Die physischen Gestalten
in Ruhe und im stationären Zustand

Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand

Eine naturphilosophische Untersuchung

Von

Wolfgang Köhler

Mit fünf Abbildungen

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

1920

ISBN 978-3-663-00291-8

ISBN 978-3-663-02204-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-02204-6

Alle Rechte,
namentlich das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright, 1920, by Friedr. Vieweg & Sohn,
Braunschweig, Germany.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1920

Carl Stumpf

gewidmet

Vorwort.

Den ersten Anlaß zu dieser Untersuchung gaben Beobachtungen über das Verhalten von Wirbeltieren gegenüber ihrer Umgebung (3. und 4. Schrift der Anthropoidenstation auf Teneriffa, Berichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1917 und 1918). Da aber die Fragestellung, zu welcher ich so geführt wurde, einen ganz allgemeinen Sinn hat, so verlor die besondere und etwas zufällige Anregung von der Tierpsychologie her im Verlauf des Gedankenfortschrittes an Bedeutung, und aus der Darstellung des Ergebnisses ist sie, ich glaube mit Recht, getilgt worden.

Wo die Untersuchung physikalische Gegenstände betrifft, habe ich überall vor der naturphilosophischen Betrachtung kurz an die elementaren physikalischen Theoreme erinnert. — Denk- und Sprechart der höheren Mathematik mußten in Einzelnachweisen hier und da angewandt werden, doch dürften auch Leser, denen diese Methoden fremd sind, ein einigermaßen ausreichendes Gesamtbild des Gemeinten erhalten.

Ich bedaure sehr, daß die Gedanken anderer über das untersuchte Gebiet weit weniger Erwähnung finden, als angemessen wäre. In den letzten Jahren ist viel geistige Arbeit auf das Gestaltproblem verwandt worden; aber nur einzelne Schriften ähnlicher Grundrichtung konnte ich anführen und berücksichtigen, da die übrigen mir nicht zugänglich waren.

Der Preußischen Akademie der Wissenschaften, welche diese Forschungen ermöglicht und überdies einen Beitrag zur Bestreitung der Druckkosten bewilligt hat, spreche ich aufrichtigen Dank aus.

Teneriffa, im Mai 1919.

Wolfgang Köhler.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	VII
Inhaltsübersicht	VIII
Einleitung für Philosophen und Biologen	IX
Einleitung für Physiker	XVI

Abschnitt I. Ableitung eines ersten physischen Gestaltfaktors.

Erstes Kapitel. Die charakteristische Eigenschaft stationär erregter somatischer Felder	1
Zweites Kapitel. Das elektrische Verhalten inhomogen erregter Felder	14
Drittes Kapitel. Der erste physische Gestaltfaktor	28

Abschnitt II. Die elektrostatischen Strukturen.

Erstes Kapitel. „Undverbindungen“ und „Physikalische Systeme“	41
Zweites Kapitel. Die Ladungsstrukturen	54
Drittes Kapitel. Die Feldstrukturen	70
Viertes Kapitel. Verifikation an der experimentellen Methodik	79
Fünftes Kapitel. Verifikation an der theoretischen Methodik	85

Abschnitt III. Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand.

Erstes Kapitel. Die starken Gestalten	114
Zweites Kapitel. Die schwachen Gestalten	126
Drittes Kapitel. Die stationären elektrischen Ströme	133
Viertes Kapitel. Übersicht	153

Abschnitt IV. Erste Anwendung auf psychophysische Gestalten.

Erstes Kapitel. „Denn was innen, das ist außen“	173
Zweites Kapitel. Zur Physik der optischen Gestalten	195
Drittes Kapitel. Das Webersche Gesetz.	211
Viertes Kapitel. Die Bedingungen psychophysischer Raumstruktur	227
Fünftes Kapitel. Die Richtung auf Prägnanz der Struktur	248

Einleitung für Philosophen und Biologen¹⁾.

„Gestalten“ nennt man nach v. Ehrenfels diejenigen psychischen Zustände und Vorgänge, deren charakteristische Eigenschaften und Wirkungen aus artgleichen Eigenschaften und Wirkungen ihrer sogenannten Teile nicht zusammensetzbar sind. So findet man Raumgestalten, die den Namen für alle hergaben, elementarerer visuellen Gebilden, so Melodien Tönen, und intellektuelle Verbände ihrem Material an spezifischen Eigenschaften weit überlegen. Denn wenn vorausgesetzt wird, daß örtliche Farbempfindungen, daß einzelne Tonempfindungen und daß Bedeutungen einzelner Worte als „Teile“ der Raumgestalten, der Melodien und der Gedanken anzusehen sind, dann enthalten der bestimmte Eindruck einer gesehenen Figur, der spezifische Charakter irgendeines musikalischen Motivs und der Sinn eines verständigen Satzes sicherlich mehr als die Summe der betreffenden Farbenpunkte, Tonempfindungen und Wortbedeutungen. Dieselbe Raumgestalt kann in anderen Farben und an anderen Orten des Gesichtsfeldes, dasselbe musikalische Motiv in anderen Tonhöhen vorgeführt werden; also machen solche „absoluten Elemente“ die spezifische Natur der Gesamtgebilde nicht aus; hält man sich den Sinn eines Satzes im ganzen vor, danach die Bedeutungen seiner einzelnen Worte in Isolierung, so wird im zweiten Fall eben der Bedeutungszusammenhang vermißt, welchen wir als Sinn des Satzes bezeichnen. — Solche Gebilde, die als ganze spezifische Eigenschaften haben und deshalb mit gutem Recht als Einheiten aufzufassen sind, meinen wir also mit dem Namen „Gestalten“. Der Begriff ist jung und seine Definition dementsprechend noch reichlich unbestimmt, aber seine wissenschaftliche Fruchtbarkeit scheint trotzdem schon heute wesentlich größer als die der meisten Momente, die man früher für fundamental im psychischen Leben gehalten hatte. Alle diejenigen Forschungen, welche gegenwärtig von den verschiedensten Seiten her und auf den verschiedensten Einzel-

¹⁾ Es war nicht möglich, die Fragestellung dieser Schrift in einem Gedankengang zu entwickeln, der zugleich für Philosophen, Biologen und Physiker gepaßt hätte. Die Voraussetzungen sind in den einzelnen Wissenschaften gar zu verschieden. So mußte ich mich entschließen, einer Einführung für Philosophen und Biologen eine zweite für Physiker folgen zu lassen (vgl. unten S. XVI).

gebieten immer auf diesen Zentralbegriff hinführen, müssen zur Folge haben, daß die charakteristischen Züge der Gestalten allmählich klarer hervortreten; und so kann rein vorwärts gerichtete psychologische Untersuchung den merkwürdigen Typus, der sich überall in den Erscheinungen andeutet, zu einem Gegenstand von scharf bestimmten Eigenschaften, wohlbekannten Gesetzen und verständlich abgegrenzten Untergattungen machen.

Wäre Psychologie die erste Erfahrungswissenschaft, die der Mensch gewinnen möchte, und sein Denken frei von sonst ausgebildeten Grundvorstellungen, so müßten wir diesen Weg des unbekümmerten Vorwärtsschreitens durch weitere Empirie als den vorläufig einzigen ansehen, auf dem das neue Denkgebilde zu größerer Konkretheit fortentwickelt werden könnte. Da dies nicht der Fall ist, da vielmehr andere Erfahrungswissenschaften vor der Psychologie einen Entwicklungsvorsprung von Jahrhunderten haben, und wir allein deshalb schon in jedem Augenblick mit Kategorien weit größeren Alters denken, so eröffnet sich ein zweiter Weg, den Gestaltbegriff zu festigen. Dieser Weg ist rückwärts gerichtet: Wenn etwas von den Zügen der neuen psychologischen Grundvorstellung doch schon unter älteren Denkgegenständen vorkommen sollte, so wollen wir es suchen, und falls wir es finden, die Verbindung vom einen Gebiet zum anderen herstellen. Gibt es dergleichen nicht, dann erst bleiben wir ganz auf den empirischen Weg nach vorwärts angewiesen und müssen uns zugleich mit der unbefriedigenden Idee vertraut machen, daß das Erfahrbare kein durchweg in sich geschlossenes System bildet, daß an dieser Stelle ein Sprung klafft und der fundamentalen psychologischen Kategorie ihr Verwandtes in älterem Denken nirgends entspricht.

Eine weit verbreitete Vorstellungsweise besagt, daß in der Tat dieser Weg nach rückwärts nicht gangbar ist. Die einen, wohl aus philosophischen Voraussetzungen geneigt, dem Seelenleben Gesetze nach Möglichkeit *sui generis* zuzuschreiben, weisen auf Gestalten hin und sagen: Seht, wie die produktive Kraft der Seele Gebilde gänzlich neuer Art schafft, denen aus keinem Gebiet der sonst so mechanischen Natur etwas Ähnliches an die Seite zu stellen wäre. Die anderen, gründlich überzeugt, daß in sich einstimmige Vernunft das System älterer Denkgegenstände aufgebaut hat, verlangen, daß sich neuere Vorstellungen den gewohnten angliedern oder unterordnen, und da sie keine Möglichkeit erblicken, die angeblichen Eigenschaften von Gestalten mit schon bewährten Kategorien zu

verbinden, so halten sie sich überhaupt einer Neuerung vorsichtig fern, die ihrer Meinung nach Mißdeutung unsicherer Empirie und am Ende eine vorübergehende Mode sein könnte, wie es deren in der Psychologie schon vorher gegeben hat.

In der Tat verspüren selbst diejenigen, welche bereits gewohnt sind, mit dem Begriff der Gestalten als dem von etwas psychisch vollkommen Realem zu arbeiten, bisweilen wohl eine leichte Hemmung bei diesem Verfahren, das ein Umgehen mit empirisch nur eben und durch theoretisches Fundament noch gar nicht legitimierten Gebilden bedeutet. Unzweifelhaft ist es dem Menschen nicht recht natürlich, Wissenschaft von Bewußtsein und psychischem Geschehen zu machen. Selbst der eigenen Beobachtung fühlt er sich auf diesem Feld nicht sicher, und wenn er deshalb Fremdartiges findet, so wendet er sich gern den Wissenschaften von der Außenwelt und vorzüglich denen von der unbelebten Natur zu, wo der Boden von lange her fester ist, um hier eine Kontrolle und allenfalls eine analogische Bestätigung zu suchen. Nicht allein die Möglichkeit, auch das allerstärkste Bedürfnis ergibt sich, nach Gestalten oder wenigstens ihnen Ähnlichem einmal nicht in der flüchtigen Unsicherheit der beobachteten Erlebnisse, sondern in den festen Formen der anorganischen Naturvorgänge zu forschen, und womöglich zugunsten der Gestalttheorie jene Klarheit und Bestimmtheit auszunutzen, zu der es der Mensch beim Beobachten und Denken von physischen Dingen so viel eher gebracht hat als in der Psychologie.

Indessen wirkt ein erster Blick auf die Naturwissenschaften entmutigend genug. Ihr stolzestes Prädikat, das der Exaktheit, scheint von vornherein denjenigen abzuweisen, welcher auf ihrem Gebiet nach in gewissem Sinn „zusammengesetzten“ und doch durch eine „spezifische Einheit“ charakterisierten Gebilden sucht. Verlangt er überdies, daß diese Einheiten für Geschehen und Zustände maßgebende Eigenschaften und Wirkungen aufweisen sollen noch außer denen der sämtlichen Teile zusammengekommen, daß also „Ganze“ unter den Gegenständen naturwissenschaftlicher Forschung vorkommen, die in solcher Weise „mehr sind als die Summe ihrer Teile“, so hat er wohl bereits das Vorgefühl, den Grundlagen der exakten Wissenschaften geradezu Widersprechendes zu fordern.

Für kurze Frist könnte die Chemie etwas wie eine Hoffnung erwecken, da doch die Verbindung KCN z. B. wie eine Einheit der geforderten Art aussieht und markante Eigenschaften besitzt,

welche man an den Elementen Kalium, Kohlenstoff und Stickstoff so gewiß nicht findet. Mancher hat an dergleichen als an eine Analogie gedacht und hat doch wieder nur ein ungefähres Bild darin gefunden, weil einerseits manche von den Eigenschaften wichtigster psychischer Gestalten sich an chemischen Verbindungen gar nicht aufweisen lassen, und auf der anderen Seite nach so vielen Wundern naturwissenschaftlicher Entdeckung doch auch das eine noch eintreten könnte, daß die scheinbare Neubildung, vorläufig anerkannt von der kaum 100 Jahre alten Chemie, im Fortschreiten der Physik und physikalischen Chemie sich eines Tages auf physikalische Grundvorstellungen reduzierte. Wenn also die Physik keine Gestalten kennt, werden wir nie sicher sein, wie lange noch die Chemie ihnen wenigstens einigermaßen Ähnliches bietet. Auf jeden Fall ist der Begriff der chemischen Verbindungen theoretisch selbst noch zu wenig geklärt und zu schwankend, als daß jene Analogie mit Gestalten uns zu einer hinreichend festen Bestimmung der psychologischen Kategorie verhelfen könnte.

Damit stände es freilich auf physikalischem Gebiet anders, und wer den Mut bei einem schnellen Überblick über die Denkgegenstände und die Grundanschauungen der Physik noch nicht verliert, der könnte allenfalls doch hoffen, in systematischer Durchprüfung der physikalischen Einzelgebiete sowohl wie der immer wiederkehrenden Hauptbegriffe dieser Wissenschaft irgend etwas zu finden, was jedenfalls in mancher Hinsicht schon sehr stark durchgedacht wäre, wenn es nur auch Gestalteigenschaften hätte. Aber die Physik ist so groß und sieht, wenn man noch gar keinen Leitfaden besitzt, überall so wenig gestaltmäßig aus, daß man bald ermüdet. Auch durch folgende Erwägung schon wird man von diesem systematischen Wege des Forschens abgebracht: Selbst wenn Gestalten in der Physik vorkommen, ist doch von vornherein sicher, daß die Physiker bisher keinen Anlaß gefunden haben, die betreffenden Fälle als etwas Besonderes aus dem Reichtum des ganzen Gebietes herauszusondern; denn sonst würden wir wohl sofort auf dieses Sondergebiet aufmerksam werden, oder vielmehr, das wäre längst zum Besten der Psychologie geschehen, und wir brauchten nicht erst zu suchen. Also würde weder die geläufige und durch so viele Erfolge bewährte Betrachtungsweise, mit welcher der Physiker auf sein eigenes Forschungsgebiet sieht, noch die Terminologie, die sich in der Physik ausgebildet hat, von dem, was wir suchen, ohne weiteres Zeugnis ablegen. Ohne einen speziellen leitenden

Gesichtspunkt würden wir die anorganische Natur ja doch notwendig eben mit der Arbeitsweise und der Terminologie der Physik behandeln, und da diese das Gesuchte scheinbar nirgends andeuten, so wäre nur wahrscheinlich, daß selbst Gestalten, die zum Material des Physikers gehörten, uns gänzlich entgehen müßten: Denken und Sprache der Naturwissenschaft sind schon nach anderen Gesichtspunkten festgelegt und würden uns wie feste Bahnen geradezu an unserem Ziel vorbeiführen können, so glänzend sie auch den Anforderungen eigentlich physikalischer Forschung gerecht werden.

Man gibt deshalb besser den weitreichenden Anspruch vorläufig auf, unmittelbar in systematischer Durchprüfung der Physik zu finden, was gesucht wird. Vielleicht, daß ein speziellerer Ausgangspunkt und eine bescheidenere Methode eher zum Ziele führen, wenn es das Ziel, irgendwelche physikalische Gestalten, überhaupt gibt.

Kaum hat je eine Zeit lebhafter als die unsere um die Frage gestritten, ob die wesentlichen Charaktere der Lebensvorgänge im Organismus sich gänzlich auf die Gesetze anorganischen Geschehens zurückführen lassen, oder ob besondere Kräfte, nur gerade dem Leben eigentümlich, überall in das chemische und physikalische Getriebe eingreifen und diesem als bloßem Rohmaterial des Organischen ihre höheren Formen aufprägen. Fragt man, welche Lebenserscheinungen die Vitalisten veranlassen, sich für diese zweite Ansicht zu entscheiden, so erweist sich als das Motiv vieler eine Art „Geschlossenheit“ des Organismus und seines Verhaltens. Denn der scheint seine Teile und Organe nicht wie die Posten einer Summe zu enthalten, sondern aus ihrer Gesamtheit ein Ganzes von neuen und wertvolleren Eigenschaften zu machen, und das eigentlich charakteristische Geschehen in ihm sieht nicht wie die jeweilige Resultante ungebundenen Durcheinanderwirkens von vielen Kräften aus, sondern wie die geordnete Antwort jener Einheit auf ihre aktuellen Lebensbedingungen im ganzen. Auch die auffallende Zweckmäßigkeit von Aufbau, Funktionen und Reaktionen der Lebewesen wird wohl mit derselben Grundeigenschaft des Organischen in engen Zusammenhang gebracht, und so findet man für die Biologie im allgemeinen ein Problem aufgeworfen, welches dem besonderen Gestaltproblem der Psychologie einigermaßen ähnelt. Dieselbe Verwandtschaft offenbart sich, wenn Vitalisten zur Erklärung der merkwürdigen Lebenserscheinungen biologische Kräfte von der Art und der Wirkungsweise gerade der höheren psychischen Faktoren postulieren; denn als die Grundform und

das Charakterisierende der höheren psychischen Gebilde stellt sich ja immer mehr der Typus „Gestalt“ heraus. Neuerdings wird gestaltmäßiges Verhalten bereits ausdrücklich als das wesentlich auszeichnende Moment des Organischen angegeben.

Das Bedürfnis, Gebilde und Vorgänge von Gestaltnatur zu scharf umrissenen Denkgegenständen zu machen, besteht also in der ganzen Biologie. Die spezifisch vitalistische Antwort auf die vorliegende Frage würde von vornherein die Möglichkeit echter physikalischer Gestalten ausschließen. Sucht man aber einmal nach solchen, so scheint es, als könnten die typischen Eigenschaften des Lebensgeschehens einen Hinweis darauf geben, in welcher Richtung die Physik zu durchsuchen wäre, wollte man allenfalls Gestalten in ihr finden; dort müßten ja die physikalischen Gebilde etwas von dem Einheitlich-Geordneten der organischen Welt zeigen. — Dieser Weg ist wiederholt im Interesse der Biologie begangen worden; aber die Erfahrung lehrt, daß er den Forscher nicht sehr weit führt, und jedenfalls wurde noch nicht viel mehr auf ihm gefunden als allerhand vage Analogien zwischen Kristallen und Organismen oder dergleichen.

Wenn also solche biologischen Fragen schon etwas bestimmtere Gesichtspunkte für das Suchen nach physikalischen Gestalten geben, so beweist doch der Mißerfolg, daß die Problemstellung noch immer den Fehler viel zu großer Allgemeinheit für einen ersten Anfang hat. Weit schärfere Richtlinien werden nötig, wir müssen mit viel genaueren Fragen an die Physik herantreten, um auf eine befriedigende Antwort rechnen zu können.

Die allgemeine Biologie und die Psychologie nähern sich einander maximal in der Theorie der nervösen Funktionen, insbesondere in der Lehre von den physischen Grundlagen des Bewußtseins. An dieser Stelle wird die Forderung unabweislich, organisches Geschehen, das höherem psychischen Geschehen unmittelbar entsprechen soll, an dessen wesentlichen funktionellen Eigenschaften teilnehmen zu lassen und deshalb organische Prozesse als Gestalten zu denken. Die Konsequenz und ihre ungewöhnliche Bedeutung wurden klar zuerst erkannt von Wertheimer, der damit den Gestalten einen Realitätsgrad beilegte, wie sie ihn zuvor bei weitem nicht besessen hatten. Neuerdings hat Koffka mit Entschiedenheit den gleichen Gedanken vertreten und mit Wertheimer verlangt, daß die zentralphysischen Prozesse „nicht als Summen einzelner Erregungen, also als »Und-Verbindungen«, sondern als gestaltete

Gesamtprozesse angesehen werden“. — Ist aus den oben angeführten Gründen die Problemstellung gerade auf physikalische Gestalten gerichtet, so wird man eine Zusammenfassung der physiologischen und der physikalischen Frage auf folgende Weise fruchtbar zu machen suchen: Gibt es physikalische Gestalten, dann besteht begründete Hoffnung, zentral-physiologische Vorgänge von Gestaltcharakter als Spezialfälle von jenen her verstehen zu können. Umgekehrt liefert jeder konkrete Fall, in welchem Gestalten erlebt und deshalb nach dem Postulat von Wertheimer und Koffka von physischen Gestaltkorrelaten begleitet werden, bestimmte und spezielle Hinweise dafür, welche physikalischen Geschehensarten unter den gegebenen Umständen überhaupt als Grundlage gerade solcher Erlebnisse in Betracht kommen, wo also in der Physik nach Gestalten zu suchen ist.

Das ist es, was uns fehlte. An Stelle der allgemeinen, aber auch wenig bestimmten Aufgabe wird eine viel speziellere, aber ungleich konkretere gesetzt, und es geht doch nichts verloren, wenn man zunächst nur sie löst: Einmal kommt es dann zum Anfang einer Theorie wenigstens für die betreffenden physiologischen Gestaltkorrelate zu gleicher Zeit wie zu einem ersten Auffinden physikalischer Gestalten; die gedankliche Sicherung der Kategorie im Anschluß an älteres und reiferes Denken ist mit einem physiologischen Fortschritt verbunden. — Zweitens heben sich für uns die allgemeinsten Eigenschaften der Gestalten bisher als so merkwürdig von denen gewohnter Denkgegenstände ab, daß man von vornherein sagen kann: Werden wir erst auf Einzelbeispiele von dergleichen in der Physik aufmerksam, dann müssen wir damit auch das Prinzip der Gesamtlösung getroffen haben; entweder gibt es überhaupt keine Gestalten in der Physik, oder, wenn wir uns vom Gegenteil in Einzelfällen überzeugen, so wird sich von ihnen aus Einsicht in das allgemeinere Problem bieten. Denn da die Physik als inhaltlich überreiches System vor unser aller Augen steht, so kann es sich ja nur darum handeln, wenn sie Gestalten enthält, den Blickpunkt zu gewinnen, der sie als solche erkennen läßt, sie in der Physik sehen zu lernen. Hierfür kann offenbar ein Spezialfall oder wenige das Nötige leisten. — Ist das richtig, so darf man endlich drittens erwarten, daß der spezielle Weg — von Einzelbeispielen nervösen Gestaltgeschehens zur Physik — schließlich auf andere und breitere Straßen ausmünden wird, welche von der Physik wieder in die Biologie zurückgehen und zu einer

umfassenderen physikalischen Behandlung der nervösen und überhaupt der organischen Gestaltprozesse führen.

Daß sich ein solches Programm nicht auf einmal in wissenschaftliche Wirklichkeit umsetzen läßt, kann derjenige am besten erkennen, welcher sich ernstlich bemüht hat, diese Verwirklichung wenigstens zu beginnen. Dies ist mir jedoch, wie ich hoffe, soweit gelungen, daß die ersten großen Schwierigkeiten als überwunden gelten können. Um so größer wird die Anzahl der nun freilich etwas konkreteren Forschungsfragen; denn auch was wir an Erscheinungen längst gewohnt sind und gerade deshalb als allzu selbstverständlich behandeln, nimmt alsbald wieder die lebhafteren und anziehenden Farben unbekannter Gebilde an. — Es war mir nicht möglich, die Folgerungen ganz zu übersehen, die sachlich vielleicht nach den ersten Schritten bereits notwendig werden, und andere, deren ungefähre Tragweite ich wohl erkenne, werden besser erst dargestellt, wenn sie ebenso zwingend wie vorläufig ungewohnt sind.

Einleitung für Physiker.

In einem physikalischen System werden zeitunabhängige Zustände, also solche des Gleichgewichts oder des stationären Geschehens, immer dann erreicht, wenn eine Bedingung für das Gesamtsystem erfüllt ist. Für dieses als ganzes muß die arbeitsfähige Energie ein Minimum, die Entropie ein Maximum geworden sein o. dgl., und die Skalaren oder Vektoren, um deren Gruppierung es sich handelt, sollen nicht in Einzelgebieten für sich bestimmte Beträge und Lagerungen annehmen, sondern durch ihre Gesamtgruppierung relativ zueinander im ganzen ein dauerndes Gebilde ergeben. Der Zustand oder das Geschehen an jeder Stelle hängt deshalb im Prinzip von den gegebenen Bedingungen auch in allen übrigen Bereichen des Systems ab. — Kann man dagegen die Gesetze zeitunabhängigen Zustandes für einzelne Teile eines physischen Komplexes gesondert, einzeln formulieren, dann bilden jene Teile nicht ein physikalisches System, sondern jeder allein ist ein solches für sich.

Zum Beispiel: In einem geschlossenen Stromkreis wird die Strömung an jeder Stelle von den Bedingungen an allen übrigen Punkten mitbestimmt, und die Bedingung stationären Flusses ist

notwendig auf das Gesamtsystem zu beziehen. Dagegen bildet eine Gruppe von gegenseitig isolierten Stromkreisen auch bei naher Nachbarschaft einen physischen Komplex selbständiger Einzelsysteme, deren jedes für sich die Bedingung stationären Geschehens erfüllt.

Im ersten Falle stellt die in sich zusammenhängende Gruppierung oder Struktur des betreffenden Systems eine objektive Einheit dar, so ausgedehnt das System im Raume sein mag; denn der lokale Zustand an keiner Stelle besteht ja selbständig für sich, und nur im Gesamtgebilde kann er sich halten, wie er ist. — Im zweiten Falle dagegen bilden die Teile des physischen Komplexes eine rein summative Mannigfaltigkeit; es liegt nur am willkürlichen Denken des Menschen, ob er sie überhaupt als eine Summe zusammenfaßt oder nicht.

Obwohl der Inhalt dieser Sätze für jeden Physiker eine Selbstverständlichkeit bedeutet (während die Formulierung von der gewohnten Ausdrucksweise der Naturwissenschaft etwas abweichen mag), ist es der erste Zweck dieser Schrift, die angegebenen Tatbestände an Einzelbeispielen deutlich aufzuweisen. Ein solches Verfahren wird deshalb notwendig, weil jene Sätze bei der theoretischen Behandlung biologischer Probleme sehr vielfach unbeachtet bleiben, und infolgedessen schwere Hemmungen des biologischen Denkens und Forschens eintreten.

Ein Beispiel aus der Psychophysik zeigt am besten, inwiefern diese Gefahr wirklich besteht. Der Physiologe oder Psychologe, welcher die Raumwahrnehmungen des Menschen durch eine physiologische Theorie der Vorgänge in Sinnesorgan und Nervensystem zu erklären sucht, verfährt dabei seit vielen Jahrzehnten so, daß er sich sagt: „Unter gewöhnlichen Umständen wirken gleichzeitig nebeneinander viele Reize auf unser Sinnesorgan und damit auf die zugehörigen Gebiete unseres Nervensystems ein. Wenn ich genau über die entstehenden Folgen unterrichtet sein will, so darf ich nicht so komplexe, ich muß Elementarvorgänge untersuchen und komme in diesem analytischen Bestreben notwendig dazu, zuerst die Einwirkung eines Reizes an einem Punkt für sich zu betrachten. Dasselbe Verfahren wende ich gegenüber dem zweiten Reiz an seiner Einwirkungsstelle an usw., und den komplexen Fall der Reizmehrheit im Nebeneinander leite ich hinterdrein durch Zusammenfügen jener Einzelvorgänge exakt ab, verstehe also auch das Gesamtgeschehen im betreffenden Gebiet des Nerven-

systems als Zusammensetzung der Elementarprozesse, welche die einzelnen Reize für sich dort erzeugen würden. So muß ich jede Wahrnehmung meines Auges physiologisch auf ein Mosaik von lokalen nervösen Einzelerregungen in der Sehrinde zurückführen, deren jede einem einzelnen Reizpunkt auf der Retina und einem Objektpunkt im Raume entspricht.“ Selbst Helmholtz hat seinen sinnesphysiologischen Gedanken durchweg diese Voraussetzung zugrunde gelegt, obwohl, wie ein Blick auf die oben vorangestellten Sätze zeigt, das Nervensystem ganz speziellen Bedingungen genügen, nicht „ein physikalisches System“ sein müßte, um derartiges zu ermöglichen.

Beschränkten Erklärungsabsichten konnte diese Denkweise eine Weile gerecht werden, aber als man etwas höhere Ansprüche an die Leistungsfähigkeit einer psychophysiologischen Grundannahme zu stellen begann, wurden sogleich die größten Schwierigkeiten sichtbar und ließen sich nur mühsam durch allerhand psychologische Hilfskonstruktionen von bedenklicher Willkür einigermaßen verdecken. Das Wesentliche dieser Verlegenheiten wurde schließlich durch v. Ehrenfels eindringlich dargestellt, und das „Gestaltproblem“, das er aufwarf, hat sich seither als eine Kernfrage von Psychologie und Psychophysik weit über das sinnespsychologische Gebiet hinaus erwiesen. Beschränken wir uns eben auf dieses, so ist die Problemlage folgende:

Voraussetzung. Erregungen, welche einer Reizvielfalt entsprechen, sind rein summative Gruppen von Elementarvorgängen nebeneinander, deren jeder also einem einzelnen Reiz entspricht, und von denen keiner mit den übrigen etwas zu tun hat.

Optische Grunderfahrungen. Unsere Raumwahrnehmungen haben im allgemeinen den Charakter einheitlicher Verbände. Daß hier diese, dort jene Farbe als ein Stück optischer Gegebenheit ganz für sich aufträte, kommt in unserem Sehen nicht vor; ein jeder optische Bereich erscheint als eingegliedert und bezogen in die ausgedehnte Einheit des jeweiligen Gesichtsfeldes. — Wie ein jeder Bereich gesehen wird, erweist sich als abhängig nicht allein von dem Reiz, welcher nach der Voraussetzung das Geschehen eben an dieser Stelle für sich bestimmt, sondern in jedem Falle auch von den übrigen Reizen, die doch nur in anderen Bereichen wirksam werden sollten. Die sogenannten „optischen Täuschungen“ sind ein besonders auffälliges Beispiel hierfür.

Solche Erfahrungen und andere (die man leicht als mit ihnen in Zusammenhang stehend erkennt) sind der zugrunde gelegten

Voraussetzung so wenig gemäß, und diese gilt doch als so natürlich, daß jene Erscheinungen als Äußerungen ganz besonderer Kräfte gedeutet werden. Wenn exaktes Denken von physischem Geschehen scheinbar zu der Annahme zwingt, daß Reizvielfalten nur summative Gruppen von selbständigen und je den einzelnen Reizen zugehörigen Erregungen ergeben können, dann muß der Grund der angeführten Erfahrungen in der wenig bekannten Region höherer psychischer Vorgänge liegen, welchen man ohnedies merkwürdige Wirkungen über die Formen des physischen Naturgeschehens hinaus wohl zutraut. Und in diesem Falle darf man wirklich an der als exakt geltenden Voraussetzung festhalten; denn da wir von den eigenen Wahrnehmungen nur Kenntnis erhalten sollen, nachdem schon jene höheren Vorgänge mit äußerster Schnelligkeit und heimlich ihr Werk verrichtet haben, so könnte immer im ursprünglichen physiologischen Geschehen alles genau nach der Voraussetzung zugegangen sein, ohne daß doch unsere Wahrnehmungen demgemäß ausfallen müßten.

Der Psychologe nennt räumlich ausgedehnte Einheiten der im Gesichtsfeld auftretenden Art „Gestalten“. Daß die Eigenschaften von „Gestalten“ stets auf besondere und höhere Geistestätigkeiten zurückgehen, würde wohl bei dem Mangel an bestätigender Erfahrung über diese Hilfskräfte kaum jemand annehmen, wenn nicht jene Voraussetzung wäre und der Glaube, man sei zu ihrer Anerkennung verpflichtet, „weil die Naturwissenschaften jedes Gesamtgeschehen als die Summe einzelner Einwirkungen und ihrer Folgen erklärten“. Tun sie das wirklich?

Vor einigen Jahren haben Wertheimer und im Anschluß an ihn Koffka eine physiologische Hypothese über das Geschehen im Nervensystem vertreten, welche mit den zu Anfang angeführten Sätzen über physikalische Systeme dem Sinn nach gleichbedeutend ist. Jene Grunderfahrungen über ruhende „Gestalten“ der optischen Raumwahrnehmung erfordern ja zu ihrer Erklärung nichts weiter, als daß man dem optischen Sektor des Nervensystems die Eigenschaften „eines physikalischen Systems“ zuerkennt, daß man also auch stationäre Zustände in ihm als ausgedehnte Geschehenseinheiten versteht, die im Prinzip als ganze und an jeder Stelle der Gesamtheit der jeweiligen Reizbedingungen gemäß sind. Irgendein sehr starkes Motiv aber muß den Menschen in die Richtung eines mehr summativ-geometrischen als physikalischen Denkens treiben. Denn obwohl die Hypothese Wertheimers (und Koffkas) im Grunde

nur den Übergang zur eigentlich physikalischen Auffassung des nervösen Geschehens bedeutete, begegneten ihre Ausführungen doch vorsichtiger Zurückhaltung, als würden darin gewagte und überdies dunkle Neuerungen vom Denken verlangt. Sie widersprachen eben durchaus jener Voraussetzung, die man gerade als naturwissenschaftlich glaubte festhalten zu müssen, obwohl sie es gar nicht war; und folglich mußte das Mißtrauen so lange andauern, bis die Voraussetzung als irrig erwiesen wurde.

Dies kann nur geschehen, indem man die Eigenschaften physikalischer Systeme, der Zustände und Vorgänge in ihnen, unter dem Gesichtspunkt unserer Fragestellung aufmerksam betrachtet. Und da jene bisher in der Psychophysik noch herrschende Anschauung nicht so sehr von der logischen Kraft einer entsprechenden Begründung als von tief eingewurzelter Denkgewohnheit festgehalten zu werden scheint, so würde es zu nichts helfen, wollte man nur im allgemeinen und in kurzem Beweis zeigen, wie wenig die Physik des Anorganischen mit jener Annahme übereinstimmt: Gegen eine Gewöhnung hilft gründlich nur eine andere, und deshalb ist in dieser Schrift der Nachweis „physikalischer Gestalten“ mit großer Breite und bis ins einzelne geführt, damit sich der Leser bei der genauen Betrachtung konkreter Fälle in größerer Zahl mit der verkannten physikalischen Denkart hinreichend auch für die Zukunft und eigenes Weiterarbeiten vertraut machen könne.

Der Physiker selbst findet bei dieser Art der Darstellung ihm bekannte Dinge nur in anderer als der gewohnten Belenchtung wieder, wie es die Rücksicht auf eine besondere von Psychologie und Biologie her bestimmte Fragerichtung erfordert. Erst die Versuche, Anwendungen des physikalischen Denkens auf einige psychophysische Probleme zu machen, enthalten für ihn Neues. Freilich scheint es, als werde eine konsequente Fortbildung der Theorie physischer Gestalten später auch für die reine Physik förderlich sein können. Eine ähnliche Frage wie eben für Ruhezustände und stationäres Geschehen in räumlicher Ausbreitung kann auch für dynamische Verläufe in physikalischen Systemen erörtert werden, und die hieran anschließende Behandlung von komplexeren Gestaltfällen der allgemeinen Biologie führt schnell zu Aufgaben, deren Lösung als wesentlich auch für rein physikalische Interessenrichtung gelten muß.