Nebenzweck verfolgt, sondern nur dem Vergnügen an der Form (und Farbe) dient, liefert am besten die Thatsachen für die vorliegenden Studien. Die Schrift wird durch andere Rücksichten als jene der Schönheit beherrscht. Gleichwohl findet man z. B. unter den 24 grossen lateinischen Buchstaben 10 vertical symmetrische (A, H, I, M, O, T, V, W, X, Y), fünf horizontal symmetrische (B, C, D, E, K), drei centrisch symmetrische (N, S, Z) und nur sechs unsymmetrische (F, G, L, P, Q, R).

Das Studium der Entwicklung der primitiven Kunst ist für die uns beschäftigenden Fragen sehr lehrreich. Der Character dieser Kunst ist bestimmt: durch die Naturobjecte, welche sich der Nachahmung darbieten, durch den Grad der mechanischen Geschicklichkeit, und endlich durch das Streben, die Wiederholung in ihren verschiedenen Formen zur Anwendung zu bringen¹⁾.

13.

Die ästhetische Bedeutung der hier besprochenen Thatsachen habe ich schon in älteren Schriften kurz dargelegt. Ausführlich darüber zu handeln, lag nicht in meinem Plan. Ich kann jedoch nicht unerwähnt lassen, dass der verstorbene Physiker J. L. Soret²⁾ in Genf in einem schönen 1892 erschienenen Buch dies

1) Alfred C. Haddon, *Evolution in art.: as illustrated by the life-histories of designs*. London 1895.

2) J. L. Soret, *Sur les conditions physiques de la perception du beau*. Genève 1892.

gethan hat, als dessen Vorläufer ein 1886 von ihm auf der schweizer Naturforscherversammlung gehaltener Vortrag anzusehen ist. Soret knüpft an Helmholtz an, ohne wie es scheint, meine Ausführungen zu kennen. Die physiologische Seite der Frage wird von ihm nicht weiter erörtert, dagegen sind die Ausführungen über Aesthetik sehr reich und durch ansprechende Beispiele belegt. Soret betrachtet die ästhetische Wirkung der Symmetrie, der Wiederholung, der Aehnlichkeit und der Continuität, welche letztere er als einen Fall der Wiederholung ansieht. Kleinere Abweichungen von der Symmetrie können nach seiner Auffassung durch die eingeführte Mannigfaltigkeit und das hiemit verbundene intellectuelle ästhetische Vergnügen für den Ausfall des sinnlichen Vergnügens reichlich entschädigen. Dies wird an Ornamenten und den Sculpturen gothischer Dome erläutert. Dieses intellectuelle Vergnügen wird auch durch die virtuelle (potentielle) Symmetrie ausgelöst, welche man an unsymmetrischen Stellungen der symmetrischen menschlichen Figur, oder anderer Gebilde, wahrnimmt. Diese Betrachtungen wendet er übrigens nicht bloss auf optische Fälle an, sondern dehnt sie auf alle Gebiete aus, wie ich es ebenfalls gethan habe. Er berücksichtigt den Rhythmus, die Musik, die Bewegungen, den Tanz, die Naturschönheiten und sogar die Litteratur. Von besonderem Interesse sind Soret's Beobachtungen über Blinde, zu welchen ihm das Asyl von Lausanne Gelegenheit bot. Blinde erfreuen sich der periodischen Wiederholung derselben Formen an tastbaren Gegenständen, haben einen entschiedenen Sinn für Symmetrie der Formen. Auffallende Störungen derselben sind ihnen unangenehm und erscheinen ihnen zuweilen komisch. Ein Blinder, welcher seine Studien an einer grossen Reliefkarte von Europa gemacht hatte, erkannte diesen Erdtheil vermöge der geometrischen Aehnlichkeit, als er denselben in verkleinertem Massstab als Theil einer grösseren Reliefkarte fand. Das symmetrische Tastorgan, die beiden Arme und Hände, sind ja analog angelegt, wie das Sehorgan. Die Uebereinstimmung darf uns also nicht wundern. Dieselbe hat schon auf die antiken Forscher, nicht minder auf die modernen (Descartes) gewirkt, und

auch manche nicht eben glückliche Ideen erzeugt, die zum Theil noch fortwirken. Weniger gelungen scheint das Kapitel über Litteratur in dem Soret'schen Buche. An Metrum, Reim u. s. w. zeigen sich ja ähnliche Erscheinungen wie in den vorher behandelten Gebieten. Wenn aber Soret z. B. die Wirkung der sechsmal wiederkehrenden Phrase: „Que diable allait il faire sur cette galère“ in dem bekannten Molière'schen Stück ¹⁾ mit der Wiederholung eines ornamentalen Motivs in Parallele setzt, so wird er wohl wenig Zustimmung finden. Die Wiederholung wirkt hier gewiss nicht als solche, sondern durch successive Steigerung eines komischen Gegensatzes, nur intellectuell.

14.

Es sei hier nochmals hervorgehoben, dass geometrische und physiologische Eigenschaften eines Raumgebildes scharf zu scheiden sind. Die physiologischen Eigenschaften sind durch geometrische mitbestimmt, aber nicht allein durch diese bestimmt. Dagegen haben physiologische Eigenschaften höchst wahrscheinlich die erste Anregung zu geometrischen Untersuchungen gegeben. Die Gerade ist wohl nicht durch ihre Eigenschaft die Kürzeste zwischen zwei Punkten zu sein, sondern durch ihre physiologische Einfachheit aufgefallen. Auch die Ebene hat, neben ihren geometrischen Eigenschaften, einen besondern physiologisch-optischen (ästhetischen) Werth, durch welchen sie auffällt, wie dies noch ausgeführt werden soll. Die Theilung der Ebene und des Raumes nach rechten Winkeln hat nicht nur den Vorzug der gleichen Theile, welche hierbei entstehen, sondern auch noch einen besondern Symmetriewerth. Der Umstand, dass congruente und ähnliche geometrische Gebilde in eine Orientirung gebracht werden können, in welcher ihre Verwandtschaft physiologisch auffällt, hat ohne Zweifel bewirkt, dass diese Arten der geometrischen Verwandtschaft früher untersucht worden sind, als minder auffällige, wie Affinität, Collineation und andere. Ohne

1) Les fourberies de Scapin.

Zusammenwirken der sinnlichen Anschauung und des Verstandes ist eine wissenschaftliche Geometrie nicht denkbar. H. Hankel hat aber in seiner „Geschichte der Mathematik“ (Leipzig 1874) sehr schön ausgeführt, dass in der griechischen Geometrie das Verstandesmoment, in der indischen hingegen das sinnliche Moment bedeutend überwiegt. Die Inder verwenden das Princip der Symmetrie und der Aehnlichkeit (a. a. O. S. 206) in einer Allgemeinheit, welche den Griechen vollkommen fremd ist. Der Vorschlag Hankel's, die Schärfe der griechischen Methode mit der Anschaulichkeit der indischen zu einer neuen Darstellungsweise zu verbinden, ist sehr beherzigenswerth. Man brauchte übrigens hierin nur den Anregungen von Newton und Joh. Bernoulli zu folgen, welche das Princip der Aehnlichkeit selbst in der Mechanik in noch allgemeinerer Weise verwendet haben. Welche Vortheile auf dem letzteren Gebiete das Princip der Symmetrie bietet, habe ich an einem andern Orte vielfach ausgeführt¹⁾.

1) Weniger vollständige Ausführungen der Hauptgedanken dieses Kapitels habe ich gegeben in der citirten Abhandlung „Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln“ (1861), ferner in Fichte's Zeitschrift für Philosophie, Bd. 46, Jahrg. 1865, S. 5 und „Gestalten der Flüssigkeit. Die Symmetrie“, Prag 1872. (Die zwei letzten Artikel sind abgedruckt in den „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen“, Leipzig, 2. Aufl., 1897.) In Bezug auf die Verwerthung des Principes der Symmetrie in der Mechanik vergl. meine Schrift: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung“. Leipzig, Brockhaus, 1883, 3. Aufl. 1897.

