

Eduard von Hartmann's

System der Philosophie im Grundriß

Band II

Grundriß der Naturphilosophie



Bad Sachsa im Harz 1907
Hermann Haacke
Verlagsbuchhandlung.

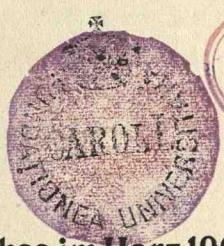
Grundriß der Naturphilosophie

Von

(M) 332098
(S) 332104

Eduard von Hartmann

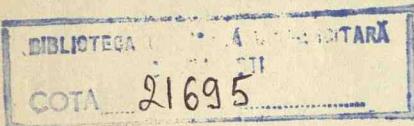
26649



Bad Sachsa im Harz 1907
Hermann Haacke
Verlagsbuchhandlung.

1961

1



RC 199106

Alle Rechte vorbehalten!

B.C.U. Bucuresti



C26649

Vorwort.

Die Naturphilosophie in einen knappen Grundriß zusammenzudrängen, hatte für mich besondere Schwierigkeiten, weil ich grade über dieses Gebiet mehr als über andre veröffentlicht habe, und zwar in drei Perioden meines Lebens. Zunächst in den Jahren 1868—1877 die „Philosophie des Unbewußten“, die Beiträge zur Naturphilosophie in dem Abschnitt C der „Gesammelten Studien und Aufsätze“, die Schrift über „Wahrheit und Irrtum im Darwinismus“ und die erste und zweite Auflage der Schrift: „Das Unbewußte vom Standpunkt der Physiologie und Deszendenztheorie“.¹⁾ Sodann im Jahre 1896 in der „Kategorienlehre“, und endlich in den Jahren 1902 und 1906 in der „Weltanschauung der modernen Physik“ und dem „Problem des Lebens“. Meine Ansichten sind wesentlich dieselben geblieben, wie ich sie von 1868 bis 1877 dargelegt habe; ich habe sie nur im Jahre 1896 unter allgemeineren philosophischen Gesichtspunkten zusammengefaßt, und 1902—1906 mit den inzwischen erheblich fortgeschrittenen Naturwissenschaften in nähere Beziehung gesetzt.

Wenn die Vertreter der Naturwissenschaft gegenüber dem Darwinismus heute überwiegend dieselbe Stellung einnehmen wie ich vor einem Menschenalter, so verhalten sie sich doch größtentheils noch ablehnend gegen den von mir vertretenen Vitalismus. Immerhin mehren sich die Anzeichen, daß auch in dieser Hinsicht ein Umschwung des Zeitgeistes im Begriff steht sich zu vollziehen, nachdem der Anspruch der Selektionstheorie, die Ent-

¹⁾ Die beiden letzteren Schriften sind neu durchgesehen im dritten Teil der 10. und 11. Auflage der „Phil. d. Unb.“ vereinigt.

stehung zweckmäßiger Resultate ohne zwecktätige Prinzipien erklären zu wollen, als unhaltbar anerkannt ist. Ich darf deshalb hoffen, daß dieser Grundriß der Naturphilosophie heute bei den Vertretern der Naturwissenschaften eine unbefangenere Beurteilung finden wird, als früher die naturphilosophischen Darlegungen der „Philosophie des Unbewußten“.

Gr.-Lichterfelde im März 1906.

Eduard von Hartmann.

Inhalt.

	Seite
A. Die Natur im allgemeinen	1
I. Die Stellung der Natur im Weltganzen	1
II. Die Beschaffenheit der Natur	15
III. Die Erkenntnis der Natur	28
IV. Der Stufenbau der Individualität	42
V. Die Finalität in der Natur	52
B. Die unorganische Natur	74
I. Die Mechanik	74
II. Die Energetik	81
III. Die Materie	97
IV. Der Dynamismus	106
C. Die organische Natur	117
I. Das Organische in seinem Verhältnis zum Unorganischen	117
II. Das Leben der Zelle	128
III. Die Abstammungslehre	138
IV. Die Selektionstheorie	147
V. Die Wege der Artentstehung	155
VI. Die Vererbung	165
VII. Die Selbstregulation des Organismus	173
VIII. Das Nervensystem	183
IX. Die Mechanisierung der zweckmäßigen Reaktionen	195
X. Die organischen Naturkräfte	208

Erklärung der abgekürzten Verweisungen.

- Au. = Aufsätze (Gesammelte Studien und). 3. Aufl.
B. = Bewußtsein (Das sittliche). 2. Aufl.
E. = Erkenntnistheorie (Das Grundproblem der).
G. = Geisterhypothese (des Spiritismus und seine Phantome).
K. = Kategorienlehre.
Kn. = Kant's Erkenntnistheorie und Metaphysik in den vier Perioden ihrer Entwicklung
Le. = Leben (Das Problem des).
M. I = Metaphysik (Geschichte der). Teil I.
N. = Neukantianismus, (Schopenhauerianismus und Hegelianismus).
Ph. = Physik (Die Weltanschauung der modernen).
Pr. = Probleme (Moderne). 2. Aufl.
Ps. = Psychologie (Die moderne).
Sch. = Schelling's philosophisches System.
Sp. = Spiritismus. 2. Aufl.
T R. = Transzentaler Realismus (Kritische Grundlegung des). 3. Aufl.
U. III = Unbewußte (Philosophie des). 11. Aufl. Teil III.
-

A. Die Natur im Allgemeinen.

I. Die Stellung der Natur im Weltganzen.

Im allgemeinen sind die Menschen darüber einig, daß es viele Bewußtseine, aber nur Eine Natur gibt. Jedes Bewußtsein meint, die Natur, wenigstens ein Stück von ihr, zu erkennen, und ist dabei überzeugt, daß alle Bewußtseine dieselbe Eine Natur anschauen und daß die unmittelbar verbindungslosen Bewußtseine vermittelst der für alle numerisch identischen Naturen in Wechselwirkung stehen. Daß es nur eine einzige Natur gebe, ist unter fünf Bedingungen möglich:

1. Wenn jedes Bewußtsein die Natur an sich anschaut (naiver Realismus).
2. Wenn mein Bewußtsein das einzige in der Welt ist, und wenn die meinen Bewußtseinsinhalt bildende Natur die allein existierende ist (Solipsismus).
3. Wenn die Natur Inhalt des absoluten Bewußtseins ist, dessen Eine Bewußtseinsform (absolutes Ich) in allen individuellen Sonderbewußtseinen (empirischen Ichs) numerisch identisch ist, und wenn die Inhaltsbestandteile des absoluten Bewußtseins in die Gruppen ein- und austreten, die die individuellen Sonderbewußtseine ausmachen (Neufichtianismus).
4. Wenn die Bewußtseinsform jeder Einzelempfindung anhaftet, die Einzelempfindungen substantielle Selbständigkeit und Assoziationsfähigkeit haben, sich durch eine Art psychischer Chemie zu Objekten und Ichs amalgamieren, aber gesetzmäßig in diese Ichgruppen ein- und austreten (Neuhumismus).
5. Wenn die vielen subjektiven Erscheinungswelten in den Bewußtseinen nicht die Natur selbst, sondern nur subjektive perspektivische Abbilder oder Vorstellungsrepräsentanten der Natur in den Bewußtseinen für die Bewußtseine sind (transzentaler Realismus).

Dagegen ist eine einheitliche Natur zu verneinen:

6. Wenn es zwar viele Bewußtseine gibt, aber keine Dinge an sich, auf die sie ihre subjektiven Erscheinungen beziehen. Es gibt dann so viele Naturen, wie subjektive Erscheinungswelten, gleichviel, ob sie von den psychischen Individuen selbst produziert werden (Monadologie) oder ob sie von Gott produziert und den Bewußtseinen inspiriert werden (Berkeley). Eine materielle Welt neben den vielen Bewußtseinswelten ist ein fünftes Rad am Wagen, d. h. eine unbegründete Hypothese, wenn sie nicht mit den psychischen Individuen in Wechselwirkung steht und zwischen ihren Bewußtseinen vermittelt, sondern nebenherläuft und Gott alle Vermittelung überläßt (Okkisionalismus).

Nach ihrem ganzen Umfang ist die eine Natur nur im Solipsismus (Nr. 2) bewußtseinsimmanent für das philosophierende Individuum. Im Neufichtianismus (Nr. 3) ist sie zwar für das absolute Bewußtsein nach ihrem ganzen Umfang immanent, für das philosophierende Bewußtsein aber jederzeit zum größten Teil transzendent. Im Neuhumismus (Nr. 4) ist sie zwar für die Summe aller Sonderbewußtseine ihrem ganzen Umfang nach immanent, für das philosophierende Bewußtsein aber jederzeit größtenteils transzendent. Wohl aber kann unter Umständen auf diesen beiden Standpunkten das, was jetzt transzendent ist, im nächsten Augenblick durch Eintritt ins Bewußtsein immanent werden und das, was jetzt immanent ist, durch Austritt aus diesem Bewußtsein transzendent werden. Im naiven (Nr. 1) und transzentalen Realismus (Nr. 5) ist die Natur an sich transzendent für jedes Bewußtsein; aber während sie es im letzteren auf ewig bleiben muß und nur mittelbar, repräsentativ erkannt werden kann, wird sie im ersten für so lange und insoweit bewußtseinsimmanent, als ein Bewußtsein sie wahrnimmt. In allen Gestalten des transzentalen Idealismus (Solipsismus, Neufichtianismus, Monadologie und Berkeleyanismus) und im Neuhumismus ist die Natur nichts als Inhalt irgend welcher Bewußtseinsformen, also bewußtseinsphänomenal oder bewußtseinsideal; nur im naiven und transzentalen Realismus existiert sie unabhängig von jeder Bewußtseinsform und ist dadurch fähig, zwischen verschiedenen Bewußtseinen zu vermitteln.

Der naive Realismus scheidet als physikalisch, physiologisch und philosophisch gleich unhaltbar aus (E. 16—40). Der Neuhumismus vermag nicht zu erklären, wie Empfindungen, die noch nicht Empfindungen eines Individualbewußtseins sind, doch schon

selbständig als bewußte existieren, in der Luft herumspazieren und wie die Tauben in den Taubenschlag in ein Individualbewußtsein ein- und ausfliegen können, oder wie inhaltlich sich assoziierende Empfindungen es anfangen, ihre beiden Bewußtseinsformen zu einer einzigen, einheitlichen zu verschmelzen (Ps. 293—294, 297 bis 300; M. I. 549—564, M. II. 480—482). Der Neufichtianismus wiederum vermag nicht zu erklären, wie es möglich ist, daß die Sondergruppen innerhalb des absoluten Bewußtseinsinhalts auch die absolute Bewußtseinsform derart beeinflussen, daß sie als eine Vielheit getrennter Bewußtseinsformen erscheint, während sie in Wahrheit eine einzige ungeteilte bleibt (Ps. 310—311; Ztschrft. f. Phil. u. phil. Kritik, Bd. 108, Hft. 1 S. 66—73). Hier-nach bleibt der transzendentale Realismus als der einzige Stand-punkt übrig, der die Welt in bezug auf die Natur verständlich macht. Er allein gibt ihr erstens eine von jedem Vorgestelltwerden durch ein Bewußtsein unabhängige Existenz, durch die die Un-abhängigkeit ihrer Gesetze von jedem Bewußtsein erst möglich wird, zweitens Realität oder Wirkungsfähigkeit im Gegensatz zu der wirkungsunfähigen Passivität aller phänomenal-idealen Be-wußtseinsinhalte, wodurch sie erst in den Stand gesetzt wird, auf die Bewußtseinsindividuen zu wirken und die von ihnen empfangenen Einwirkungen auf andre zu übertragen, und wahrt ihr drittens Einzigkeit und Einheitlichkeit, durch die sie erst zur Vermittlerrolle zwischen mehreren Bewußtseinen befähigt wird.

Die Eine Natur ist vielheitlich gegliedert; denn wir stehen menschlichen, tierischen und pflanzlichen Individuen, gesonderten Himmelskörpern, Felsblöcken, Eisschollen, Kristallen usw. gegen-über, die untereinander und auf uns wirken, und jeder philoso-phierende Mensch ist selbst nur ein Individuum in dieser Welt der Individuation. Die Wirkung der Individuen aufeinander ist die Kausalität der Natur; sie vollzieht sich außerhalb jedes Be-wußtseins, ist also erkenntnistheoretisch transzendent (TR. 53 bis 95; K. 363—377; N. 60—62). Die transzendenten Kausalität setzt aber eine transzendenten Zeitlichkeit des Geschehens voraus. Wenn jemand seine Weckeruhr stellt und aufzieht, so fällt bis zum Wecken nichts mehr von den Vorgängen in der Uhr, die das Wecken auslösen, in sein Bewußtsein, und doch müssen diese Vorgänge zeitlich sein, um zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt die Schallempfindung der Weckerklingel in seinem Bewußtsein auszulösen. Der Mensch könnte zwar in jedem Augenblick, wenn er wollte, den Stand der Räder in der Uhr wahrnehmen, aber diese

bloß möglichen Wahrnehmungen können niemals die Ursache einer wirklichen Wahrnehmung werden, da eben das bloß Mögliche nichts Wirkliches, d. h. für sich allein Wirkungsfähiges ist. Wenn ein längere Zeit unsichtbar gebliebener Komet genau an der berechneten Stelle wieder sichtbar wird, so spricht das nicht nur dafür, daß er während der Zeit seiner Unsichtbarkeit wirklich existiert hat, trotzdem er in keinem Bewußtsein existiert hat, sondern auch dafür, daß er die von den Astronomen berechnete räumliche Bahn jenseits jedes Bewußtseins wirklich durchlaufen hat. Wenn viele Astronomen gleichzeitig ihn an derselben Stelle wieder auftauchen sehen, so ist die Erklärung dieser Übereinstimmung in verschiedenen Bewußtseinen durch gesetzmäßig prästabilisierte Harmonie des Vorstellungsablaufs in den verschiedenen Bewußtseinen äußerst künstlich, die durch Annahme einer wirklichen Bewegung des Kometen jenseits der Bewußtseine dagegen sehr natürlich.

Ohne der Natur jenseits unsres Bewußtseins die Kategorien der Vielheit, Kausalität, Zeitlichkeit und Räumlichkeit zuzuschreiben, könnten wir gar nicht von einer wirklichen Natur reden; d. h. die Hypothese einer wirklichen Natur wäre berechtigungslos, wenn sie ohne diese Bestimmungen gedacht würde, weil sie ohne diese unfähig wäre, irgend welche Veränderungen in unserm Bewußtseinsinhalt zu erklären (TR. 96—118). Nur ein kleiner Teil der Natur fällt in das Bereich unsrer Wahrnehmungsmöglichkeit. Das ganze Spiel der Molekularkräfte, deren Wirkungsweite unterhalb der halben Lichtwellenlänge liegt, ist uns für immer entrückt. Nur für kleine Ausschnitte aus dem Wellenspiel der Luft und des Äthers sind unsre Sinne aufnahmefähig. Bewegungen oberhalb einer gewissen Geschwindigkeit wären uns unwahrnehmbar, selbst wenn sie sich an Bewußtseinsinhalten vollzögen; Bewegungen von der Geschwindigkeit der Weltkörper oder des Lichtes können wir uns wohl in einer wirklichen Natur außerhalb unsres Bewußtseins sich vollziehend denken, aber nicht in unserm Bewußtseinsinhalt, der nur mäßige Winkelgeschwindigkeiten im Sehraum und engbegrenzte Bewegungen im Tastrum zeigt.

Die Natur, von der die Naturwissenschaften reden, ist etwas ganz andres, als das Naturbild unsrer sinnlichen Wahrnehmung; sie ist ein frei entworfenes ideales Gedankenbild, das auf eine wirkliche, außerbewußte Natur transzental bezogen wird, und das zur Orientierung in den wechselnden Naturbildern unsrer

Wahrnehmung dienen soll. Sie ist eine unter naivrealistischen Voraussetzungen entworfene und ausgebaute Hypothese, die sich ohne weiteres auf den transzentalrealistischen Standpunkt übertragen läßt, die aber jeden Sinn verliert, wenn man versucht, sie auf dem Boden des transzentalen Idealismus festzuhalten und umzudeuten. Masse und Äther, Luft- und Ätherschwingungen, Kräfte und Energien, Moleküle und Atome, Ionen und Elektronen sind alles nur gedankliche Schlußfolgerungen aus Wahrgenommenem, die in keiner Wahrnehmung vorkommen können. Alle über sie und ihr gesetzmäßiges Verhalten gemachten Aussagen haben ihren guten Sinn, wenn sie sich auf die außerbewußten Korrelate dieser Begriffe beziehen, werden aber völlig absurd, sowie man versucht, sie auf die Begriffe selbst zu beziehen.

Es gibt nicht einmal anschauliche Objekte im Bewußtseinsinhalt, die sich elastisch oder unelastisch stoßen und drängen, in Kollisionen geraten und Kraft oder Energie gegeneinander entfalten, geschweige denn abstrakte Begriffe. Es fehlt den Bewußtseinsinhalten überhaupt jede Aktivität und Intensität gegeneinander, genau so, wie im beweglichen Nebelbilde dem Drachen, der den gepanzerten Ritter verschlingt, und die abstrakten Begriffe können solche noch weniger als die unmittelbaren Wahrnehmungsbilder beanspruchen. Sie sind erst aus diesen abstrahiert und erschlossen, also ihr Posterius, und können darum niemals zu ihrem Prius, d. h. zu Ursachen, die ihre Entstehung erklären, werden. Erklärungsmittel und Denkhilfen sind sie, insofern sie stillschweigend oder ausdrücklich als Vorstellungrepräsentanten oder Symbole realer Naturbestandteile gedeutet, also auf diese transzental bezogen werden; wer sie unter Ausschluß dieser Beziehung noch für Erklärungsmittel oder Denkhilfen hält, der täuscht sich selbst durch ein unbemerktes *ὑστερον πρότερον*, da sie in der Tat dann bloß noch sinnwidrige und widerspruchsvolle Gedankenspiele ohne jeden Erklärungswert sind.

Alle Erklärungsversuche der Naturwissenschaften führen letzten Endes auf Bewegungen in der Natur zurück; wenn die Bewegung nichts Wirkliches, sondern nur etwas von uns Gedachtes wäre, so beruhten alle Naturwissenschaften auf einer Fiktion und wären danach selbst fiktiv. Dann wäre es aber unverständlich, wie die von ihnen ermittelten Bewegungsgesetze dazu dienen könnten, das Ergebnis unwahrnehmbarer Bewegungen als eine zu bestimmter Zeit auftauchende Wahrnehmung richtig zu berechnen. Ist jedoch erst einmal die Bewegung unabhängig von

allem Bewußtwerden als real anerkannt, dann muß auch für Zeitlichkeit und Räumlichkeit dasselbe gelten. Die Physik braucht Zeit und Strecke als Grundbestimmungen neben einer dritten, die das Bewegliche ausdrückt; sie braucht die Zeit nur in einer, die Strecke aber in drei Dimensionen, d. h. die zeitliche Bestimmtheit als eine, die räumliche als drei unabhängig Variable. Ob die drei unabhängig Variablen der Räumlichkeit mit der Dreidimensionalität unsrer stereometrischen Raumanschauung übereinstimmt, oder ob letztere nur ein Symbol der ersteren ist, kommt nicht weiter in Betracht. Jedenfalls ist bis jetzt nicht die leiseste Andeutung in der Natur zu finden, daß die analytische Dreidimensionalität ihrer Räumlichkeit von unsrer stereometrischen abweiche (E. 103—110; K. 130—143). Die stammesgeschichtliche Entwicklung läßt deutlich erkennen, daß die Entfaltung des Organismus nach drei realen Raumaxen sowohl im ganzen wie im einzelnen (den drei halbkreisförmigen Kanälen des Gleichgewichtssinnes) erst diejenige dreidimensionale Abstufung in der Mannigfaltigkeit der Empfindungen der räumlichen Sinne bewirkt hat, auf Grund derer die unbewußten synthetischen Kategorialfunktionen das stereometrische Raumbild des Bewußtseins formieren konnten, daß also die reale Dreidimensionalität in den Individuen der Natur der Grund oder doch Gelegenheitsanlaß für die Entstehung der Dreidimensionalität der bewußten Raumanschauung gewesen ist (Ph. 218—221).

Nennt man die Summe der bestehenden Bewußtseine samt Form und Inhalt die subjektiv-ideale Sphäre, so fällt die Natur, sofern ihre Existenz anerkannt wird, bei allen transzental-idealistischen Standpunkten in die subjektiv-ideale Sphäre, d. h. sie ist eine bloß subjektiv-ideale Erscheinung in irgend welchen Bewußtseinen und für diese. Solange der Grundsatz gilt: esse = percipi, d. h. Sein gleich Bewußtseinsinhalt, solange gilt ein Sein jenseits aller Bewußtseine, also auch eine bewußtseinstranszidente Natur von an sich seiender Realität und Existenz für unmöglich.

Im Neuhumismus erschöpft die Summe der mit Bewußtseinsform behafteten selbständigen Empfindungen alles Sein; eine metaphysische Sphäre hinter dieser subjektiv-idealen wird entweder (negativ dogmatisch) geleugnet, oder es wird (agnostisch) für unerkennbar erklärt, ob sie existiere oder nicht, und wie sie im Falle ihrer Existenz beschaffen sei. Hier erschöpft sich also die Welt, oder doch die erkennbare Welt, in der subjektiv-idealen

Sphäre. Im Neufichtianismus scheint zu der subjektiv-idealen Sphäre noch eine metaphysische hinzutreten; aber indem diese nichts weiter ist als das absolute Bewußtsein nach Form und Inhalt, bleibt auch sie subjektiv-ideal und stellt nur die Verabsolutierung der subjektiv-idealen Sphäre dar. Zwar gibt es hier wie im Neuhumismus und Berkeleyanismus für jedes der Bewußtseine eine transzendentale Kausalität; aber indem diese nur Inhaltsübertragungen aus einem Sonderbewußtsein ins andre darstellt, bleibt doch alles Geschehen in die subjektiv-ideale Sphäre als Summe aller Bewußtseine beschlossen. Das gleiche gilt für die Monadologie, solange jeder physische Einfluß der Monaden aufeinander ausgeschlossen bleibt und der Vorstellungsablauf aller bloß durch die prästabilisierte Harmonie bestimmt ist, nur daß die prästabilisierte Harmonie dann selbst schon eine Art metaphysischer Sphäre über der subjektiv-idealen darstellt.

Auf allen diesen Standpunkten ist das, was für Natur ausgegeben wird, ausschließlich durch die Gesetze des bewußten Vorstellungsablaufes bestimmt, und kann es keine Naturgesetze geben, die nicht lediglich ein Ausfluß psychologischer Gesetze wären. Die Natur ist hier eine subjektiv-ideale Erscheinung, der keine Wirklichkeit jenseits des Bewußtseins entspricht, d. h. ein bloßer Schein, eine Scheinnatur, und die ihr zugeschriebene empirische Realität ist Illusion. Denn das Naturbild im Bewußtsein spiegelt uns vor, etwas andres darzustellen als ein bloß psychisches Produkt und täuscht uns damit.

Sobald das Absolute, das die Beziehungen der Sonderbewußtseine zueinander regelt, nicht mehr als absolutes Bewußtsein oder absolutes Ich aufgefaßt wird, sondern als absolut unbewußte Gesetzgebungsmacht, tritt neben die subjektiv-ideale Sphäre eine metaphysische. Wenn bereits die Leibnizsche prästabilisierte Harmonie als eine solche gelten kann, weil sie sich selbst der bewußten Kontrollmonade als logischer oder teleologischer Zwang auferlegt, so tritt der metaphysische Charakter der kosmischen Gesetzgebungsmacht um so reiner hervor, wenn das absolute Bewußtsein als Durchgangspunkt ihrer Verwirklichung wegfällt, und sie damit gänzlich der subjektiv-idealen Sphäre entrückt wird. Die prästabilisierte Harmonie der beziehungslosen Vorstellungsabläufe ist aber nicht aufrechtzuerhalten, und sobald sie in gesetzmäßige, aber unbewußte reale Beziehungen der Monaden untereinander umgedeutet wird, entfaltet sich auch aus der metaphysischen Sphäre sofort die dritte, die objektiv-reale Sphäre

oder die wirkliche Natur. Wenn vorher der Grundsatz galt: Sein gleich Bewußtwerden eines Bewußtseinsinhalts, so gilt nunmehr der Grundsatz: Sein gleich in Beziehungen stehen. Zu der passiven Seite des Insichseins gesellt sich in jeder Monade die aktive Seite, das in realen Beziehungen Stehen zu andern, oder das Dasein.

Das Bewußtsein ist nach innen gekehrt und beschaut sich den Schein, der durch die unbewußte Einwirkung andrer Monaden in ihm erregt ist; es ist aber nicht aktiv, kommt über Wünsche nicht hinaus und würde gar nicht auf andre Monaden wirken können, wenn nicht die Monade, der es angehört, zugleich noch das Vermögen hätte, unbewußt auf andre zu wirken. Dieses Wirkungsvermögen haftet nicht der subjektiv-idealen Sphäre, nicht dem Bewußtsein als solchen an, sondern ist etwas zu ihm Hinzukommendes, das manchmal die Wünsche des Bewußtseins berücksichtigt, oft genug aber auch nicht, ja sogar manchmal ihnen gerade zuwider handelt, und daneben sehr vieles besorgt, wovon das Bewußtsein nichts ahnt. Sobald der influxus idealis der prästabilierten Harmonie in einen influxus physicus der Monaden untereinander umgedeutet ist, hat man eine wirkliche Natur; denn sie ist nichts andres als die Summe dieser physischen Einflüsse oder Naturkraftäußerungen und die Naturgesetze sind die Gesetze, nach denen der influxus physicus sich vollzieht. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob die einfachen und die zusammengesetzten Monaden Substanzen und Substanzengruppen oder bloß individualisierte dynamische Funktionen und Funktionengruppen sind.

Der naive und der transzendentale Realismus fassen die Natur als die objektiv-reale Sphäre der Welt auf und stellen sie zu der subjektiv-idealen Sphäre in Gegensatz; aber während der naive Realismus die Natur als stofflich betrachtet und sein subjektiv-ideales Anschauungsbild des Stoffes in die objektiv-reale Sphäre hinausprojiziert, hüttet sich der transzendentale Idealismus vor solcher unkritischer Projektion und läßt die Frage, worin die Natur bestehe, zunächst für die Untersuchung offen. Während alle Gestalten des transzentalen Idealismus einen realen Stoff außerhalb des Bewußtseins ebenso wie eine reale Natur leugnen, also den Immaterialismus und Innaturalismus vertreten, neigt der naive Realismus zum Materialismus und Naturalismus hin, weil er die objektiv-reale Sphäre der Natur überschätzt und die subjektiv-ideale unterschätzt. Wie für alle Gestalten des trans-

zendentalen Idealismus die Natur ein bloßer Schein ist, der sich aus dem Bewußtsein für dasselbe entfaltet, so ist vom Standpunkt des naiven Realismus eigentlich das Bewußtsein bloß ein wunderlicher Schein, der sich aus der materiellen Natur für dieselbe entfaltet, gleichviel, ob dies durch den Willen eines Gottes so geordnet ist oder aus bloßer Naturnotwendigkeit entspringt. Der naive Realismus liebt es, die Natur auf die materielle Natur, und deren Gesetzmäßigkeit auf mechanische beschränkt zu denken; er neigt deshalb zu einer materialistischen und mechanistischen Weltanschauung hin, in der die objektiv-reale Sphäre der Natur die beiden andern verdrängt oder doch überwuchert. Die metaphysische Sphäre wird entweder geleugnet (Atheismus) oder für unerkenntbar erklärt (metaphysischer Agnostizismus) oder aus der Welt hinausgedrängt und vor ihre Erschaffung verlegt (Deismus). Die modernen Naturwissenschaften sind darum mit diesen Zügen behaftet, weil sie sich auf dem Boden des naiven Realismus entwickelt haben. Die Erkenntnis der Natur muß ihnen als der Inbegriff erschöpfender Welterkenntnis erscheinen, weil die objektiv-reale Sphäre die beiden andern nicht neben sich aufkommen läßt.

Der transzendentale Realismus nimmt zur Natur eine wesentlich andre Stellung ein. Sie ist ihm bloßer Durchgangspunkt vom Geist zum Geist, und zwar sowohl in erkenntnistheoretischer, wie in praktischer, wie in genetischer Hinsicht; sie steht ihm an Bedeutung unvergleichlich viel niedriger einerseits als ihr Grund und Urquell, die metaphysische Sphäre, andrerseits als ihr wesentlicher Daseinszweck, die subjektiv-ideale Sphäre. Sie gilt ihm für unentbehrlich als Mittel, aber für absurd und wertlos als Selbstzweck; sie würde ihm als sinnlos, brutal und verächtlich gelten, wenn er sie für eine zwecklose Existenz halten müßte. Er findet sie nicht in der materiellen Welt und ihrer Mechanik erschöpft, sondern sieht in den mechanischen Vorgängen nur einen Teil des *influxus physicus* realisiert, und zwar denjenigen, der die Erscheinung der Materie hervorbringt. Er ist also nichts weniger als Naturalismus (Ztschrft. f. Phil. u. phil. Krit., Bd. 113 Hft. 1 S. 5—7) oder gar Materialismus und mechanistische Weltanschauung, obwohl er der Natur eine Wirklichkeit unabhängig vom Bewußtsein einräumt, die ihr in allen Gestalten des transzendentalen Idealismus mangelt, und obwohl er die Abhängigkeit des bewußten Geistes von der Natur als seinem Mutterboden vollauf anerkennt. Während der naive Realismus an eine un-

mittelbare Wahrnehmbarkeit der Natur glaubt und die Naturerkenntnis für so wichtig hält, weil er in ihr eine fast erschöpfende Welterkenntnis sieht, ist der transzendentale Realismus von der Überzeugung durchdrungen, daß wir unmittelbar nur die eignen Bewußtseinsinhalte wahrnehmen und von diesen aus nur mittelbar auf die Natur schließen können, und daß uns die Naturerkenntnis hauptsächlich darum so wichtig ist, weil wir durch sie neue und verbesserte Mittel zur Entwicklung des bewußten Geisteslebens und einen Weg mehr zur Erkenntnis der metaphysischen Sphäre erhalten.

Der transzendentale Realismus kann auf keine der drei Sphären verzichten. Die subjektiv-ideale Sphäre ist ihm unentbehrlich als der einzige unmittelbar gegebene Ausgangspunkt des Erkennens und als das Ziel, auf das alles Handeln der Individuen gerichtet ist, auch wenn es Veränderungen in der Natur zum Mittel wählt. Die objektiv-reale Sphäre ist ebenso unentbehrlich als das Fundament, auf dem das Gebäude des bewußten Geisteslebens sich erhebt, als die organische Grundlage, aus der die subjektiv-ideale Sphäre erblüht, und mit der sie sich vertieft und verfeinert, und als das Medium, das die Bewußtseinsindividuen miteinander verknüpft und dadurch ein geistiges Gemeinschaftsleben und einen Fortschritt der Gattung erst möglich macht. Die metaphysische Sphäre endlich ist unentbehrlich als erster Grund der Weltgesetzlichkeit und Weltharmonie und als letztes Ziel des Weltprozesses, als identisches Drittes, das die objektiv-reale und die subjektiv-ideale Sphäre der doppelseitigen Erscheinungswelt miteinander verbindet, und als das einheitliche Wesen, das dafür bürgt, daß die Kausalität und Finalität der Individuen nicht aneinander vorbeischießt, sondern sich trifft und eine Wirkung und supraindividuelle Zweckmäßigkeit erzielt (Archiv für syst. Phil. V. 1 S. 2—6; K. S. V—VI).

Wie die subjektiv-ideale Sphäre mit dem bewußten Geist und die objektiv-reale Sphäre mit der wirklichen Natur, so ist die metaphysische, hinter Natur und Bewußtsein liegende Sphäre mit dem unbewußten Geiste gleichzusetzen. Die Natur ist Produkt des unbewußten Geistes und darum durchweg geistvoll, wenn auch der Geist in ihr verhüllt ist; sie ist aber vom unbewußten Geiste nicht um ihrer selbst willen produziert, sondern, um als Geburtsstätte des bewußten Geistes zu dienen. So ist die Weltanschauung, zu der die transzentalrealistische Auffassung der Natur führt, noozentrisch, aber keineswegs an-

thropozentrisch, denn sie führt zwar kosmogenetisch vom Geiste durch die Natur zum Geist, aber sie sieht in dem bewußten menschlichen Geist erst ein Posterius der Natur und ihr Prius nur in dem unbewußten absoluten Geist. Die transzental-idealisten Standpunkte haben gegenüber dem Naturalismus und Materialismus darin Recht, daß sie die Natur nicht als letzte Ursache und Substanz, sondern als Produkt des Geistes auffassen; sie haben nur darin Unrecht, daß sie sie als Produkt irgend welchen (beschränkten oder absoluten, einheitlichen oder in Empfindungen zersplitterten) bewußten Geistes auffassen.

Nur weil die Natur Produkt eines Geistes ist und die Formen der Geistigkeit (Anschauungs- und Denkformen) an sich hat, nur darum vermag der bewußte Geist sie zu erkennen und zu verstehen, dem ja auch für sein Erkennen keine andern Formen als diese zu Gebote stehen. Nur das ihm Kommensurable und Konforme ist dem Geiste erkennbar; nur weil die Dinge ihm nicht von Natur inkommensurabel sind, kann der Mensch das Maß aller Dinge sein. Die Natur ist dem Menschen erkennbar, also ist sie ihm konform und kommensurabel, und sie kann beides nur sein, weil sie ebenso wie der bewußte Geist aus dem unbewußten Geiste stammt, der beiden die gleichen Formen aufprägt. So wird dem bewußten Geiste seine Geistigkeit zum Schlüssel für das Verständnis der Natur, wobei er nur von seiner Bewußtheit zu abstrahieren braucht; er versteht die Natur, so weit dieser Schlüssel sie ihm erschließt, würde aber verständnislos und hilflos ihr gegenüberstehen, wenn sie noch etwas andres in sich schlösse, was mit diesem Schlüssel nicht zu öffnen ist (U. III. 21—33).

„Der Naturprozeß ist die harte Arbeit des Zusichselberkommens des Geistes“ (U. 37). Auf der ersten Stufe bereitet er sich durch die unorganische, materielle Welt und ihre mechanischen, physikochemischen Gesetze den Boden für weiteres Aufsteigen vor; auf der zweiten Stufe entfaltet er vermittelst der organischen Entwicklungsgesetze die organische Natur auf der Grundlage der unorganischen und führt sie durch die pflanzliche und tierische zur menschlichen Organisation empor. Auf jeder dieser beiden Stufen geht mit dem natürlichen Dasein ein gewisses Insichsein Hand in Hand, oder ist mit der objektiven Realität der Natur ein Stück der subjektiven idealen Sphäre verbunden, und sei es auch nur ein Atombewußtsein oder Staubfadenbewußtsein; erst auf der Stufe der höher organisierten Tiere

erreicht diese Innerlichkeit einen Grad, der sie befähigt, der Anpassung des natürlichen Daseins an die Verhältnisse zu dienen, und erst im Menschen gelangt das bewußte Denken dazu, sich über die Sorge für das leibliche Wohl zu erheben, zu dem Weltprozeß und seinen Zwecken Stellung zu nehmen und sich bewußterweise in den Dienst der universellen Finalität zu stellen.

In diesem Zusammenhang wird nicht nur die Stellung der Natur im Weltganzen als dienendes Mittel für das Zusichselberkommen des Geistes deutlich, sondern auch die Stellung der niederen, unorganischen Stufe der Natur als Mittel der organischen. Betrachtet man die gesamte doppelseitige Erscheinungswelt als die dynamische Verwirklichung der absoluten Idee des unbewußten Geistes, so sind Natur und bewußtes Geistesleben ebenso wie unorganische und organische Natur bloße Teilausschnitte dieser absoluten Idee, die sich als niedere und höhere Stufen zueinander verhalten, und deren niedere als Mittel der höheren durch diese teleologisch bestimmt sind. So sind die Einrichtungen und Gesetze der unorganischen Natur von vornherein darauf zugeschnitten, die Entfaltung der organischen Natur auf ihrer Grundlage zu ermöglichen, und die Gesetze der organischen Natur von vornherein darauf eingerichtet, durch den aus ihr folgenden Aufstieg der Organisation bis zum Menschen einer Steigerung des bewußten Geisteslebens bis zur bewußten Teilnahme am Weltprozeß den Boden zu bereiten (N. 350—352). Daß die oberen Stufen kausal aus den unteren entspringen, darf uns nicht blind dagegen machen, daß die unteren in ihrer Gesetlichkeit final für die oberen veranlagt sind, und daß bei jeder höheren Stufe eine neue (organische bzw. psychologische) Gesetlichkeit hinzukommt, die erst den Aufstieg ermöglicht. So sind die niederen Stufen ideell durch die höheren bestimmt, obwohl die höheren reell aus den niederen hervorgehen. Man kann aus den höheren Stufen allein schon die ganze Welt verstehen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die niederen Stufen durch die höheren als ihr Mittel ideell bestimmt sind; dagegen kann man nicht aus den niederen Stufen allein schon die ganze Welt verstehen, weil sie zwar eine unentbehrliche reale Bedingung, aber nicht die zureichende Ursache der höheren Stufen sind (N. 354—359).

Vom Standpunkt des Naturalismus, wo die Natur ein Letztes, nicht mehr induktiv Überschreitbares ist, müssen die Naturkräfte und Naturgesetze als etwas Ungewordenes, also

Ewiges und Unveränderliches erscheinen. Da kann der Respekt des bewußten Geistes vor ihnen gar nicht groß genug sein; das auftauchende und bald wieder verschwindende Individualbewußtsein hat sich in Demut vor der Allmacht der ewigen Natur zu beugen, deren flüchtiges Produkt es selbst nur ist. Der Geist steht ohnmächtig im Gefühl seiner Kleinheit und Nichtigkeit vor der unermeßlichen Größe der Natur in zeitlicher, räumlicher und dynamischer Hinsicht. Denn die Erde ist ja nur ein Stäubchen im Weltgebäude, und doch kann schon das kleinste Teilchen der Erde in der Größe eines Steines den Menschen zerschmettern und sein Bewußtsein aufheben. Die dem Naturalismus gemäße Stimmung ist Schauder vor der Größe der Natur und Grauen vor ihrer Macht und der Unerbittlichkeit ihres gesetzmäßigen, alles zermalmenden Räderwerks (Preuß. Jahrb. Bd. 101 Hft. 2 S. 228—236).

Vom Standpunkt des transzentalen Idealismus hingegen ist die Natur ein bloßer Schein, den der bewußte Geist sich selbst vorgaukelt. Ihre Größe, Macht und scheinbare Unendlichkeit ist ihr nur vom Geiste geliehen, und wie der Träumende aufhört, sich vor den Schreckbildern seines Traumes zu ängstigen, wenn ihm aufdämmert, daß er nur träumt, so schwindet dem transzentalen Idealisten jeder Respekt vor der Natur, sobald er sich darauf besinnt, daß sie ja nur sein Geschöpf ist, eine Illusion, die er sich selbst vorzuspiegeln genötigt ist. Die Achtung vor der Größe der Natur, vor der Macht ihrer Kräfte und der Unverbrüchlichkeit ihrer Gesetze schlägt nun in Achtung vor der Größe und Macht des eigenen Geistes und der Unverbrüchlichkeit seiner psychologischen Gesetze um. Der Geist könnte nach souveräner Willkür mit seiner Natur spielen, wenn nicht die psychologischen Gesetze seiner Produktivität dieser Willkür Schranken zögen. Immer aber bleibt er der Eigner und seine Natur das Eigentum seines Bewußtseins. Die dem transzentalen Idealismus gemäße Stimmung ist die Geringsschätzung der Natur und der Hochmut des bewußten Geistes (Fichte, Stirner, Nietzsche).

Der transzendentale Realismus scheidet aus, was an den beiden Standpunkten unrichtig ist, und verknüpft synthetisch dasjenige, was an ihnen richtig ist. Er kann den Respekt des Naturalismus vor der Natur nicht teilen; denn sie gilt ihm nur als ein Produkt des Geistes, der ihre eminente Ursache ist. Der Geist hat sie vor endlicher Zeit gesetzt und wird sie nach end-

licher Zeit zurücknehmen; sie ist nicht ewig, sondern war einmal nicht und wird dereinst wieder nicht sein. Ewig ist nur der Geist, der sie setzen und aufheben kann. Unabänderlich sind ihre Gesetze nur für die endliche Dauer des Weltprozesses, mit dem sie beginnen und aufhören. Vor dem Geiste, der die Natur gesetzt hat und stetig weiter setzt, vor seiner Macht und Größe beugt sich der bewußte Geist in Ehrfurcht, vor seinem Werke nicht. Denn der Mensch weiß, daß er selber Geist von jenem Geiste ist, daß er ihm weit näher steht als die Natur, daß jener Schöpfergeist in ihm zu sich selber gekommen ist, und daß die Natur in ihm ihren nächsten Zweck erfüllt hat, zu dem sie geschaffen ist. Die räumliche Größe der Natur kann dem nicht mehr imponieren, der da weiß, daß es auf sie gar nicht ankommt, sondern auf die Innerlichkeit des Geistes, die mit räumlicher Ausdehnung nichts gemein hat. Die unermeßliche Dauer des Naturprozesses schrumpft zu einem Nichts zusammen gegen die Ewigkeit des Geistes, an der der Menschengeist mit seinem Wesen, wenn auch nicht mit seinem Bewußtsein, teilnimmt. Die rohe Gewalt der Naturkräfte kann den Leib des Menschen, weil er ein Teil der Natur ist, zermalmen; aber an seinem Geiste zerschellt sie ohnmächtig, wenn sie auch mit dem Leibe die Bedingung seines individuellen Bewußtseins zerstört. Der Geist ist unendlich viel mächtiger als die gesamte Natur; sind doch alle ihre mechanischen Kräfte nur Splitter von der Macht des naturschöpferischen Geistes.

Aber wenn die Natur aufhört, dem transzendentalen Realisten zu imponieren, so blickt er doch darum nicht mit Geringsschätzung auf sie. Denn er weiß, daß die Natur sowohl in Gestalt seines eigenen Leibes, als auch in Gestalt der sein Leben fristenden Außenwelt unentbehrliche Bedingung und wesentlich mitwirkender Faktor für die Entstehung und den Fortbestand seines Individualbewußtseins ist. Auch der transzendentale Idealist sieht die Natur als Bedingung seines Geisteslebens an, aber nur als unreale, bloß vorgespiegelte illusorische Bedingung, so wie der Träumende die Haltbarkeit der von ihm geträumten Brücke mit Recht als Bedingung dafür ansieht, daß er nicht einzubrechen und ins Wasser zu fallen träumen muß; wenn ihm das Bewußtsein aufsteigt, daß er nur träumt, so fürchtet er auch den Einbruch nicht mehr, mag die geträumte Brücke noch so unsicher sein. Nur für den naiven und transzendentalen Realisten ist die Natur reale Bedingung des bewußten Geistes, nur von

ihnen kann sie wahrheitsgemäß als solche geschätzt und verständigerweise als solche gepflegt werden.

Wie in bezug auf die Schätzung der Natur, so hält der transzendentale Realismus auch in bezug auf die Schätzung des bewußten Geistes die Mitte zwischen dem Naturalismus und dem transzentalen Idealismus. Wenn der erstere den bewußten Geist als einen unerklärlichen, eigentlich gar nicht existenzberechtigten Schein an der Natur und ihr gegenüber als etwas durchaus Nichtiges betrachtet, wenn dagegen der letztere ihn zum allmächtigen Schöpfer Himmels und der Erden aufbläht, so sieht der transzendentale Realismus in ihm weder das eine noch das andre, sondern ein Produkt aus dem Zusammenwirken des unbewußten Geistes und der Natur. Vor dem unbewußten absoluten Geiste, der ihn, teils unmittelbar durch synthetische Kategorialfunktionen, teils mittelbar durch die Mitwirkung der Natur, produziert, fühlt der beschränkte bewußte Geist seine absolute Abhängigkeit, Ohnmacht und Nichtigkeit und bescheidet sich in Demut. Der Natur gegenüber dagegen fühlt er sich mit Recht als das unvergleichlich Höhere, als den Zweck, dem sie nur als Mittel dient, als den dem absoluten Geiste näher Stehenden, seine Einheit mit ihm Wissenden und seinen Zwecken mit Bewußtsein und mit Willen Dienenden. In seinem geistigen Wesen erhaben über Raum und Zeit, hat er ewiges Leben in der Einheit mit dem ewigen absoluten Geist und kann lächelnd hinabblicken auf die zeitliche Extension des Naturprozesses, die der Ewigkeit in jedem Zeitpunkt gleich fern und entgegen gesetzt bleibt. Hier gibt es weder törichtes Grausen und Schaudern vor der Natur mehr, noch überspannte Überhebung über sie und Größenwahn des Bewußtseins, sondern Unterordnung bei der Erscheinungssphären der Welt unter die metaphysische Sphäre und teleologische Überordnung der subjektiv-idealen Erscheinungssphäre über die objektiv-reale.

II. Die Beschaffenheit der Natur.

Die Natur ist die Naturgesetzlichkeit, realisiert durch ein dynamisches Moment und angewandt auf die jeweilig gegebene Konstellation oder Konfiguration der Elemente.

Die Natur folgt Gesetzen, auf ihren niederen Stufen einfacheren, auf ihren höheren komplizierteren. Das Gesetz kann durch eine mathematische Formel oder Bestimmungsgleichung ausgedrückt werden, sofern vorausgesetzt wird, daß die Natur nur

quantitative und keine qualitativen Bestimmungen enthält. Die Formel zeigt eine konstante mathematische Funktion zwischen veränderlichen Größen, ist aber stets durch konstante Größen mitbestimmt; z. B. das Fallgesetz durch g , die konstante Beschleunigung der Schwere auf der Erdoberfläche (K. 315—316, 349—350, 423—424, 481—483). Die einfacheren, unorganischen Gesetze ergeben einfache, eindeutige Bestimmungen des Resultats; die komplizierteren, organischen Gesetze zeigen dagegen eine so große Mannigfaltigkeit von Variablen und in der graphischen Darstellung der Funktion so verwickelte Kurven, daß wir nicht mehr imstande sind, sie in Gleichungen zu präzisieren, obwohl wir auch hier von der Gesetzmäßigkeit des Geschehens überzeugt sind (K. 483—486). Die Gesetzlichkeit ist nur ein andres Wort für die Konstanz der mathematischen Funktion, d. h. der Abhängigkeit, in der die variablen Größen untereinander und von den konstanten stehen. Das Gesetz als expliziertes kommt nur als Abstraktion im menschlichen Denken vor; in der Natur ist die Gesetzlichkeit eine implizite, jedem Einzelfall immanente. Sondergesetze sind ebenfalls (gleich den Sonderkausalitäten) nur Abstraktionen und willkürlich herausgehobene Ausschnitte des menschlichen Denkens; in der Natur gibt es eigentlich nur Eine, das ganze Weltgeschehen umspannende Gesetzlichkeit, wie es nur eine universelle Kausalität gibt (K. 422—423). Die Natur ist in ihren Veränderungen von Fall zu Fall logisch determiniert, und da unter gleichen Umständen diese logische Determination gleich ausfällt, so fassen wir alle solche gleichen Determinationen in ein Gesetz zusammen; dabei müssen wir aber von den stets mitspielenden ungleichen Nebenumständen abstrahieren und eine faktisch nicht existierende Gleichheit der Fälle voraussetzen, um sie zusammenfassen zu können. Unsre Gleichungen drücken die Naturgesetze insofern unvollständig aus, als sie die Richtung des Geschehens nicht bezeichnen (daß das Ei zum Huhn und nicht das Huhn zum Ei wird); die Richtung des Geschehens muß überall hinzugedacht werden, wo nicht die Funktionen an sich schon eine unumkehrbare Gestalt haben (Ps. 342—343).

Das Gesetz schwebt in der Luft und lehrt noch gar nichts über das, was wirklich geschehen wird, wenn nicht die augenblickliche Konstellation der Naturbestandteile gegeben ist, auf welche das Gesetz angewandt werden soll. Diese ist auf gesetzmäßige Weise aus der Konstellation des vorhergehenden Augenblicks entstanden, und so weiter bis zur Anfangskonstellation des Welt-

prozesses. Das was die Natur heute ist, ist sie nicht bloß durch die ihr immanenten Gesetze geworden, sondern auch durch die ihr verliehene Anfangskonstellation ihrer Elemente. Bei einer andern Anfangskonstellation wäre trotz gleicher Gesetze der Naturprozeß ganz anders verlaufen, und die Natur hätte in jedem Augenblick ein ganz andres Antlitz dargeboten, als sie tatsächlich getan hat (K. 425, 316—317).

Die Anwendung des einen universellen Weltgesetzes von einer für uns unübersehbar komplizierten Formel auf alle Konstellationen von der Anfangskonstellation bis zur Endkonstellation bestimmt alles, was im Laufe des gesamten Naturprozesses geschehen soll; d. h. sie bestimmt in jedem Augenblick die Veränderung, die vorgenommen muß, um die Konstellation des nächsten Augenblicks herzustellen. Aber damit das so seinem Inhalt nach Bestimmte auch wirklich geschieht, muß dem Gesetze auch die Macht bewohnen, sich zu realisieren, sich praktisch durchzusetzen. Die abstrakten fiktiven Sondergesetze in unserm Bewußtsein haben jedenfalls solche Macht nicht, obwohl wir doch glauben, mit ihrer begrifflichen oder mathematischen Formulierung den ganzen Inhalt der entsprechenden Ausschnitte des einen universellen Weltgesetzes erschöpft zu haben. Wir können zu der logischen Determination der Natur von Fall zu Fall, d. h. zu dem realen Korrelat unsrer begrifflichen Gesetze, allerdings diese Macht hinzudenken und sie ihr beilegen; aber wir müssen uns darüber klar sein, daß wir damit etwas zum Begriff des Gesetzes hinzugefügt haben, was in ihm als solchem nicht liegt. Nur wer die abstrakte Fiktion des Gesetzes nicht durchschaut, kann dem Gesetz selbst eine substantielle Existenz und auf Grund dieser dann dem Gesetz die Macht, sich selbst zu verwirklichen, zuschreiben (Ph. 203; Au. 541—543); wer dagegen in der Gesetzmäßigkeit nur die logische Determination des konkreten Falles sieht, von der wir erst unsre Gesetze abstrahieren, der wird auch nicht darüber im Zweifel sein, daß das Gesetz nur angibt, was logischerweise zu geschehen hat, also eine ideelle Bestimmtheit des Weltinhalts im künftigen Augenblick, daß aber noch etwas hinzukommen muß, das diese logisch ideelle, inhaltliche Bestimmtheit realisiert. Die Gesetze drücken erst die ideale Seite der Natur aus, in der die bloß bewußtseinsimmanente Scheinnatur des transzentalen Idealismus sich erschöpft; die wirkliche Natur hat außer dieser ideellen Seite noch eine reelle, mag man diese nun in der Kraftäußerung (dem Produkt aus Masse

und Beschleunigung), oder in der Bewegungsgröße (dem Produkt aus Masse und Geschwindigkeit), oder in der lebendigen Kraft oder aktuellen Energie (dem halben Produkt aus Masse und Geschwindigkeitsquadrat) suchen.

In allen diesen Fällen tritt etwas Intensives, Wirkungsfähiges zu dem Gesetz hinzu, das ihm die Verwirklichungsmacht verbürgt. Die Masse zeigt an, wieviel Intensitätsmomente ins Spiel kommen; die Beschleunigung, die Geschwindigkeit oder das halbe Geschwindigkeitsquadrat zeigen an, einen wie hohen Grad die Intensität dieser Momente hat. Beide zusammen weisen darauf hin, daß das Gesetz Umformung von etwas ist, was wir hier kurz als Naturkräfte bezeichnen wollen (K. 322—324, 355 bis 356). Die Naturkräfte sind für den Begriff der Natur ebenso unentbehrlich wie die Naturgesetze; denn wäre nicht etwas da, worauf das Gesetz sich bezöge, und dessen Umformung durch das Gesetz bestimmt würde, so schwebte das Gesetz in der Luft und könnte keine Natur konstituieren. Überall wo Kraft ist, die gesetzmäßig auf andre Kräfte wirkt, da entsteht in dieser Kollision der Kräfte ein Stück Natur, sei es, daß die Kräfte sich im Gleichgewicht halten, sei es, daß sie aus einem Ungleichgewicht das Gleichgewicht herzustellen bemüht sind. Die Natur reicht so weit, wie Kräfte sind, die nach Gesetzen agieren. So wie es keine noch so tiefstehende Kraft gibt, der nicht eine dumpfe Innerlichkeit zukäme, so gibt es keine noch so hochstehende geistige Individualitätsstufe, der nicht auch die Macht nach außen hin auf andre zu wirken beiwohnte, die also in diesem Sinn nicht auch mit zur Natur gehörte. Wie das Atom durch Atomempfindungen seinen Beitrag zur subjektiv-idealen Sphäre, so liefert auch der erhabenste Genius durch Kräfte, mit denen er auf seinen Organismus einwirkt, seinen Beitrag zur objektiv-realen Sphäre. Es ist also ein viel zu enger Naturbegriff, wenn man nur an die materiellen Naturerscheinungen und an die unorganischen Naturkräfte und Naturgesetze denkt (Ps. 366).

Eine ruhend gedachte Kraft würde, solange sie ruht, keinen Beitrag zur Natur liefern; sie produziert ein Stück Natur nur durch ihre Kraftäußerung, die sich mit der Zeit zur Bewegungsgröße integriert, wie mit der Strecke der Wirksamkeit zur Energie. Auch im Gleichgewicht stehende Kräfte, die ein ruhendes System von Kräften darstellen, sind doch als Einzelkräfte nicht in untätiger Ruhe, sondern produzieren beständig Kraftäußerungen. In diesem Sinne ist Natur nur da, wo gegenwärtige Pro-

duktion von Kraftäußerung stattfindet, und diese Kraftäußerungen kooperieren und kollidieren. Wenn wir die Natur als Produkt anschauen, so tun wir dasselbe, wie wenn wir die Bewegung als stillstehende Konfiguration anschauen; d. h. wir fixieren die Situation eines aus dem Flusse herausgehobenen Augenblicks und betrachten sie als Ergebnis des Werdens, ohne darauf zu reflektieren, daß diese Situation nur insofern ein Dasein hat, als sie nicht fixiert ist, d. h. als die Produktion oder die Bewegung weitergeht. Somit ist die Natur immer nur als lebendige Produktivität da, niemals als *caput mortuum* eines vergangenen Produktions- oder Schöpfungsaktes.

Diese Wahrheit wurde zuerst vom transzendentalen Idealismus (Schelling) ausgesprochen, aber nur in bezug auf die bewußtseinsimmanente Scheinnatur, die vom geistigen Individuum selbst für sein Bewußtsein produziert wird (Sch. 141). Indessen ebenso, wie das Naturbild im Bewußtsein nur ist, wenn und solange es vom wahrnehmenden Subjekt produziert wird, grade so gut ist auch die wirkliche Natur nur da, wenn und solange sie vom absoluten Geist produziert wird, oder solange sie sich selbst produziert durch Betätigung der Naturkräfte. Für einen toten Stoff als substantiellen Rückstand vergangener Schöpfungsakte ist dabei kein Platz mehr übrig; es ist ein Hauptverdienst des transzendentalen Idealismus, daß er die Menschen daran gewöhnt hat, den Stoff als ein sinnliches Trugbild der subjektiv-idealen Erscheinung zu durchschauen und auf jede transzendentale Projektion dieses Trugbildes über die Grenzen des Bewußtseins hinaus zu verzichten. Sein Fehler war nur, daß er auch Räumlichkeit, Zeitlichkeit und Kausalität für bloß der subjektiv-idealen Sphäre angehörig erachtete und damit die Möglichkeit jeder Kraftäußerung, d. h. die Realität der Natur selbst aufhob (U. II. 487 bis 488, 496—497; K. 146, 172). Solange die Intensität sich nach innen kehrt und in dem Individuum selbst verharrt, solange bleibt sie bloß passive Intensität des intraindividuellen Gefühls und der Empfindung und kann nur einen subjektiv-idealen Reflex oder ein Bild der Natur fürs Bewußtsein hervorbringen; sobald aber die Intensität sich nach außen wendet und mit andern Intensitäten in interindividuellen Widerstreit gerät, ist sie aktiv und produziert ein Stück Natur (K. 56—60, 409—412, 414—416; L. 430 bis 433). Nur als Produkt angeschaut ist die Natur *natura naturata*; als Produktivität aufgefaßt ist sie *natura naturans* (Spinoza). Als *natura naturata*, d. h. als jeweilige Kollision der Kraftäuße-

rungen, bildet sie die objektiv-reale Erscheinungssphäre; als natura naturans, d. h. als gesetzmäßige Betätigung der Kräfte oder als produktive Funktion, gehört sie bereits der metaphysischen Sphäre an.

Eine Kraft kann nicht wirken, ohne etwas zu haben, worauf sie wirkt; denn sonst würde ihr Versuch zu wirken ins Leere gehen und nichtig sein. Alle vollständig ausgedrückten Gesetze setzen eine Mehrheit von aufeinandertreffenden Beschleunigungstendenzen, Bewegungsgrößen oder Energien voraus, und wo es bei unvollständig ausgedrückten Gesetzen anders scheint, wird eben die Gegenkraft als selbstverständlich vorhandene stillschweigend vorausgesetzt (Ph. 89—90). Gäbe es nur eine einzige Kraft in der Welt, so wäre das ebenso, als ob es keine gäbe; d. h. eine ungeteilte universelle Kraft könnte keine objektiv reale Erscheinung, keine Natur produzieren. Es müssen entweder viele gesonderte Kräfte von jeher nebeneinander bestehen, oder die Eine Weltkraft muß ihre Kraftäußerung in viele Teilkraftäußerungen spalten und diese gegeneinander kehren. Substantiell getrennte Kräfte hätten bei ihren Versuchen, aufeinander zu wirken, keine Möglichkeit, einander zu treffen, weil sie weder in einem vorgefundenen gemeinsamen leeren Raum sein, noch einen solchen gemeinsam produzieren könnten; deshalb bleibt nur die zweite Möglichkeit übrig, daß die Eine Weltkraft ihre universelle Kraftäußerung in Kraftindividuen zersplittet und so eine Welt dynamischer Individuation setzt, die ihre Teilkraftäußerungen dem universellen Gesetz gemäß spielen läßt. Nur ein solches gesetzmäßiges Widerspiel individualisierter Kräfte kann Natur heißen; zur Natur gehört also notwendig eine Welt realer Individuation, nicht bloß eine, die in der subjektiven Vorstellung irgend eines Bewußtseins besteht.

Diese reale Individuation vollzieht sich auf der untersten Individualitätsstufe durch bloße räumliche Bestimmtheit. Das einfache Uratom A unterscheidet sich vom Uratom B nur durch den Ort, den der Ausgangspunkt seiner Kraftäußerungen oder sein Strahlungsbrennpunkt in diesem Augenblick einnimmt. Denn da die Atomkräfte zwischen je zwei Atomen in der Normalen, d. h. in der graden Verbindungsline beider, wirken, und von jedem Atom diese graden Verbindungslien nach allen andern Atomen gezogen werden müssen, so ist jedes Atom ein Zentrum, das Kraftäußerungen nach allen Richtungen aussendet, oder eine Zentralkraft. Die Identität des Atoms als Individuum ist ver-

bürgt durch die gesetzmäßige Stetigkeit seines Ortswechsels. In einem isolierten und fixierten Zeitpunkt wäre die Ortsverschiedenheit allein ausreichendes Mittel der Individuation; aber eine solche Isolierung ist eine Fiktion, da die Kräfte nur sind durch ihr Wirken, und ihr Wirken sich nur in der Zeit vollziehen kann. Mit der Zeit aber ändert sich die Konstellation der Atome, so daß das Atom B jetzt da stehen kann, wo vorher das Atom A stand. Deshalb kann nur Raum und Zeit zusammen als ausreichendes Mittel der Individuation gelten. Eine Gruppe von Atomen (Sandkorn, Fels) ist als diese konkrete bestimmt durch die Individualität ihrer Atome; ein zusammengesetztes Individuum (Moleküle, Zelle, Organismus) bedarf ebenfalls keines andern Individuationsmittels als der Individualität der Atome, aus denen es zusammengesetzt ist, auch dann nicht, wenn, wie bei organischen Individuen, ausscheidende Atome stetig durch gleichwertige eintretende ersetzt werden. Kommen bei Organismen zu den Zentralkräften der Atome noch andre, nicht zentrierte Kräfte hinzu, so können diese nicht durch den ihnen fehlenden Ausgangspunkt ihres Wirkens individuiert sein; sie bedürfen aber auch keiner eigenen Individuation mehr, weil sie an dem Angriffsobjekt ihrer Wirksamkeit, dem individuellen Organismus, eine völlig ausreichende Individuation *ad hoc* haben (U. II. 256—263, 543).

Die Verbindung der Atome zu Gruppen, physischen Körpern, erfolgt lediglich durch Anziehungskräfte, die Sonderung der Gruppen gegeneinander, oder die Abgrenzung der physischen Körper, lediglich durch Abstoßungskräfte der Atome, teils der dem Körper selbst, teils der den andern Körpern angehörenden. So ist die Abgrenzung des Weltgebäudes ausschließlich, die eines festen Körpers überwiegend durch innere Kräfte, die eines Gases ausschließlich durch die äußeren Kräfte der es einschließenden festen Wandungen bedingt. Alles ist bis zu einem gewissen Grade getrennt, sonst wäre es eins und könnte nicht verbunden sein; alles ist aber auch bis zu einem gewissen Grade verbunden, sonst wäre es ja außer realer Beziehung zueinander (K. 208 bis 209, 230—231). Überall ist ein Ineinander von Stetigkeit und Sonderung, Kontinuität und Diskretion in der Natur; geht man dieser Zweihheit auf den Grund, so findet man in der Kraftäußerung das Prinzip der Stetigkeit, in der Individuation der Zentralkräfte dasjenige der Sonderung. Die stetige Kraftäußerung setzt die Stetigkeit der Zeit und des Raumes, der Veränderung und Bewegung und der stetigen Zu- oder Abnahme ihrer

selbst mit der Entfernung; die diskrete Verteilung der Kraftzentren an verschiedene Raumpunkte macht dagegen, daß die Atomgruppen gesondert sind, z. B. die Primitivfasern des Sehnerven.

In der Natur ist alles stetig, weil die Natur ganz Produktivität ist; aber es kann nur etwas geschehen und produziert werden, weil eine Diskretion der Kräfte ihr Gegeneinanderwirken ermöglicht. Jede einzelne Zentralkraft ist in sich kontinuierlich, weil sie den ganzen Weltraum dynamisch stetig erfüllt, und die Gesamtheit aller Zentralkräfte ist eine stetige Dynamik, weil alle denselben Weltraum mit gleicher Stetigkeit erfüllen. Abgesondert aber ist jedes Atom und alle untereinander dadurch, daß der Kraftstrahlungspunkt eines jeden eine andre Lage oder Exzentrizität im Weltraum hat. So ist das Kontinuierliche und Diskrete in der Natur in einander, und jedes von ihnen kann nur darum sein, weil es am andern, mit dem andern und durch das andre ist. Aber niemals versucht die Natur, das eine durch das andre auszudrücken und wiederzugeben, wie der Mensch es versucht, wenn er mit den diskreten Begriffen und Maßstäben seines diskursiven Denkens das Stetige der Natur zu bestimmen unternimmt und sich dazu der Infinitesimalrechnung bedient. Alle Widersprüche, die bei diesem Unternehmen zutage treten, röhren nur daher, daß dieses Unternehmen in sich widerspruchsvoll ist, nicht daher, daß die Natur widerspruchsvoll wäre (K. 79—80, 83—85, 87, 93—94, 158—160, 230—231, 267—269—270, 273, 275).

Die Naturwissenschaften sahen sich vor die Aufgabe gestellt, die physischen und die physiologischen Reize zu analysieren, durch die in dem wahrnehmenden Bewußtsein Empfindungsqualitäten erregt werden. Dabei gelangten sie unwillkürlich auf lauter quantitative Verhältnisse, nämlich auf Schwingungen von bestimmter Geschwindigkeit und Gestalt und auf eine bestimmte räumliche Anordnung der materiellen Teilchen in den Nerven und ihren Zentralorganen. Desgleichen mußten die Verschiedenheiten in der Dichtigkeit und Festigkeit der Körper, in ihren Aggregatzuständen, in ihrer Durchlässigkeit für Licht, Wärme und Elektrizität, ebenso wie das chemische Verhalten, die Isomerie und Polymerisation auf verschiedene Anordnung der materiellen Teilchen zurückgeführt werden. Verteilung im Raume ist aber eine extensiv-quantitative Bestimmung, wie der Stärkegrad der Kraftäußerung eine intensiv-quantitative Bestimmung ist (K. 34 bis 36). Was für die subjektiv-ideale Sphäre ein Qualitätsunterschied ist, dessen objektiv-reales Korrelat in der Natur erweist

sich als eine Unterschied von extensiven und intensiven Quantitätsverhältnissen (K. 1—34; Ps. 221—222).

Die Qualität stellt sich als eine zweckmäßige Denkabbreviatur dar, um eine vielleicht unübersehbar feine räumliche Anordnung oder die Wiederholung äußerst rascher Schwingungen einheitlich zu perzipieren und diese objektiv-realnen Verhältnisse durch die von ihnen im Bewußtsein hervorgebrachte Wirkung (rot, süß, Ton) kurz und treffend zu charakterisieren. Es ist lediglich die Herkunft vom naiven Realismus, die uns verleitet hat, die Empfindungsqualitäten als solche in die Dinge hinauszuprojizieren, durch die sie hervorgerufen werden, und es ist der transzendentale Idealismus, der durch seine Leugnung einer objektiv-realnen Natur heute noch viele Naturforscher hindert, ihre Stoffe, Naturkräfte oder Energien völlig qualitätslos zu denken (K. 36—42). Die Leugnung jeder Qualität in der Natur ist übrigens ganz unabhängig davon, ob man auf dynamischem, auf energetischem oder auf stofflich-materialistischem (hylokinetischem) Boden steht, und ob man Atome annimmt oder bestreitet; denn es ist hierfür gleichgültig, wie man sich die Teilchen, auf deren Anordnung und Bewegung alles ankommt, näher ausdenkt.

Im allgemeinen wird heute zugegeben, daß die Natur qualitätslos ist, und daß auch die drei Dimensionen des Raumes extensiv-quantitative, aber nicht qualitative Unterschiede darstellen. Nur gegen die Quantitatitität des Unterschiedes zwischen Anziehung und Abstoßung erheben sich vielfach Bedenken, weil dieser Unterschied mathematisch durch den Unterschied der Vorzeichen, d. h. des Positiven und Negativen, ausgedrückt wird, und weil nach alter logischer Terminologie der Unterschied von Position und Negation als Unterschied in der Qualität des Urteils bezeichnet wird. Nun hat aber die Verneinung und Bejahung im diskursiven bewußten Urteil einen ganz andern Sinn als der Richtungsgegensatz bei Kraftäußerungen oder Bewegungen. Das verneinende Urteil setzt nichts, sondern hebt nur ein etwa Gesetztes auf, und es ist nicht der Willkür anheimgestellt, welches von zwei entgegengesetzten Urteilen man negativ nennen will; die entgegengesetzt gerichtete Kraft oder Bewegung ist aber ebenso positiv wie ihr Gegensatz, und es ist lediglich Sache der Übereinkunft, wie man die beiden Vorzeichen auf beide verteilt (K. 211—213, 205—207). Ob ein Punkt eine Strecke in der Richtung AB oder in der Richtung BA zurücklegt, hängt davon ab, zu

welcher Zeit er sich in A, zu welcher Zeit er sich in B, und zu welcher Zeit er sich in je einem der dazwischen belegenen Punkte befindet; die extensiv-räumlichen Bestimmungen des Ortes und der Zeit bestimmen also die Richtung der Bewegung eindeutig und erschöpfend und lassen keinen Platz mehr für eine qualitative Bestimmung frei.

Wäre der Begriff der Natur nicht weiter als der der materiellen Natur, so wäre die Qualitätslosigkeit der Natur hiermit erledigt; aber wenn man von „geistigen NATUREN“ und von der „Natur des Geistes“ redet, so hat man den Naturbegriff schon weiter gefaßt. In der Tat kann die Erscheinung der Materie nur durch Gruppen von Zentralkräften entstehen, und auch durch diese nur unter gewissen Bedingungen und in höherem oder geringerem Grade. Undurchdringlichkeit und Festigkeit in Verbindung zeigt nur der feste Aggregatzustand, Undurchdringlichkeit ohne Festigkeit der tropfbar flüssige, aber auch dieser schon nicht mehr gegen Ionen (Spaltmoleküle) gelöster Stoffe; die Gase haben weder Festigkeit noch Undurchdringlichkeit gegeneinander, wenn sie auch noch einen Druck gegen feste Wandungen ausüben; die Elektronenströmungen (Kathodenstrahlen) und der Äther stehen dem Schein der Materialität schon sehr fern, da ihnen auch das Gewicht zu fehlen scheint. Aber sie alle können doch unter Umständen integrierende Bestandteile materieller Erscheinungen werden und zu deren Zustandekommen beitragen, weil sie immerhin noch Gruppen von Zentralkräften darstellen, die durch den Brennpunkt ihrer Kraftstrahlen örtlich bestimmt sind und als Gruppen einen bestimmten Raum erfüllen können.

Dies fällt aber weg bei dem unbewußten Nachaußenwirken geistiger Individuen, bei ihrer Wirkung auf den eigenen Leib, durch diesen auf die übrige materielle Natur und durch diese auf andre Geister. Hier handelt es sich nicht mehr um Kräfte, die in der Normale wirken und dadurch einen Ausgangspunkt und Brennpunkt ihrer Kraftstrahlen haben, sondern um solche, die nur Angriffspunkte an materiellen Zentralkräften finden, und krummlinig (drehend, scherend, deformierend) auf sie wirken, um potentiallose und ergallose Kräfte, bei denen keine Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung mehr besteht wie bei Normalkräften. Daß es solche Kräfte geben kann, ist zweifellos, denn niemand kann behaupten, daß die Natur durch irgend welche Notwendigkeit gezwungen sei, ausschließlich mit Zentralkräften zu operieren, wenngleich die unorganische Natur uns keine andern

vermuten läßt. Daß solche Kräfte, wenn es deren gibt, nur in der organischen Natur vorkommen können und konstituierende Faktoren der organischen Individuen sein müssen, darüber besteht Übereinstimmung. Ob es solche gibt, darüber waltet noch der Streit; aber daß sie, wenn es deren gibt, zur Natur gehören und den Begriff der Natur über die Grenzen der materiellen Natur hinaus erweitern, darüber sollte kein Streit sein (Ph. 366). Wenn es eine Autonomie des organischen Lebens, eine höhere, über die unorganische übergelagerte organische Gesetzlichkeit gibt, so ist dies auch ein Stück Naturgesetzlichkeit, und darum müssen auch die Kräfte, die die Selbstverwirklichungsmacht dieser höheren Naturgesetzlichkeit ausmachen, Naturkräfte sein und einen Bestandteil der Naturdynamik bilden. Vor und jenseits der Materie liegen sowohl die zentralen als auch die nichtzentralen Kräfte, sind also in diesem Sinne beide gleich immateriell und unstofflich. Aber die nichtzentralen bringen niemals und unter keinen Umständen die Erscheinung der Materie hervor; die zentralen Kräfte dagegen tun dies, sobald sie sich dicht genug gruppieren. Man kann daher die nichtzentralen und zentralen Kräfte auch als nicht materierende und materierende Kräfte bezeichnen (Ps. 366—367).

Wer nun solche nichtzentrale, nichtmaterierende Kraft annimmt und sie den Seelen der zusammengesetzten organischen Individuen zuschreibt (K. 512, 514—516), der kann leicht dazu verleitet werden, ihnen Qualitäten beizulegen, z. B. die individuelle Gemütsanlage, Charakterbeschaffenheit, Talente und intellektuelle Fähigkeiten auf sie zu beziehen, die sich bei ihrer Betätigung unzweifelhaft durch qualitative Färbung der von ihnen hervorgerufenen psychischen Phänomene für das Bewußtsein charakterisieren. Während bei materiellen Dingen die Heterogenität der Dinge selbst und der sie repräsentierenden und symbolisierenden Empfindungsqualitäten leichter durchschaut wird, hält diese Unterscheidung bei geistigen Tätigkeiten und Anlagen schwerer, weil sie mit den geistigen Phänomenen gleichartig zu sein scheinen. Man übersieht dabei den Gegensatz von (unbewußter) Tätigkeit und (bewußtem) Phänomen, deren erstere zur objektiv-realnen, deren letztere zur subjektiv-idealnen Erscheinung gehört. Die psychische Tätigkeit ist unmittelbar auf materielle Teile (Hirnmoleküle) gerichtet, und durch deren Lagerung und Schwingungszustände, d. h. durch extensiv und intensiv quantitative Verhältnisse mitbestimmt; auch die individuellen Dispositionen, durch deren Funktionieren die psychische Betätigungsweise mitbestimmt

wird, hängt von solchen räumlichen Verhältnissen in den kleinsten materiellen Teilchen der Zentralorgane ab. Die hinzukommenden leitenden und ordnenden Tätigkeiten sind supraindividuell, also ihrem Ursprung nach von individuellen Eigenschaften unabhängig, und logisch-teleologisch bestimmt, also nicht qualitativ bestimmt. Insoweit bestimmte räumliche Typen als zu realisierender ideeller Inhalt dieser Tätigkeiten gedacht werden, sind auch diese quantitativ und nicht qualitativ bestimmt.

Wir können zur Charakteristik geistiger Anlagen ruhig qualitative Bestimmungen (wie gut und böse) als Denkabreviaturen weiter brauchen, müssen aber dabei (ebenso wie bei rot und süß) dessen eingedenk bleiben, daß wir damit die bewußtphänomenale qualitative Zusammenfassung komplizierter Ergebnisse auf die unbewußten Tätigkeiten und Anlagen, aus denen diese entstanden sind, zurückübertragen. Soweit der Geist eine nach außen gewandte Naturseite hat und in die übrige Natur eingreift, ist er ebensowenig qualitativ wie die materielle Natur, steht aber zu seiner eigenen qualitativen Innenseite in noch regerer Beziehung als diese (K. 46—47).

Ohne Zweifel ist die Qualität etwas Höheres als die Quantität und der ganze Naturprozeß zielt darauf ab, möglichst reichhaltige qualitative Erscheinungswelten in den Bewußtseinen auszulösen. Nur der Geist hat in seinem Bewußtsein Klang, Licht, Farbe und Duft; die Natur selbst ist klanglos, dunkel, farblos und duftlos, ein sinnverwirrender Mückentanz kleinster Teilchen (U. III. 25, 22—23). Reichtum und Schönheit zeigt erst das Bild der Natur im Geiste, im Vergleich zu dem die Natur selbst eintönig und armselig ist. Die Natur erfüllt aber ihren Zweck, im Geiste die reiche und schöne subjektiv-ideale Erscheinungswelt anzuregen, durch ihre qualitätslose quantitative Bestimmtheit gerade so gut, als wenn sie daneben noch mit Qualitäten ausgestattet wäre; denn sie könnte doch nur durch ihre quantitative Beschaffenheit, durch die Intensität und den Rhythmus ihrer Schwingungen usw. auf die Sinne wirken, und müßte es doch der Seele überlassen, aus diesen die Qualitäten sich aufzubauen. Qualitäten der Natur könnten auf keine Weise unmittelbar die Sinne affizieren und durch die Sinne in die Seele hineinspazieren (E. 24—35). Die Qualitäten der Natur wären ein ebenso überflüssiges fünftes Rad am Wagen, wie die ganze Natur es im Okkisionalismus ist. Weil die subjektiv-ideale Sphäre das Höhere der objektiv-realen ist, so ist auch die nur der ersteren angehörige Verbindung von

Qualität und Quantität das Höhere im Vergleich zu den qualitätslosen Quantitätsverhältnissen der Natur, und zwar nicht bloß der materiellen, sondern auch der geistigen Natur. Der Naturalismus mag ein Interesse daran haben, die Natur durch Zuerkennung von Qualitäten in ihrem Werte zu heben; aber alle Standpunkte, die über bloßen Naturalismus hinausgegangen sind, haben kein Interesse daran, die Natur über ihre untergeordnete und dienstbare Stellung zu erheben und sie mit Werten zu schmücken, deren Besitz das Vorrecht des bewußten Geistes ist.

Schon die Nominalisten und Locke hatten die Qualitätslosigkeit richtig erfaßt, aber sie hatten den Stoff als die Substanz der Natur stehen lassen, und darum mußten nach Locke erst der Berkeleysche Immaterialismus und der transzendentale Idealismus kommen, um der Welt klar zu machen, daß vor allem der Stoff ein bloßes Wahngebilde der subjektiven sinnlichen Anschauung, eine innerhalb gewisser Grenzen praktisch nützliche, aber theoretisch falsche und nicht auf die objektiv-reale Sphäre übertragbare Denkabbreviatur oder Zusammenfassung gewisser materieller Erscheinungen in ein Anschauungsbild sei. Der punktuelle Atomismus der Mathematiker und Physiker (wie Boscovich, Ampère, Cauchy, Tyndall) kam diesen Bestrebungen ebenso entgegen wie die moderne Energetik und machte endlich die Bahn frei zu einer unbefangenen Erforschung der Natur selbst, die uns zwar überall Kräfte und Energien, aber nirgends die leiseste Spur von einem Stoffe zeigt. Die passive Empfindung der räumlichen Sinne erfüllt durch ihr bloßes Dasein ein Stück des Bewußtseinsraumes; wird nun diese Empfindung als Stoff in die Natur hinausprojiziert, so wird dieser Stoff als etwas gedacht, was durch sein bloßes untätigtes Dasein den Raum stetig erfülle. Etwas derartiges kennt aber die moderne Naturwissenschaft nicht; sie muß es vielmehr leugnen und behaupten, daß etwas nicht Wirkendes so gut wie nicht wäre, und daß alle Wirkungen, auch die Festigkeit und Undurchdringlichkeit aus Kräften und Energien, aber keine aus bloßem, kraftlosem Stoffe entspringe. Könnte man einem Stück Materie alle Kräfte entziehen, so ist nicht mehr anzugeben, was es dann noch wäre, oder ob es noch wäre; jedenfalls würde es dann aufhören, die Erscheinung der Materie hervorzubringen. Die Materie ist überall ein kompliziertes Produkt aus Kräften oder Energien; etwas wie Stoff spielt aber unter den Faktoren dieses Produkts keine angebbare Rolle, und der weit verbreitete Glaube, daß dies doch der Fall sei, ist lediglich ein aus dem naiven Realis-

mus stehen gebliebenes sinnliches Vorurteil (U. II. 106—113, 485—489).

III. Die Erkenntnis der Natur.

Es gibt keine reine Naturwissenschaft *a priori* aus bloßer Vernunft im Sinne Kants; alle Erkenntnis der Natur ist empirisch, sofern sie von der Erfahrung des unmittelbar Gegebenen ausgeht, induktiv, sofern sie von dieser fortschreiten muß, um zur Natur zu gelangen, hypothetisch, sofern alles über die unmittelbare Erfahrung Hinausgehende und induktiv Erschlossene nur auf Suppositionen oder Annahmen beruht, die niemals durch unmittelbare Erfahrung bestätigt werden können, und von bloß wahrscheinlicher Geltung, sofern alles Hypothetische sowohl der unmittelbaren als auch der apodiktischen Gewißheit ermangelt. Der vorkantische Rationalismus mußte mit seinem Anspruch, eine apodiktisch gewisse Erkenntnis der bewußtseinstranszendenten realen Natur zu deduzieren, scheitern; die von Kant eingeleitete spekulative Epoche scheiterte ebenso mit dem Versuch, eine reine Naturwissenschaft oder Naturphilosophie in Bezug auf das bewußtseinsimmanente Naturbild deduktiv oder dialektisch zu konstruieren. Es ist das Verdienst der modernen Naturwissenschaften, diese Verirrungen des menschlichen Verstandes überwunden und seine Arbeit methodisch in die rechten Wege geleitet zu haben. Leider ist die Klarheit über diese Sachlage neuerdings einerseits durch das Eindringen des transzentalen Idealismus in die Köpfe mancher Naturforscher, andererseits durch eine Ueberschätzung der Leistungsfähigkeit der Mathematik in den Naturwissenschaften wieder getrübt worden. Der in der Philosophie fast ganz geschwundene Irrtum, als ob es für die menschlichen Realwissenschaften eine apodiktisch gewisse und hypothesesfreie Erkenntnis überhaupt geben könne, ist dadurch in gewissen Kreisen der Naturforschung wieder neu aufgetaucht.

Nun ist es aber zunächst hypothetisch, ob eine Natur existiert, auf welche unsere Naturwissenschaft bezogen werden kann. Daß die uns gegebenen Wahrnehmungen keine Naturkräfte sind und daß ihr Wechsel sich nach ganz anderen als nach Naturgesetzen vollzieht, wissen wir ganz genau; auf unser Wahrnehmungsbild der Natur kann sich also die Naturwissenschaft unmöglich beziehen. Noch weniger kann sie sich auf bloß mögliche, zur Zeit unwahrgenommene Wahrnehmungen oder abstrakte Begriffe beziehen; denn die ersteren stellen eine fiktive, unmögliche Hypothese

dar, und die letzteren sind das Posterius, aber nicht das genetische Prius der wirklichen Wahrnehmungen. Gäbe es keine andere Natur als eine aus wirklichen und möglichen Wahrnehmungen und Begriffen zusammengesetzte, so beruhte unsere ganze Naturwissenschaft auf einer groben Selbsttäuschung und stellte nur eine wertlose, weil gegenstandslose Fiktion dar. Soll sie irgend welchen haltbaren Sinn haben, so muß sie sich auf eine bewußtseinstranszendenten reale Natur beziehen, so muß vor allen Dingen die Hypothese angenommen werden, daß es eine solche, direkt unwahrnehmbare Natur wirklich gibt. Indem die Naturerkenntnis Voraussagen über das Auftreten bestimmter Wahrnehmungen unter bestimmten Verhältnissen macht, und indem die Erfahrung diese Voraussagen bestätigt und dadurch den praktischen Wert der Naturerkenntnis bewährt, ist schon die Existenz einer außerbewußten Natur gerechtfertigt und selbst von denjenigen stillschweigend oder unwissentlich vorausgesetzt, die sie ostentativ leugnen.

Aber nicht nur die Existenz der Natur ist hypothetisch, sondern ihre ganze Beschaffenheit. Hypothetisch ist die reale Räumlichkeit, Zeitlichkeit und Bewegung, hypothetisch das Bewegliche in der Natur (ob stoffliche Masse, Kraft oder Energie), hypothetisch die Vielheit der Naturdinge und ihr Verhältnis zu ihrer einheitlichen Verknüpfung, hypothetisch die Qualitätslosigkeit der Natur und das Erschöpftein ihrer Beschaffenheit durch quantitative Verhältnisse, hypothetisch auch die entgegengesetzte Annahme qualitativ verschiedener Stoffe, Naturkräfte oder Energien und die nähere Bestimmtheit ihrer Qualitäten, hypothetisch die Annahme einer kontinuierlich den Raum erfüllenden Materie ebenso wie die entgegengesetzte Annahme diskreter Teilchen oder Zentralkräfte, hypothetisch die Fernkraft und noch hypothetischer die Möglichkeit von Druck und Zug, elastischem und unelastischem Stoß ohne Fernkräfte, hypothetisch die Einheit der Energie trotz verschiedener Qualität der Energiearten, hypothetisch die verschiedenen Arten der Luft- und Ätherschwingungen, die wir doch nur unmittelbar aus ihren Wirkungen erschließen. Kurz, wo man hineingreift, hat man es mit Hypothesen zu tun, die mehr oder weniger gut begründet sind und sich mehr oder weniger fruchtbar erweisen, die aber niemals mehr als eine vorläufige Geltung bis zum Ersatz durch bessere beanspruchen können.

Wir können hauptsächlich drei Arten von Hypothesen unterscheiden: solche der Einteilung, der Ursachen und der Gesetze.

Die Einteilungshypothesen gehören nach der Erkenntnisstufe der Kunde, die beiden anderen schon der der Wissenschaft an. Die Einteilung der Naturdinge faßt Ähnliches zusammen unter Art- und Gattungsbegriffe und strebt ein natürliches System an. Es bleibt aber immer hypothetisch, ob die gewählte Einteilung nach solchen Merkmalen erfolgt ist, die wesentlich, oder nach solchen, die unwesentlich sind, ob also durch die vorgenommene Begriffsbildung das natürliche System erreicht oder verfehlt ist. Die Ursachenhypothesen beziehen sich auf die in den Erscheinungen wirksamen Naturagentien oder Naturkräfte, z. B. Elektrizität, Magnetismus, Gravitationskraft, Molekularkraft, chemisches Potential, auf den Äther als Träger der strahlenden Energie, auf Moleküle als letzte Existenzform der chemisch differenten Materien, auf Ionen als ihre Spaltungsprodukte, auf Atome als konstituierende Bestandteile der Moleküle, auf Elektronen als Träger elektrischer Ladungen und als Projektilen der Kathodenstrahlen und der Radiumstrahlung usw. Was diesen Naturagentien im Bewußtsein entspricht, sind Begriffe, die auf Außerbewußtes transzental bezogen werden, und zwar Begriffe von Ursachen bestimmter Erscheinungen, während die Einteilungshypothesen sich als Art- und Gattungsbegriffe präsentieren.

Wie die Ursacheninduktion zu Ursachenhypothesen, so führt die Gesetzesinduktion zu Gesetzeshypothesen (K. 306—307). Aus mehr oder weniger ähnlichen Fällen wird eine empirische Regel abgeleitet, und diese wird durch hypothetische Interpolation nicht beobachteter Fälle und durch hypothetische Erweiterung ihrer Geltung über die Beobachtungsgrenzen hinaus, d. h. durch Extrapolation, zu einem Gesetz verallgemeinert, d. h. zu einem hypothetischen Kanon, aus dem man nicht beobachtete Fälle ableiten kann. Je größer die Zahl der beobachteten Fälle und je weiter die Beobachtungsgrenzen sind, desto allgemeinere Verhältnisse pflegt das Gesetz zu betreffen, und desto mehr bezieht es sich auf hypothetische Gattungs- und Ursachenbegriffe. Hypothetisch ist die mathematische Formulierung empirischer Regeln von mehr oder minder beschränkter Geltung, bei denen manchmal ganz verschiedene Formulierungen von verschiedenen Forschern versucht werden. Hypothetisch ist sogar noch bei Integralgesetzen von allgemeiner Gültigkeit die Aufstellung der zugehörigen Differentialgesetze (Ph. 213—216).

Von einer „hypothesenfreien Naturerkenntnis“ zu reden, ist ein Zeichen von methodologischer Unklarheit. Eine direkte Be-

schreibung kann sich nur auf Bewußtseinsinhalt oder Bilder von Naturdingen, nicht auf diese selbst erstrecken, kann das Wichtige vom Unwichtigen gar nicht unterscheiden und steht deshalb noch unterhalb der Stufe der Naturkunde. Eine indirekte Beschreibung des Unbekannten durch seine Ähnlichkeit mit besser Bekanntem kommt nicht über unsichere Analogien hinaus und steht deshalb tief unter der Induktion, die doch wenigstens zu Hypothesen führt (Ph. 211—213). Auch die angeblich hypothesenfreie Naturwissenschaft arbeitet mit lauter Hypothesen, ohne sich über deren hypothetischen Charakter Rechenschaft abzulegen. Das ist aber ein unwissenschaftliches Verfahren, während die Wissenschaftlichkeit darin besteht, die Hypothesen als solche zu erkennen und nach dem aus ihrer induktiven Begründung folgenden Wahrscheinlichkeitswerte richtig einzuschätzen (Ph. 221—223). Unnötige und schlecht begründete Hypothesen soll man vermeiden, sich aber auch bewußt sein, daß alle reale Erkenntnis in wohl begründeten Hypothesen besteht und niemals mehr zu bieten vermag als solche. Niemand hat das Recht, a priori aus reiner Vernunft eine Grenze zu ziehen, bis wohin Hypothesen sich vorwagen dürfen, ohne sie zu überschreiten; es ist immer bloß Sache des Versuchs, ob es gelingt, eine tiefer reichende Hypothese zu finden, die die Erklärung fördert.

Die Wahrscheinlichkeit der Hypotheseninduktion stützt sich niemals auf unsere Unwissenheit, aus der schlechterdings kein Ansatz zu schöpfen ist, sondern immer nur auf unsere empirische Kenntnis, nämlich einerseits auf die Kenntnis gegebener konstanter Bedingungen, andererseits auf die Kenntnis von der Kompensationstendenz der variablen Bedingungen bei wachsender Zahl der Fälle (Vierteljahrsschrift f. wiss. Phil. 1904, Oktoberheft S. 300—317). Das auf solche Grundlagen gestützte Wahrscheinlichkeitsurteil hat objektive Gültigkeit und ist nicht mit subjektiven Vermutungen, bloßem Raten oder einem problematischen Urteil zu verwechseln, selbst dann nicht, wenn es sich auf eine bloß überschlägliche Schätzung statt auf eine genaue Berechnung stützt.

Die theoretischen Physiker, die auf Grund mathematischer Berechnungen eine apodiktisch gewisse Naturwissenschaft aufstellen zu können glauben, überschätzen damit die Bedeutung der Mathematik für die Naturwissenschaft. Wenn es richtig ist, daß die Natur qualitätslos ist und bloß quantitative Bestimmungen zeigt, so scheint es allerdings zunächst, als ob es gelingen müßte, die ganze Natur mathematisch zu begreifen,

wofern man nur hinter alle Qualitäten zurückgeht und sie in quantitative Verhältnisse auflöst. Und doch trügt dieser Schein. Wäre selbst der Weltprozeß mathematisch erschöpfend zu bestimmen, so doch nicht für unser diskursives Denken, das noch nicht einmal das mechanische Problem der drei Körper zu lösen vermocht hat und fern davon ist und immer bleiben wird, die uns qualitativ empfindlichen Energiearten mathematisch streng in Atommechanik aufzulösen. Nur ein intuitiver Verstand könnte auf Grund synthetischer Geometrie aus den Kraftstrahlenbüscheln der Atome eine intuitive Mechanik erbauen, die alle Analysis überspringt und das Ergebnis unmittelbar hinschaut (K. 485, 168—169). Aber selbst eine solche unbeschränkte, intuitive Intelligenz könnte mit den formallogischen Leistungen der Mathematik nicht ausreichen, denn sie könnte damit weder die mathematischen Funktionen, noch die Konstanten der Naturgesetze, noch die Anfangskonstellation des Weltprozesses bestimmen, sondern müßte sie entweder als gegeben voraussetzen, d. h. empirisch aufnehmen, oder als weltschöpferische Intelligenz teleologisch bestimmen (K. 481—483, 423—426, 349—350).

Die mathematische Formulierung als Gleichung drückt im allgemeinen eine umkehrbare Beziehung aus, während der Weltprozeß als zeitlicher, kausaler und finaler Strom von Veränderungen unumkehrbare Beziehungen darstellt. Die formallogischen Beziehungen der Mathematik weisen nur eine Seite des realen Geschehens auf, die der logisch-idealen Determination oder der Gesetzmäßigkeit, lassen aber die andere Seite, die Realität des Geschehens unberührt und erschöpfen in Bezug auf finale Begründung und Nichtumkehrbarkeit nicht einmal die erstere Seite. Der analytische Ausdruck gibt zwar das Mittel an die Hand, an jeder beliebig herausgeschnittenen und gedanklich fixierten Stelle den jeweiligen Größenwert zu ermitteln, aber er vermag nicht, dem stetigen Flusse des Geschehens stetig zu folgen; die Formel ist nur ein starrer Kanon zur Bestimmung jedwedes Diskreten, Isolierten, aber nicht selbst ein kontinuierliches Wandelbild der kontinuierlichen realen Veränderung. Die mathematische Betrachtung arbeitet durch vergleichendes und messendes Denken und schält alle quantitativen Beziehungen heraus, die in dem ihr gegebenen Ansatz enthalten sind; aber sie kann keinen Ansatz machen, kann nichts erklären und nichts entdecken oder erfinden (Ph. 225—226).

Die Mathematik ist angewandte Logik; die Arithmetik wendet

die Logik aufzählbare Objekte an, die Geometrie auf den zweidimensionalen, die Stereometrie auf den dreidimensionalen Raum, die Phoronie auf die Bewegung, die Mechanik auf bewegte Massen; Zählbares, Raum, Bewegung und Masse müssen als gegeben vorausgesetzt werden, damit die Logik auf sie angewandt werden kann. Sie sind außerlogische Daten; Zählbares, Raum und Bewegung können entweder als Bewußtseinsinhalte oder als außerbewußte Naturbestimmtheiten gegeben sein, die Masse nur als das letztere, da Bewußtseinsinhalte als solche weder Masse noch Kraft noch Energie haben. Daß die logischen Gesetze für die Bewußtseinsinhalte gelten, wissen wir aus Erfahrung durch den logischen Denkzwang; ob sie auch außerhalb des Bewußtseins in der Natur Geltung haben, können wir nicht unmittelbar konstatieren, sondern nur induktiv als Hypothese erschließen.

Der reine Realismus, der die Dinge selbst mit seinem Bewußtsein zu erfassen glaubt, verwechselt seinen Denkzwang in Bezug auf seine Bewußtseinsinhalte mit einer logischen Notwendigkeit in Bezug auf die Dinge; der transzendentale Idealismus, der die Dinge an sich leugnet und seine Bewußtseinsinhalte zu Dingen hypostasiert, hält seinen Denkzwang in Bezug auf seine Bewußtseinsinhalte für die logische Notwendigkeit der Dinge selbst. Beide erkennen den rein hypothetischen Charakter der logischen Gesetzmäßigkeit der Natur. Diese Verkennung liegt selbst für den transzentalen Realismus bei der Arithmetik, Geometrie und Phoronie noch näher als bei der Mechanik, weil Zählbares, Raum und Bewegung dem Bewußtseinsinhalt und der Natur gemeinsam sind, Masse aber nicht. Diese Verkennung ist aber auch für Arithmetik, Geometrie und Phoronie ungefährlich, weil die Möglichkeit eines mathematischen Verständnisses der Natur erst mit der Mechanik beginnt, und hier jede solche Verwechselung für den transzentalen Realismus ausgeschlossen ist. Unter den Bewußtseinsinhalten ist tatsächlich nichts, was mechanischen Widerstand gegen andere Bewußtseinsinhalte leisten könnte, nichts, was Beharrungsvermögen als Vorstellungsinhalt (nicht etwa als Vorstellungsakt) entfaltete, nichts, was Undurchdringlichkeit, Kraftäußerung oder Energie zeigte, kurz nichts, was als Masse im Sinne der Mechanik angesehen werden könnte. Ob jenseits des Bewußtseins Zählbares, Raum, Bewegung und Masse existiert, das ist für uns ebenso sehr Hypothese, als daß dieses, wenn es existiert, logischen Gesetzen, insbesondere dem Satz der Ausschließung des Widerspruchs, unterworfen ist (K. 313).

So ist es keinesfalls zuzugestehen, daß die Mathematik, ein wie wichtiges Hilfsmittel der Naturwissenschaft sie auch sein mag, die Erkenntnis auch nur der unorganischen Natur jemals erschöpfen oder gar zu einer apodiktisch gewissen deduktiven Erkenntnis a priori machen könne. Noch weniger ist dies für die Erkenntnis der organischen Natur zuzugeben. Denn bei dieser werden einerseits die mechanischen Verhältnisse so verwickelt, daß unsere Mathematik ihnen gar nicht mehr zu folgen vermag, und andererseits treten nichtmechanische, potentiallose Kräfte ohne Wirkungszentrum hinzu, die sich der mathematischen Behandlung völlig entziehen. Die Struktur der Körnchen in einer der Kernschleifen einer Fortpflanzungszelle, in der die wichtigsten Erb-anlagen des künftigen Organismus aufgespeichert sind, liegt bereits jenseits aller mikroskopischen Wahrnehmbarkeit und ist doch immerhin noch weit komplizierter als etwa der Bau und die Bewegungen unseres Planetensystems. Wo aber die Kräfte nicht mehr in der Normale wirken und das Gesetz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung versagt, da ist auch die Mechanik prinzipiell leistungsunfähig, und wo die Kräfte nichtenergetischer Art sind, läßt uns auch die Energetik im Stich.

Der Irrtum, die Natur a priori durch Mathematik mit apodiktischer Gewißheit erkennen zu können, hat sich deshalb auch niemals weiter erstreckt als auf die unorganische Natur, während in den biologischen Wissenschaften alle besonnenen Forscher darüber einig sind, daß es sich nur darum handeln könne, aus den vorschwebenden Erklärungsmöglichkeiten die relativ wahrscheinlichsten herauszusuchen und diese durch induktive Begründung zum Range von Hypothesen zu erheben. Allerdings ist diese Selbstbescheidung bei der großen Mehrzahl der Biologen nicht durch Rücksichtnahme auf potentiallose Kräfte, sondern nur durch Anerkennung der unübersehbaren Verwickelung der organischen Struktur und Vorgänge hervorgerufen. Der irrtümliche Glaube besteht bei den meisten fort, als ob die Molekulärmechanik und die aus ihr entspringenden physikochemischen Gesetze im Prinzip ausreichend sein müßten, um die organische Natur erschöpfend zu begreifen, wenn uns nur die nötigen Mittel zur Erforschung des submikroskopisch Kleinen und die nötige Schärfe des mathematischen Verstandes zu Gebote ständen. Dieser Irrtum der mechanistischen Weltanschauung im Bereiche auch der organischen Natur hat sich dadurch eingenistet, daß man von der Physik und Chemie ausging, die schon einen höheren Grad wissenschaftlicher

Durcharbeitung erlangt hatten, und die dort gewohnten und erprobten Methoden auf die Biologie übertrug, die sich noch auf der Übergangsstufe von der Kunde zur Wissenschaft befand. Es ist aber grundsätzlich verkehrt, das Höhere aus dem Niederen erschöpfend verstehen zu wollen; die Biologie braucht ihre eigenen Methoden, und wenn sie auch die physiko-chemischen Gesetze als die unerschütterliche Grundlage ihrer Untersuchungen anerkennt, so besteht doch ihre eigentliche Aufgabe darin, diejenigen Gesetze zu erforschen, die in der unorganischen Natur nicht vorkommen, die sich aber in der organischen Natur über die physiko-chemischen Gesetze überlagern.

Die Naturerkennnis erschöpft sich nicht in Naturkunde und Naturwissenschaft, sondern drängt über beide hinaus zur Naturphilosophie. Naturkunde und Naturwissenschaft beschäftigen sich lediglich mit der Natur als der objektiv realen Sphäre und fassen sie in einer willkürlichen und gewaltsamen 'Isolierung von den beiden anderen Sphären auf. Sie erreichen damit alle Vorteile, die in der Beschränkung des Erkenntnisgegenstandes und in der Spezialisierung des Erkenntnisbetriebes liegen, setzen sich aber auch den damit verknüpften Gefahren aus und werden vor allem der einheitlichen Totalität des gesamten Weltzusammenhangs nicht gerecht. Überall wo Natur ist, da ist auch psychische Innerlichkeit; bei jeder Kollision von Kräften entsteht gleichzeitig und mit einem Schlag ein Stück der objektiv realen und ein Stück der subjektiv idealen Erscheinungssphäre, etwas Dasein und etwas Empfindung. Dies wird heute mehr und mehr anerkannt; das bewußte Seelenleben der höheren Tiere und Menschen erscheint nur noch als eine Steigerung des in der Zelle, im Plasmakörnchen und letzten Endes schon im Atom Gegebenen. Aber diese Innerlichkeit des Seelischen ist für die Naturwissenschaft als solche etwas schlechthin Unbegreifliches und Unerklärliches, ein unlösbares Rätsel, weil sie sich grundsätzlich auf die isolierte objektiv reale Sphäre beschränkt hat. Sie kann wohl die vergleichende Psychologie als eine selbständige Nachbarwissenschaft gelten lassen und den Grenzberührungen mit ihr eine gewisse Aufmerksamkeit widmen, sie kann aber von sich aus ebensowenig das seelische Innenleben erklären, wie die Bewußtseins-Psychologie von sich aus das natürliche Dasein erklären kann.

Begreiflich kann der Zusammenhang zwischen der objektiv realen und subjektiv idealen Sphäre erst dann werden, wenn man von beiden auf die metaphysische Sphäre zurückgeht (Au. 449—459).

Dazu muß aber die Naturerkenntnis zur Naturphilosophie werden, wie die Seelenwissenschaft aus bloßer Bewußtseinspsychologie zu einer Psychologie des Unbewußten werden muß. Die Naturwissenschaften haben auch, abgesehen von ihrer sonst unerklärlichen Beziehung zur Psychologie, Grund genug, sich zur Naturphilosophie zu erheben, und zwar nicht bloß in der Erkenntnis der organischen, sondern auch in der der unorganischen Natur. An jedem Punkte der Erscheinungswelt steht es dem denkenden Menschen frei, die Beziehung der Erscheinungen aufeinander mit ihrer Beziehung auf das Wesen zu vertauschen und so die Bewegung des Denkens auf der Oberfläche der doppelseitigen Erscheinung in eine Bewegung in die Tiefe umzuwandeln. Es treten dabei keine neuen Methoden ein; die Induktion bleibt gewahrt und die erklärenden Hypothesen werden nur nach einer andern Dimension des Gedankens hinausprojiziert. Es ist ein falsches Vorurteil, daß Metaphysik mit Dogmatismus identisch sei, und daß man nur die Wahl habe zwischen dogmatischer Metaphysik und metaphysischem Agnostizismus. Der Bankerott der spekulativen, dogmatischen Metaphysik und Naturphilosophie hat die Naturphilosophie samt der Metaphysik für zwei Menschenalter in einen unverdienten Verruf gebracht; mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts scheint sich aber die Einsicht Bahn zu brechen, daß eine induktive, hypothetische, bloß wahrscheinliche Naturphilosophie ein dringendes Erfordernis für die Ergänzung der Naturwissenschaften zu einer wirklichen Naturerkenntnis sei.

In der unorganischen Natur fordert vor allem die Feststellung des Beweglichen im Raume den Fortgang zur Naturphilosophie; die Begriffe Stoff, Kraft, Energie und Gesetz bedürfen ebenso dringend der naturphilosophischen Untersuchung, wie die stetige oder diskrete Konstitution der Materie, der Streit zwischen Vertretern der Fernkräfte und Nahkräfte, die Probleme der Masse und des Beharrungsvermögens, die Minimumprinzipien der Mechanik und der zweite Hauptsatz der Energetik. Gerade die letzteren beiden weisen mit Nachdruck auf die dienende Beziehung der unorganischen Natur zur organischen und damit auf die teleologische Bedeutung der mechanischen und energetischen Gesetze hin. In der organischen Natur drängen sich die Beziehungen sowohl zur subjektiv idealen, als auch zur metaphysischen Sphäre noch viel deutlicher auf; die kausale Betrachtung verlangt hier gebieterisch ihre Ergänzung durch die finale, und diese zwingt zur Anerkennung supramechanischer, zwecktätiger

Agentien, Prinzipien oder Kräfte, soweit sich die zweckmäßigen Ergebnisse nicht aus dem blinden Zusammenwirken mechanischer Kräfte erklären lassen.

Die zwecktätigen Prinzipien, die ordnenden und leitenden Kräfte, die Vollstrekker der aktiven Anpassung in der organischen Natur decken sich einerseits mit der unentbehrlichen Verwirklichungsmacht der organischen Naturgesetze, anderseits mit den unbewußt physischen Tätigkeiten, welche die Psychologie supponieren muß, um den Schein einer bewußt zweckmäßigen Tätigkeit im Bewußtsein zu erklären und mit der nach außen, auf die materielle Natur gerichteten Aktivität der zusammengesetzten psychischen Individuen höherer Individualitätsstufe, durch welche diese mit zur Natur gehören und zur stetigen Produktion der Natur einen Beitrag liefern. Finalkausal in einem ist zwar die Wirksamkeit aller Gesetze und der sie verwirklichenden Kräfte; der finale Charakter in der gesetzlichen Kausalität der Kräfte tritt aber für unser Verständnis um so deutlicher hervor, einer je höheren Individualitätsstufe die Gesetze angehören. Darum wird auch die Nötigung, die naturwissenschaftliche Betrachtung naturphilosophisch zu ergänzen und zu vertiefen, um so dringlicher, auf je höherer Individualitätsstufe man seine Naturobjekte für die Betrachtung wählt, tritt aber auch schon gebieterisch genug zu Tage, sobald man über die unorganische Stufe hinausschreitet und den Begriff des Organischen oder Lebendigen überhaupt erörtert. Wenn Schiller zu Ende des 18. Jahrhunderts eine Vereinigung zwischen Naturwissenschaft und Philosophie noch für verfrüht erachtete, so hatte er recht; heute ist die von Schiller voraus verkündete Zeit da, wo die lange Getrennten sich gefunden haben.

Solange allerdings die Kinderkrankheiten der Teleophobie und Metaphysikscheu in der modernen Naturwissenschaft noch weiter grassieren, wird man bemüht bleiben, jeder Beziehung der objektiv realen Sphäre auf die metaphysische Sphäre aus dem Wege zu gehen und die Naturphilosophie auf die Beziehungen der objektiv realen Sphäre zur subjektiv idealen zu beschränken. Mit dieser Beschränkung ist aber eine Förderung für das Verständnis des Weltganzen nicht zu erreichen; man kommt nicht darüber hinaus, einen gewissen Parallelismus der Vorgänge in beiden Sphären als gegebene Tatsache zu konstatieren, vermag aber weder begreiflich zu machen, wodurch dieser Parallelismus, soweit er besteht, begründet ist, noch auch, woher seine Lücken kommen,

und warum das Geschehen in der einen Sphäre das in der andern überragt und umgekehrt.

Vom Standpunkt des Naturalismus ist die geschlossene Naturgesetzlichkeit die einzige in der Welt, die alles Geschehen eindeutig bestimmt, ist das Bewußtsein ein unbegreiflicher, aus den Naturvorgängen entspringender, passiver Schein, der als fünftes Rad am Wagen der Natur nebenherläuft, und sind die Änderungen in den Bewußtseinsinhalten durch keinerlei eigene psychologische Gesetzlichkeit, sondern lediglich durch Änderungen im Naturgeschehen bestimmt (naturalistischer Subordinationsparallelismus). Vom Standpunkt des transzendentalen Idealismus dagegen ist alles Sein nur Bewußtseinsinhalt, sind alle Änderungen des Seins durch psychologische Gesetze bestimmt, ist die Natur nur eine Projektion des bewußten Naturbildes, also ein falscher Schein, sofern sie als selbständiges, gemeinsames Medium der Vermittelung zwischen den Bewußtseinsindividuen dienen soll (spiritualistischer Subordinationsparallelismus). Vom Standpunkt des Koordinationsparallelismus endlich ist weder das Bewußtsein ein Schein an der Natur, noch die Natur ein Schein in dem und für das Bewußtsein, sondern beide gleichberechtigte Gebiete des Geschehens, deren jedes seine eigene selbständige Gesetzlichkeit hat; wenn trotzdem das Geschehen in beiden parallel läuft, so ist das ein nur noch zu konstatierendes, aber schlechthin unbegreifliches Wunder, das durch die Annahme einer prästabilierten Harmonie nur noch gesteigert wird.

Diese Schwierigkeiten bleiben unlösbar, solange man sich sträubt, hinter die objektiv reale und subjektiv ideale Sphäre zurückzugehen und beide als phänomenalen Ausdruck der metaphysischen Sphäre zu betrachten. Wie die objektiv reale Sphäre durch die konkrete, gesetzmäßige, logische Determination des Geschehens von Fall zu Fall und durch die Kraft als Verwirklichungsmacht des Gesetzes in die metaphysische Sphäre zurückweist, so die subjektiv ideale Sphäre von den bewußten psychischen Phänomenen zu den unbewußten psychischen Tätigkeiten des Vorstellens und Wollens. Das unbewußte Wollen und Vorstellen ist auf jeder Individualitätsstufe die nach außen gerichtete Naturseite des psychischen Individuums und deckt sich in der unorganischen Natur mit den Zentralkräften und der gesetzlichen Bestimmtheit ihrer Wirksamkeit je nach der gegebenen Konfiguration, in der organischen Natur mit den leitenden und ordnenden Kräften und ihrer Lebensautonomie. Kraft und Gesetz, unbewußter Wille

und unbewußte Vorstellung stellen sich so als bloß verschiedene Namen für ein und dieselbe Sache heraus, nämlich für die doppelseitige, ideal-reale Tätigkeit in der metaphysischen Sphäre; je nachdem man von der objektiv realen oder von der subjektiv idealen Sphäre zur metaphysischen aufsteigt, je nachdem gelangt man zu der einen oder zu der andern Bezeichnung.

Wenn es nun ein und dieselbe metaphysische Tätigkeit ist, die in den Kollisionen ihrer individuierten Spaltstücke gleichzeitig die objektiv reale und die subjektiv ideale Erscheinung hervorbringt, so wird die Möglichkeit des Parallelismus durch die Identität des zu grunde liegenden Dritten verständlich. Seine Wirklichkeit aber erklärt sich samt seinen Lücken daraus, daß er nicht etwas unmittelbar aus der Identität Folgendes, sondern etwas mittelbar durch die Wechselwirkung der höheren und niederen Individuen Gesetztes ist. Bei dem organischen Individuum höherer Stufe kennen wir die durch den peripherischen Reiz ausgelöste zentrale Empfindung und die die Leibesbewegung auslösende bewußte Willensintention als Bestandteile der subjektiv idealen Sphäre, können aber den zugehörigen, unbewußt psychischen Eindruck und die unbewußt psychische Willensaktion nur erschließen. Bei den Individuen niederer Stufe dagegen, z. B. bei den Hirnzellen und deren Molekülen in dem betreffenden Individuum, oder bei den physischen Vorgängen, die als Reiz, und bei den Muskelkontraktionen, die als Wirkung des Psychischen auftreten, kennen wir wohl materielle Bewegungen und chemische Veränderungen, können aber auf die ihnen korrespondierenden psychischen Phänomene in den Hirnzellen, Molekülen und Muskelfasern nur schließen. Wir supponieren den unmittelbaren Parallelismus auf jeder Individualitätsstufe (durch allotrope intraindividuelle Kausalität), wenn wir auch nur das eine der parallelen Glieder kennen, und wir erklären uns den mittelbaren, aber lückenhaften Parallelismus zwischen den beiderseits gegebenen Gliedern verschiedener Individualitätsstufen (peripherischem Reiz und zentraler Empfindung, bewußter Willensintention und Muskelkontraktion) durch die Wechselwirkung der Individuen verschiedener Stufen (Seele und Leib) mittels isotroper interindividueller Kausalität (Ps. 337—339, 397—422; K. 401—416; Le 423—440: Archiv f. syst. Phil. VI, S. 6—24).

Nur durch das Ineinandervorliegen der metaphysischen Sphäre und der beiden Erscheinungssphären wird das Zusammensein und Miteinandervorliegen der beiden letzteren verständlich. Nur indem

Gesetz und Kraftäußerung, Vorstellen und Wollen einerseits konstituierende Momente der objektiv realen und subjektiv idealen Sphäre, andererseits als metaphysische Aktionen integrierende Bestandteile der metaphysischen Sphäre sind, vermögen sie auch als letztere zwischen der objektiv realen und subjektiv idealen Sphäre zu vermitteln und deren Parallelismus herzustellen und aufrecht zu erhalten. Darum ist die Naturwissenschaft ohne die Naturphilosophie unfähig, die Eingliederung der Natur in das Weltganze und ihren Zusammenhang mit dem bewußten Geistesleben verständlich zu machen, und darum muß eine Naturerkenntnis im vollen Sinne des Wortes notwendig die Naturwissenschaft durch Naturphilosophie ergänzen.

Die Naturwissenschaft des Unorganischen oder die Physik im weiteren Sinne des Wortes hat nicht nötig, bei der differentialen Betrachtung über die Kraftäußerung als Produkt von Masse und Beschleunigung und bei der integralen Betrachtung über das Potential als Vermögen, unter der gegebenen Konfiguration eine gewisse Arbeit zu leisten, hinauszugehen. Sie hat nicht nötig, sich darum zu bekümmern, was die Masse ist, woher es kommt, daß von ihr Beschleunigungsimpulse ausgehen und daß diese der Masse proportional sind (Ph. 82—83, 86—87); sie braucht nicht danach zu forschen, wie es möglich ist, von konfigurativer Energie zu reden, d. h. eine ruhende Lage potentielle Energie zu nennen, und was dasjenige sei, was hinzukommen muß, um einer ruhenden Konfiguration von Massenteilchen das Vermögen der Arbeitsleistung zu verleihen, d. h. sie zum Potential zu machen (Ph. 108). Sie kann bei der Kraftäußerung und bei der Energie der Lage als bei gegebenen Größen und bei einem für sie Letzten stehen bleiben, über das sie nicht hinausgehen will, um nicht die Grenzen der objektiv realen Sphäre zu überschreiten. Die Naturphilosophie kann sich dagegen bei diesen Unerklärlichkeiten schlechterdings nicht beruhigen; sie muß, durch den Kausalitätstrieb des menschlichen Denkens gezwungen, von der Kraftäußerung auf die Kraft, von der Konfiguration der Massenteilchen auf den nisus, conatus oder impetus zurückgehen, der die Lage erst zum Potential macht, und muß die Proportionalität von Masse und Beschleunigung sich dadurch verständlich machen, daß sie die Masse in eine Menge gleichartiger, individualisierter Zentralkräfte (dynamische Atome) auflöst (Ph. 183—184, 191—192, 202—209).

Die Naturwissenschaft des Organischen oder die Biologie im

weiteren Sinne begnügt sich als Naturwissenschaft damit, die materiellen Bedingungen des Lebens zu erforschen, sei es, daß sie sich der Einbildung hingibt, auf diesem Wege früher oder später das Leben selbst ohne Rest erklären zu können, sei es, daß sie die Unzulänglichkeit dieses Weges anerkennt, aber die Erforschung der leitenden und ordnenden immateriellen Kräfte nicht für ihres Amtes hält. Sobald sie sich mit diesen Kräften befaßt, tritt sie schon mit einem Fuß in die metaphysische Sphäre hinüber und hört auf, bloße Naturwissenschaft im Gegensatz zur Naturphilosophie zu sein; sie zieht es deshalb meistens vor, diese Kräfte für unerkenntbar zu erklären, weil sie dem metaphysischen Gebiete angehören, und als solche jenseits der Grenzen der menschlichen Erkenntnis liegen. Durch diesen metaphysischen Agnostizismus wird der Schein gerettet, als ob die Naturwissenschaft die Natur, soweit sie für den Menschen überhaupt erkennbar ist, erschöpfe, und daß das durch sie nicht Erreichbare als ein Erkenntnistranszendentes für den Menschen überhaupt nicht erreichbar sei.

Nun hat aber selbst Kant nur für die apodiktisch gewisse, deduktive Erkenntnis a priori aus reiner Vernunft eine Grenze zu ziehen versucht, und nur für solche läßt sich eine ziehen, nicht für wahrscheinlich, induktive Erkenntnis a posteriori durch Hypothesen, was auch Kant niemals beabsichtigt hat (M. II 7—9; Kn. 16—19, 66—95). Ist einmal die gesamte Naturerkenntnis unter die letztere Art der Erkenntnis befaßt, so ist es ganz unmöglich, ihr eine Grenze zu ziehen und ein Gebiet abzuzirkeln, das ihr als transzendent ein für allemal verschlossen sein soll. Es kann sich nur darum handeln, daß der Wahrscheinlichkeitswert der Hypothesen um so kleiner wird, je weiter sie sich vom Boden der Erfahrung entfernen; aber das gilt im Bereiche der Naturwissenschaft genau so wie in dem der Naturphilosophie. Die agnostische Scheu vor Übergriffen in die metaphysische Sphäre und die Angst, sich in ein transzendentes Gebiet zu verirren, ist also eine Furcht vor selbstgeschaffenen Gespenstern. Erkenntnistheoretisch transzendent ist jede Naturerkenntnis, sofern sie sich auf außerbewußte, von ihrem Vorgestelltwerden unabhängige Dinge bezieht; das metaphysisch Transzendenten aber steht uns erkenntnistheoretisch nicht ferner, als das metaphysisch Immanente, aber erkenntnistheoretisch Transzendenten, d. h. als die objektiv reale Sphäre (Le. 127—129).

Die Physik kann ihr ganzes Gebiet durchschreiten, läßt aber

gerade die interessantesten Fragen grundsätzlich ungelöst. Immerhin kann sie glauben, ihre Schuldigkeit als Naturerkenntnis getan zu haben, wenn sie den gesetzmäßigen Zusammenhang der unorganischen Naturvorgänge untereinander erforscht hat, ohne sich um das Wesen des Gesetzes und der Kraft zu kümmern. Bei der Biologie ist das anders, weil ihre eigentliche und einzige Aufgabe die ist, das Leben zu erforschen. Als Naturwissenschaft aber, die nur die materiellen Bedingungen des Lebens untersucht, bleibt sie immer in der Vorhalle und kommt nie in den Tempel, d. h. sie reicht gar nicht an das Leben selbst heran, das doch ihr Forschungsziel ist. Deshalb kann die Biologie ihre Aufgabe gar nicht erfüllen, solange sie sich sträubt, Naturwissenschaft und Naturphilosophie in sich zu vereinigen. Aber auch die Erkenntnis der unorganischen Natur, die die Physik bietet, kann dem Erklärungsbedürfnis des Menschengeistes nur genügen, wenn sie sich mit einer naturphilosophischen Untersuchung der von der Physik ungelösten Fragen verbindet, deren Lösung gerade für die solide systematische Fundamentierung der theoretischen Physik unentbehrlich ist.

IV. Der Stufenbau der Individualität.

Einen Ton, eine mathematische Figur, eine Erdscholle, die Summe der subjektiven Wahrnehmungseindrücke, die durch ein affizierendes Ding im Bewußtsein ausgelöst werden, die Maschine mit zweckmäßig zusammenwirkenden Teilen, die Arbeiterschar, die zur Aufführung eines Gebäudes gemietet ist, bezeichnet man ebenso wenig als ein Individuum, wie die Gesamtheit aller Trauerweiden, die durch Ableger aus einem Exemplar, also aus einem Samenkorn, erwachsen sind. Daraus ergibt sich, daß weder die Einheit der Zeit, noch die des Raumes, noch die der materiellen Kontinuität, noch die der wirkenden Ursache und des Ursprungs aus einem Ei oder Samen, noch die Einheit des Zweckes und der Wechselwirkung der Teile für sich allein genügt, um den Begriff der Individualität zu begründen. Miteinander verwachsene Zwillinge gelten nicht als ein, sondern als zwei Individuen; also ist auch die räumliche Sonderung und materielle Diskontinuität den andern Individuen gegenüber keine Bedingung der Individualität.

Was zeitlich ist, wie z. B. das bewußte Geistesleben, braucht, um Individualität zu werden, zeitliche Einheit; was nicht zeitlich ist, wie z. B. die ewige Substanz der Welt, kann sie entbehren

und doch Individuum sein. Was als ein räumlich und stofflich kontinuierliches Gebilde aufgefaßt wird, z. B. die Zelle, dessen Individualität reicht, nicht weiter, als seine räumliche und stoffliche Einheit; was dagegen als ein Ganzes aus Teilen betrachtet wird, die bloß in dynamischer Wechselwirkung stehen, braucht keine räumliche Einheit, weder dann, wenn durch Wechselwirkung der Teile auf molekulare Entfernung (wie im Einzelorganismus) der Schein räumlicher und materieller Kontinuität erzeugt wird, noch auch dann, wenn bei der Wechselwirkung auf molare Entfernung dieser Schein ausbleibt (wie bei den Tier- und Menschenstaaten). Eine Wechselwirkung der Teile kann als Bedingung der Individualität nur verlangt werden, wo Teile gegeben sind; die Einfachheit eines Unzusammengesetzten ist dagegen eine noch stärkere Einheit, als die durch Wechselwirkung der Teile. So ist z. B. ein Uratom einfach zu nennen als einheitliche gesetzmäßige Beziehung seiner Wirkungen auf einen Ausgangspunkt, obwohl die Richtung der Wirkungsstrahlen so verschieden ist, wie der Grad ihrer Wirkung auf verschiedene Entfernung (U. II 147—148, 500—501). Das Wichtigste ist die Einheit des Zweckes; erst durch einen einheitlichen Individualzweck wird etwas zu einem Individuum, und ihm muß nicht nur die Wechselwirkung der Teile als Mittel dienen, sondern er ist auch das ideelle Prius, das das Individuum ins Dasein ruft, um seine teleologische Bestimmung zu erfüllen. Der Zweck wird endlich zur einheitlichen inneren Ursache, indem eine Kraft ihn realisiert, jene Kraft, die sich zugleich in dem Selbstbehauptungsstreben des Individuums offenbart.

So ist Individuum dasjenige, was nicht geteilt werden kann, ohne es zu zerstören, ohne seine Natur, seinen Begriff, seinen Daseinszweck aufzuheben (U. II 124—127, 497). Wie aber ein Stufenbau der Zwecke in der Natur besteht, so auch einer der Individuen. Bei einzelligen Organismen fällt die Individualität der Zelle mit der des selbständigen Lebewesens zusammen, bei mehrzelligen nicht; der allmähliche Übergang von loseren zu engeren Zellverbänden zeigt uns aber, daß die Zelle ihre Individualität keineswegs verliert, wenn sie sich als Glied einer Individualität höherer Stufe einfügt und ihren Zwecken unterordnet. Wenn dies bei den in dichte Gewebe eingegliederten Zellen zweifelhaft scheinen könnte, so ist es um so deutlicher an den Wanderzellen (roten und weißen Blutkörperchen usw.), die ihre Aufgaben im Dienste des Gesamtorganismus aufs beste

erfüllen und sich dabei ganz ähnlich verhalten wie frei lebende einzellige Organismen. Bei mehrzelligen Tieren ist die Individualitätsstufe dem Laien am geläufigsten, die der Zoolog Person nennt; im Tierstock werden aber die Tierpersonen ebenso zu Organen des Stockes umgebildet, wie in der Tierperson die Zellverbände oder Gewebe. Bei höheren Pflanzen ist es auch dem Laien geläufig, den Stock (z. B. den Rosenstock) als Individuum aufzufassen, wobei er aber leicht die Individualität der Pflanzenteile, die den Tierpersonen entsprechen, d. h. der Sprossen, übersieht.

Bei den Tieren von höherer Bewußtseinsentwicklung, wo die dynamische Wechselwirkung die Gestalt bewußter Willensbeeinflussung annimmt und die molekularen Zwischenräume zu molaren erweitert, bilden sich Individualitäten höherer Ordnung auch ohne den Schein räumlicher und stofflicher Kontinuität, die in der menschlichen Sozialethik eine wichtige Rolle spielen (B. 573—577). Über diese Individualitätsstufen hinaus führt aber der selbständige gegen andere abgeschlossene Weltkörper. So lange er noch kein Leben trägt, ist er noch kein Individuum, sondern erst im Begriff, zu einem solchen zu werden. Wenn das Leben auf ihm wieder erstorben ist, hat er aufgehört, ein Individuum zu sein, und ist ein Leichnam, den die Verwesung beziehungsweise Auflösung in Meteoritenschwärme und kosmischen Staub keine Individualität mehr rauben kann. Nur während der Zeit, wo er Leben trägt, dient er einem Zweck, der durch die Wechselwirkung seiner Teile, durch die Ökonomie der Natur auf ihm, verwirklicht wird (U. II 148, 502).

Zelle, Person und Stock existieren als selbständige Lebewesen, Folgestück, Gegenstück und Organ nicht; deshalb tragen die meisten Zoologen Bedenken, ihnen Individualität zuzuschreiben. Aber wir kennen doch Fälle genug, in denen ein Gegenstück, z. B. die eine Längshälfte eines Plattwurms oder ein Strahl eines dem radialen Typus angehörigen Tieres, nach der Abtrennung fortlebt und den ganzen Typus regeneriert. Dasselbe gilt für das Gegenstück, d. h. einen Ring eines Wasserregenwurmes. Auch gibt es sich ablösende Organe, die gleich den mundlosen geflügelten Insekten eine begrenzte selbständige Lebensdauer haben und innerhalb dieser ihren Zweck gleich den frei herumschwimmenden Schwärmsporen erfüllen, so z. B. der Hektokotylus mancher Kopffüßlerarten, ein zum männlichen Geschlechtsorgane ausgebildeter Arm. Wie in einem Siphonophorenstocke die Tier-

personen ganz zu Organen und dienenden Gliedern des Ganzen herabgesetzt sind, so die Folgestücke in einem zusammengesetzten Wurm, der durch Aggregation entstanden ist. Bei den Wirbeltieren hingegen bilden sich die Folgestücke (Wirbel) aus einer anfangs ungliederten Knorpelseite heraus. Die Zusammenfassung und Verschmelzung dort und die differenzierende Gliederung hier führt zu um so ähnlicheren Ergebnissen, je weiter beide sich fortsetzen. Auch gesonderte Zellgruppen zeigen ihren relativ individuellen Charakter dadurch, daß sie sich unter dem Einfluß ungewöhnlicher Reize zu Neubildungen mit parasitischem Charakter entwickeln.

Innerhalb der Zelle können wir nicht umhin, den Zellorganen, Zellkern, Zentralkörperchen, Farbträgern, reizbaren kontraktilen Fäden usw. eine gewisse Individualität zuzuschreiben. Es ist dabei unwesentlich, ob wir in den einfachsten uns bekannten Bazillen bereits frei lebende Analoga gewisser Zellorganen zu sehen haben, oder ob wir noch einfacher gebaute submikroskopische selbständige Lebewesen als die noch nicht nachgewiesenen Erreger gewisser Krankheiten supponieren dürfen. Vieles deutet darauf hin, daß nicht die Zelle, sondern die Körnchen, aus denen sich die wichtigsten Zellorgane zusammensetzen, die entscheidenden Lebenseinheiten sind, daß man also von einer Zellenphysiologie auf eine Körnchenphysiologie zurückgehen muß. Daß auch mit diesen Körnchen, der letzten kaum noch sichtbaren Individualitätsstufe, der Rückgang nicht zu Ende ist, daß zwischen ihnen und den chemischen Molekülen des Plasma noch vielerlei Zwischenstufen liegen, ist sehr wahrscheinlich; denn in diesen Zwischenstufen muß die Struktur der Vererbungsmasse gesucht werden. Sie sind deshalb auch unter den verschiedensten Namen von den Biologen hypothetisch angenommen worden (Plastidülen, Plasomen, Determinanten, Gemmarien usw. (U. II. 130—147, 498—500; Le. 263—264).

Man schätzt, daß in einem Eiweißmolekül über 15 000 chemische Elementaratome enthalten sind; ein Molekül der Phosphorproteine, die erst den eigentlichen Grundstoff der Organismen darstellen, dürfte wohl noch erheblich mehr einschließen. Solche Moleküle verwickelter chemischer Verbindungen enthalten eine Menge fester verbundener Gruppen in sich, deren Umlagerung und Spaltung die Erscheinungen der Polymerisation und Gemiodrie erklärt. Je weiter die chemische Analyse fortschreitet, desto einfache Verbindungsmoleküle sondert sie aus, bis sie zuletzt bei

den Molekülen der chemischen Elemente anlangt, als den letzten Teilchen, die noch selbständig existieren können, ohne ihre chemische Eigenart einzubüßen. Die Mehrwertigkeit der meisten Elementmoleküle nötigt aber weiter zu der Annahme, daß sie aus mehreren Elementatomen zusammengesetzt sind, d. h. aus den kleinsten Teilchen, die ohne selbständige Existenzfähigkeit doch in der Verbindung mit ihresgleichen oder mit anderen Elementatomen ihre chemische Beschaffenheit behaupten (U. II 98—99). Das natürliche System der Elemente, die Neigung mancher spektralanalytisch erkennbarer Elemente zur Dissoziation bei sehr hohen Temperaturen und andere Umstände lassen weiter vermuten, daß auch die Atome der chemischen Elemente aus einfacheren Bestandteilen zusammengesetzt sind. Sogar die Ätheratome müssen wegen ihrer dielektrischen Polarisierbarkeit bei Ätherschwingungen noch zusammengesetzt sein. Den Elektronen wird nur der zweitausendste Teil der Masse eines Wasserstoffatoms zugeschrieben. Wir müssen uns mit dem Gedanken vertraut machen, daß auch im Kleinsten der unorganischen Natur noch äußerst verwickelte Verhältnisse herrschen, und daß zwischen komplexen organischen Verbindungsmolekülen und den allereinfachsten Uratomen eine große Zahl von Zwischenstufen bestehen (Ph. 124—125, 138—139, 172—177). Jede von diesen hat durch die Wechselwirkung ihrer Teile zu einem den Teilzwecken überlegenen Gesamtzweck den Charakter der Individualität und stellt eine besondere Individualitätsstufe dar.

Die Natur ist demnach als ein Stufenbau von Individuen verschiedener Ordnung aufzufassen, wobei die niederen Stufen nicht bloß neben, sondern auch in den höheren existieren, und die höheren Stufen die niederen umschließen und sich auf ihnen erheben. Von den einfachen Uratomen durch die Elementatome, Elementmoleküle, Verbindungsmoleküle aller Grade, kleinste organische Strukturelemente, Plasmakörnchen, Zellorgane, Zellen, Folge- und Gegenstücke, Pflanzensprossen und Tierpersonen, Stöcke, Tier- und Menschenstaaten und lebenden Himmelskörper führt eine Stufenleiter hinauf zur Gesamtnatur als dem Allindividuum, das durch die Wechselwirkung der Teile seinen Individualzweck verwirklicht. Keine dieser Stufen hat mehr Recht auf die Bezeichnung als Individuum als die andre, solange man sie bloß als objektiv reale Erscheinung, als Natur, betrachtet. Es ist ebenso falsch, die wahre Individualität nur in der Gesamt-natur, als einem Allorganismus (Schelling), wie nur in den Ur-

atomen, als den Urbestandteilen des Universums, oder nur in der Zelle, der Tierperson oder dem Stock zu suchen. Der Reichtum und die mannigfaltige Fülle der Natur offenbart sich gerade durch das Ineinandersein aller Individualitätsstufen.

Da nun aber die objektiv reale Sphäre überall mit der subjektiv idealen und mit der metaphysischen Sphäre in Beziehung steht, wird hier auch ein Seitenblick darauf gestattet sein, wie sich diese Beziehung hinsichtlich des Stufenbaues der Individualität näher ausgestaltet. Ein gewisser Parallelismus zwischen Naturindividuen und Bewußtseinsindividuen findet statt, aber kein vollständiger (U. II 127—130). Zwar gibt es keine Bewußtseinsindividuen als auf der Grundlage der Naturindividuen; wohl aber gibt es Naturindividuen höherer Stufe, denen keine Bewußtseinsindividuen gleich hoher Stufe entsprechen, weil die äußeren Bedingungen zum Zustandekommen höherer Bewußtseinseinheiten nicht gegeben waren (die Güte der Leitung für Reize behufs Herabsetzung der inneren Schwelle).

Wir wissen nicht, wie es mit der Bewußtseinseinheit in einem Tierstock aussieht; bei einem Pflanzenstock haben wir allen Grund, eine solche zu bezweifeln und nur ein Zellenbewußtsein, oder höchstens ein Organbewußtsein in besonders lebendigen Organen (z. B. Wurzelspitzen, Staubfäden, Blattgelenken) anzunehmen (U. II 93—94, 478—479). Lebende Weltkörper können noch weniger eine Bewußtseinsindividualität besitzen, die ihrer natürlichen Individualität entspräche, weil hier noch weniger Leistungsfähigkeit zwischen den organischen Teilen besteht, als in der Pflanze zwischen den Zellen. Fechner kam nur dadurch zu der irrtümlichen Annahme eines einheitlichen Gestirnbewußtseins, daß er die Bewußtseinsschwelle mit steigender Individualitätsstufe sinkend dachte statt steigend (M. II 265—267; Ps. 325—327, 286, 40—42; „Sphinx“ 1891 Juniheft S. 325—326). Alle Vorgänge in einem Naturindividuum, die unterhalb der Schwelle seines Gesamtbewußtseins verlaufen, treten in seine Bewußtseinsindividualität nicht ein. Je tiefer die Bewußtseinsschwelle sinkt, desto vollständiger wird der psychophysische Parallelismus, am vollständigsten aber bei den Uratomen, wo aber wieder alle Empfindungsqualität noch fehlt und nur quantitative Verhältnisse von Lust- und Unlustgefühlen den Bewußtseinsinhalt ausmachen (K. 27—29, 61; U. II 492, 501, 476—477).

Für das Bewußtseinsindividuum höherer Stufe liefern die von ihm umspannten Bewußtseinsindividuen niederer Stufe das Material

zu subjektiv-idealen, synthetischen Phänomenen, so zwar, daß die Bausteine unterhalb der Schwelle des Samtbewußtseins bleiben und nur das aus ihnen synthetisch Formierte diese Schwelle überschreitet. Aber die einheitliche Tätigkeit der höheren Individualitätsstufe, die die relativ unbewußten Bewußtseinsinhalte der niederen Individualitätsstufen verknüpft und gestaltet, darf dabei nicht fehlen, und es ist ein Irrtum, zu glauben, daß ein einheitliches höheres Individualitätsbewußtsein durch bloße Assoziation niederer Bewußtseinsinhalte ohne hinzukommende synthetische Funktion zu Stande kommen könne (Ps. 288—290, 313—316). Diese Funktion muß absolut unbewußt sein, da sie in kein Bewußtsein, weder das der niederen, noch das der höheren Stufe fällt, weist also bereits in die metaphysische Sphäre hinüber. Denn analog bestehen auch die Naturindividuen höherer Stufe zwar in solchen niederer Stufen, aber nicht lediglich aus solchen; denn diese verfolgen bloß ihre niederen Individualzwecke, und wenn sie einem höheren Zwecke dienen sollen, so muß eine diesen höheren Individualzweck aufstellende und realisierende Tätigkeit hinzukommen, die ihre höheren Gesetze über die niederen überlagert und mit ihrer höheren Kraft die niederen Kräfte in ihren Dienst zwingt.

In der unorganischen Natur sind allerdings die komplexen Gesetze der höheren Individualitätsstufen, soweit wir sehen können, nur Resultanten aus der Kombination der einfacheren Gesetze der niederen Stufen, letzten Endes aus der Mechanik der Uratome; deshalb ist für die unorganische Natur die mechanistische Weltanschauung im vollen Rechte. In der organischen Natur dagegen sind bis jetzt alle Versuche, die höheren Gesetze aus der Kombination niederer zu erklären, gescheitert, und deshalb ist hier die mechanistische Weltanschauung ein bloßes Vorurteil. In der unorganischen Natur gehen die Zwecke der Moleküle verschiedener Stufe nicht über das hinaus, was an Zweckmäßigkeit schon in den Funktionen und Konstanten der mechanischen Atomgesetze und in der Anfangskonstellation der Atome drinsteckt und sich nur zu entfalten braucht; in der organischen Natur aber treten mit der Erhaltung und Steigerung der Form im Wechsel des Stoffes Zwecke hervor, denen nur durch eine hinzukommende Gesetzlichkeit und durch hinzukommende, nicht aus den unorganischen Individualitätsstufen resultierende Kräfte genügt werden kann.

Diese gesetzlichen Kräfte sind ebenfalls absolut unbewußt

und weisen darum ebenfalls auf die metaphysische Sphäre zurück. Auch sie sind synthetisch, ordnend, leitend, formierend, aufbauend, und nur das Material, womit sie arbeiten, ist ein anderes als in der subjektiv idealen Sphäre. Dort waren es die relativ unbewußten Bewußtseinsinhalte der niederen Individualitätsstufen, die zu überschwelligen Synthesen verschmolzen wurden; hier sind es die physikochemischen Realitäten der niederen Naturindividuen, die zu der leiblichen Wirklichkeit eines höheren Naturindividuums verarbeitet werden. Aber in beiden Fällen erfolgt die synthetische Verarbeitung und Formierung nach gleichen Kategorien, abgesehen davon, daß in der subjektiv-idealnen Sphäre auch noch Kategorien zur Verwendung gelangen, die, wie die Qualität, in der Natur keine Stätte haben. Das läßt darauf schließen, daß es wesentlich dieselben logisch determinierenden und dynamisch realisierenden metaphysischen Funktionen sind, die sich in beiden Erscheinungssphären betätigen und daß die Unterschiede ihrer Betätigungsweise dort und hier lediglich durch die Unterschiede des zu bearbeitenden Materials bedingt sind. Der Parallelismus erklärt sich dann, soweit er besteht, durch die Identität der metaphysischen, in beiden Sphären wirksamen Funktionen, seine Unvollkommenheit aus den verschiedenen Aufgaben und Erscheinungsweisen beider. Was in den organischen Naturindividuen Vitalagens, Lebensautonomie, Gestaltungsdominante genannt wird, das heißt in den Bewußtseinsindividuen Kategorialfunktion, schöpferische Synthese oder ähnlich.

Die Durchdringung der beiden phänomenalen Sphären durch die metaphysische zeigt sich also auch im Stufenbau der Individualität und nötigt uns, hinter dem Stufenbau der Naturindividuen und dem der Bewußtseinsindividuen einen Stufenbau unbewußt geistiger Individuen oder metaphysischer Individualfunktionen verschiedener Zweckstufe anzunehmen. Was sich in der objektiv realen Sphäre als Naturindividuum, in der subjektiv idealen Sphäre als Bewußtseinsindividuum darstellt, das muß zunächst in der metaphysischen Sphäre unbewußt geistiges Individuum gewesen sein. Die Individuation muß sich zunächst in der *natura naturans* vollziehen, um in der *natura naturata* als Naturindividuum in die Erscheinung treten zu können und sich schließlich auf diesem Naturgrunde auch nach innen zu reflektieren und ein Bewußtseinsindividuum hervorzubringen, sofern die Bedingungen dazu (Güte der Leitung) in dem Naturindividuum gegeben sind. Das Uratom als metaphysische Kraft, die ihr Gesetz in sich trägt, oder als

ideell bestimmter Wille ist die einfachste Gestalt des unbewußt geistigen Individuums; aber auch jede höhere Individualitätsstufe ist nur die doppelseitige Erscheinung eines entsprechenden unbewußt geistigen Individuums.

In der unorganischen Natur wird die Idee eines zusammengesetzten Individuums (Elementatom, Elementmolekül, Verbindungsatom, Verbindungsatomkette) durch bloße Kombination von Uratomen realisiert, stellt also ein bloßes Summationsphänomen aus den zusammenwirkenden Uratomen und ihren mechanischen Gesetzen dar, ohne daß eine neue Kraft oder ein neues Gesetz hinzukäme, das nicht aus jenen Komponenten resultiert. In der organischen Natur dagegen kommt zu dem Summationsphänomen der niederen Kräfte und Gesetze noch etwas Neues, nicht aus ihnen Resultierendes hinzu, nämlich eine höhere organische Gesetzmäßigkeit, die durch nichtzentrierte Kräfte realisiert wird. In den unorganischen zusammengesetzten Individuen hängt das, was aus dem Zusammenwirken der niederen Kräfte nach niederen Gesetzen als Gesamtergebnis herauskommt, lediglich von der jeweiligen Konfiguration der Uratome ab, die zuletzt durch die Anfangskonstellation beim Beginn des Weltprozesses bedingt ist; bei den organischen Individuen hängt das Gesamtergebnis nicht nur von der gegebenen Konfiguration der Uratome ab, sondern auch von den Änderungen, die durch die hinzukommenden nichtzentralen Kräfte an ihnen vorgenommen werden.

In den unorganischen zusammengesetzten Naturindividuen bringen alle mitwirkenden Zentralkräfte zusammen die objektiv reale Erscheinung der Materie hervor, ohne daß nichtmateriierende Kräfte dabei eine Rolle spielen; das Gesamtindividuum ist also ohne Rest ein materielles Individuum, trotzdem die es produzierenden Zentralkräfte unstofflich, immateriell, unbewußt geistig sind. In den organischen Individuen wirken dagegen materiierende und nichtmateriierende, zentrale und nichtzentrierte, Potentialkräfte und potentiallose Kräfte zusammen, und deshalb erschöpft das materielle Individuum hier nicht das ganze Naturindividuum, wenngleich das Naturindividuum nur so weit, als es materielles Individuum ist, in die unmittelbare Wahrnehmung treten kann (U. III 124—126, 141—146; K. 487—491). Erst daraus, daß das organische Individuum schon als materielles Individuum eine andere Beschaffenheit zeigt und andere Leistungen vollbringt (z. B. zweckmäßige Anpassungen oder intelligente Verrichtungen), kann und muß geschlossen werden, daß bei der Herstellung dieser

materiellen Beschaffenheit höhere Kräfte nach höherer Gesetzlichkeit mitgewirkt haben. Das unbewußt geistige Individuum, das solchem organischen Individuum entspricht und produktiv innwohnt, ist demnach eine Idee, die die niederen Gesetze des materiellen Leibes und die höheren organischen Gesetze, denen sie dienstbar gemacht werden, einheitlich umspannt und sich zu ihrer Verwirklichung sowohl der Summe der niederen, im materiellen Leibe enthaltenen Kräfte, als auch der höheren, hinzukommenden Kräfte bedient.

Jedem unbewußt geistigen Individuum jeder Stufe entspricht während des Weltprozesses ein Naturindividuum, in dem es sich für die objektiv reale Sphäre realisiert; aber jedem entspricht nur soweit ein Bewußtseinsindividuum, als in dem ihm zugehörigen Naturindividuum die äußeren Bedingungen zur Herstellung einer Bewußtseinseinheit gleicher Individualitätsstufe gegeben sind. Wenn diese schon in einer Pflanze und in einem Himmelskörper fehlen, so fehlen sie erst recht in dem Naturganzen. Das Universum ist ohne Zweifel ein Naturindividuum, das Naturindividuum höchster Stufe; ihm entspricht das unbewußt geistige Individuum höchster Stufe, aber nicht ein Bewußtseinsindividuum höchster Stufe. D. h. der Natur als dem Universum der objektiv realen Sphäre ist ein einheitlicher unbewußter Weltgeist immanent, der die Natur stetig produziert; aber es wäre vergeblich, nach einem bewußten einheitlichen Weltgeist zu suchen, der sich auf die Natur als auf seinen Leib stützte, wie der bewußte Menschengeist sich auf den Menschenleib stützt. Vor dem Beginn und nach dem Ende des Weltprozesses ist das unbewußt geistige Individuum zwar auch, gliedert sich aber nicht in einen Stufenbau ihm untergeordneter und von ihm als seine innere Mannigfaltigkeit umspannter, unbewußt geistiger Individuen, produziert also auch kein ihm entsprechendes universelles Naturindividuum, da dessen Produktion eben erst auf dem Widerspiel jener untergeordneten unbewußt geistigen Individuen beruht (U. II 503).

Die Uratome haben eine Lebensdauer, die der des Weltprozesses gleichkommt; ob sie von Anbeginn in Verbindung zu zusammengesetzten Elementatomen existiert haben, oder ob es Bedingungen gegeben hat, unter denen sie völlig dissoziiert waren, davon ist uns nichts bekannt; wir können also auch nichts darüber aussagen, wie lang die Lebensdauer der Elementatome ist. Daß die Elementmoleküle sich bei chemischen Verbindungen häufig in ihre Elementatome auflösen, ist anzunehmen; von den che-

mischen Verbindungs molekülen wissen wir, wie sehr ihr Fortbestand von den umgebenden Bedingungen abhängig ist. Schon in der unorganischen Natur sind also die zusammengesetzten Individuen mehr oder weniger dem Entstehen und Vergehen während des Weltprozesses unterworfen; um so mehr gilt dies von den noch weit verwickelter zusammengesetzten organischen Individuen. Grade die bei den organischen Individuen hinzukommenden höheren, potentiallosen Kräfte sind, weil sie eigener Ausgangspunkte für ihre Kraftäußerungen entbehren, hinsichtlich ihrer gliedlichen Besonderung ganz und gar auf die Summe ihrer Angriffspunkte angewiesen, d. h. auf den materiellen Leib in seinem jeweiligen Zustand. Vor dessen Entstehung und nach seiner Auflösung fehlt es auch den hinzukommenden höheren Kräften an einem Zielpunkte ihrer Besonderung, an einem medium individuationis.

Wegen ihrer nur relativen Beständigkeit und Beharrlichkeit können alle zusammengesetzten Individuen nicht als Substanzen angesehen werden, aber auch die Uratome können dies nicht, weil sie nur aus teleologischen Gründen für die Dauer des Weltprozesses beständig, aber mit ihm entstanden sind und mit ihm vergehen werden. Substanz kann nur das unbewußt geistige Individuum höchster Stufe sein, das als Grund der Natur ihr begriffliches einziges Prius sein muß und auch durch ihr Aufhören nicht vernichtet werden kann. Individuen gleichviel welcher Stufe können nur Glieder in der inneren Mannigfaltigkeit des universellen unbewußt geistigen Individuums sein; da dieses sich nicht substantiell, sondern nur funktionell spalten kann, so können sie nur seine Teilfunktionen sein. Nur als solche können sie einerseits inkonstant sein, anderseits miteinander in Kollision geraten, ohne sich zu verfehlen und aneinander vorbeizuschießen.

V. Die Finalität in der Natur.

Gibt es Finalität in der Natur? Die Frage ist ebenso zu beantworten wie die andere, ob es Kausalität in der Natur gibt. Für den transzendentalen Idealisten sind beide nur subjektiv ideal, für den transzendentalen Realisten, dem die Kausalität als objektiv real gilt, ist kein Grund anzugeben, warum nicht auch die Finalität objektiv real sein sollte. Denn erkenntnistheoretisch betrachtet, sind beide nicht aus der Wahrnehmung geschöpft, sondern Deutungen des Zusammenhangs des Wahrgenommenen,

Hypothesen, die der Verstand herzubringt, um sich in seinen Wahrnehmungen zu orientieren. Die Anwendung beider Kategorien auf das Wahrgenommene unterliegt einem gleichen Denkzwang oder apriorischer Nötigung, und doch bleibt bei beiden nicht bloß die Richtigkeit ihrer Anwendung auf den besonderen Fall, sondern sogar ihre objektiv-reale Gültigkeit in der wirklichen Natur hypothetisch. Naturphilosophisch betrachtet sind beide nur auf dynamische Vorgänge, auf Kraftäußerungen oder Willenshandlungen anwendbar, und beide in gleichem Maße für den konkreten Fall logisch determiniert, also für unsere abstrakte Auffassung gesetzlich. Jede von ihnen stellt genau genommen einen universellen, aber individuell gegliederten Zusammenhang in der Natur dar, innerhalb dessen jedes Glied mit allen anderen sowohl kausal als auch final verknüpft ist; die Herauslösung einzelner Kausalfäden oder Finalfäden aus diesem Zusammenhang gehört bei beiden gleichermaßen bloß unserer abstrakten diskursiven Auffassung an (K. 380—382, 442—448, 491—492). Bei beiden vollzieht sich in der wirklichen Natur der stetige Fluß kausal oder final bestimmter Veränderung in Zeitdifferentialen, denen unsere Auffassung nicht zu folgen vermag; bei beiden können wir uns deshalb nur mittelbare Kausalverknüpfung oder Finalverknüpfung zum Bewußtsein bringen, indem wir die unmittelbar aneinanderstoßenden Veränderungsschritte überspringen.

Als absolut unbewußt reale Beziehungen sind beide in gleicher Weise interindividuelle und isotrope Vorgänge, d. h. Naturprozesse zwischen den gleichartigen Außenseiten verschiedener Individuen. Wo beide Glieder einer Kausalbeziehung oder Finalbeziehung bewußt zu sein scheinen, liegt ein falscher Schein vor; d. h. in Wahrheit sind dann die Glieder nur subjektiv ideale Vorstellungsrepräsentanten der realen Glieder realer Kausal- oder Finalbeziehungen. Wo ein Glied einer Kausal- oder Finalbeziehung bewußt, das andere unbewußt ist, da sind sie ungleichartige Glieder in intraindividuellen, allotropen Vorgängen, d. h. in Wahrnehmungs- oder Motivationsprozessen innerhalb eines und desselben Individuums, oder in Umschlägen aus einer Erscheinungssphäre in die andre. Aber auch in diesen drei Fällen verhält sich Kausalität und Finalität stets gleichmäßig. Beide stehen endlich in gleichem Verhältnis zu der metaphysischen Sphäre. Beide sind nämlich phänomenale Aktionen des Weltwesens, das in ihnen metaphysisch immanent wird und vermittelst ihrer die Natur und das bewußte Geistesleben stetig produziert

und umgestaltet, das aber als Wesen zugleich die doppelseitige Erscheinungswelt überragt oder transzendierte (Le. 413—422).

Die materialistische und mechanistische Strömung, die in den modernen Naturwissenschaften im letzten halben Jahrhundert herrschend war, hat die Anerkennung von Finalität in der Natur als unwissenschaftlich gebrandmarkt. Die Naturwissenschaft als solche hat nämlich bloß Kausalzusammenhänge zu untersuchen, während die finale Betrachtung der Natur bereits in das Gebiet der Naturphilosophie fällt. Wenn nun die Naturwissenschaft sich für die Wissenschaft schlechthin, und ihre Methoden und Forschungsweisen für die allein wissenschaftlichen hält, so muß sie notwendig die Finalbetrachtung der Natur für unwissenschaftlich erklären. Sie fürchtet, in der Finalität einen gesetzlosen, willkürlich freien Faktor in die Natur eindringen zu sehen, der die geschlossene Naturkausalität stört. Sie glaubt, ein psychisches Prinzip müsse auch ein bewußt psychisches sein, und sieht damit die Natur einem abergläubischen Spiritismus verfallen. Sie meint, mit der Finalität greife etwas Übernatürliches, Unnatürliches in die Natur ein, etwas Metaphysisches, das nach der Lehre des Agnostizismus ewig unerkennbar sei. Die Scheu und Mißachtung der Philosophie überhaupt hatte sich zu einer solchen der Naturphilosophie im besonderen verdichtet, wobei man immer an die überwundene Schelling-Hegel-Okensche Naturphilosophie dachte. Aus alle dem setzte sich die Teleophobie der Naturwissenschaft zusammen, die jetzt nachgerade als die Kinderkrankheit einer jung aufstrebenden Wissenschaft begriffen wird.

Der zu enge Begriff der Natur ist schon oben erörtert; jedes Individuum jeder Stufe hat sowohl eine Außenseite unbewußter natürlicher Wirksamkeit als auch eine Innenseite des bewußten Empfindungslebens. Die Finalität ist ebenso gesetzmäßig wie die Kausalität, wenn man auch ihre Gesetze nicht auf einen mathematischen Ausdruck bringen kann; von willkürlicher Freiheit ist auch bei ihr keine Rede. Soweit sie als Naturfinalität auftritt, entspringt sie unmittelbar immer dem unbewußten natürlichen Wirken von Individuen, mag auch dieses mittelbar durch bewußte Motivation veranlaßt sein. Es geht in der Tat alles natürlich zu in der Natur; man darf nur den Begriff der Natur nicht zu eng fassen, sie z. B. nicht auf die Mechanik von Zentralkräften oder auf physikochemische Energetik beschränken. Mit der deduktiven und dialektischen Naturphilosophie der spekulativen Epoche hat die heutige induktive Naturphilosophie nichts

mehr gemein; sie beschränkt sich aber auch nicht auf die Finalität, sondern untersucht ebenso die Kausalität, die von der Naturwissenschaft als etwas Gegebenes und Bekanntes hingenommen wird, in Wahrheit aber ein ebenso schwieriger Begriff ist, wie die Finalität, und dem Psychischen und Metaphysischen ebenso nahe steht wie diese. Hätte der Agnostizismus Recht, so müßte er die Kausalität in demselben Sinne für einen metaphysischen, transzentalen Begriff und deshalb für ebenso unerkennbar erklären wie die Finalität. Die Naturwissenschaft operiert nur gedankenlos mit dem Begriff der Kausalität, weil sie ohne ihn gar nicht mehr arbeiten könnte, und stößt die Finalität von sich, weil sie nicht zu dem Handwerkszeug ihres Sonderberufs gehört. Für die Physik mag diese Stellungnahme erträglich scheinen, soweit die Naturforscher kein Bedürfnis haben, sich zugleich als denkende Menschen zu betätigen; für die Biologie aber ist sie schlechterdings unzulänglich und irreleitend, weil die Biologie ihre Aufgabe, wie oben gezeigt, nur erfüllen kann, wenn sie Naturwissenschaft und Naturphilosophie in sich vereinigt.

Aber Kant soll bewiesen haben, daß die Kausalität konstitutive, die Finalität aber nur regulative Gültigkeit habe, d. h. daß die erstere ein unentbehrlicher, integrierender Bestandteil unseres Naturbildes, die letztere eine zwar psychologisch notwendige, aber doch nur subjektive Zutat unseres Verstandes sei. Die ganze Teleologie Kants ist der Tummelplatz der ärgsten Widersprüche, ein kühner Anlauf, in der er den Höhepunkt seines Gedankensystems erklimmt, aber doch nur ein Anlauf, der durch die falschen Voraussetzungen, von denen er ausgeht, verhindert wird, sein Ziel zu erreichen (Kn. 228—256; M. II 39—46; U. III 453—455). Deshalb können die Vertreter der entgegengesetzten Ansichten sich mit einem Schein des Rechts auf Kant berufen, der tatsächlich gar nichts bewiesen hat, sondern alle Probleme in der Schwebe läßt. Wie jeder Satz analytisch oder synthetisch ist, je nachdem man den Prädikatbegriff im Subjektbegriff bereits mitgedacht hat, oder noch nicht, und ihn erst als etwas Neues zu diesem hinzufügt (K. 238—241), ebenso ist für das Naturbild jede Kategorie konstitutiv oder regulativ, je nachdem, ob sie schon in diese Formationsstufe des Naturbildes als integrierender Bestandteil mit eingegangen war und sie hatte formieren und aufbauen helfen, oder ob das Naturbild ein zunächst ohne sie formiertes ist, das sie nun durch ihr Hinzutreten zu einer höheren Stufe formieren helfen soll. Ein bloß kausales Naturbild ist ein

unvollständiges und in dieser Hinsicht falsches Naturbild; an dieses tritt die Kategorie der Finalität als regulative Norm heran. Das mit ihrer Hilfe formierte kausalfinale Naturbild steht höher und ist richtiger; in dieses ist die Kategorie der Finalität als integrierender Bestandteil seiner Konstitution eingegangen (Le. 420—421; Kn. 81, 190—191, 230—232, 239, 247—248; M. II 38—39).

Wenn zwar die Kausalität objektiv reale, die Finalität aber nur subjektiv ideale Geltung und Bedeutung hätte, so wäre der Glaube der Menschen an eine objektiv reale Bedeutung der Finalität und die Fortdauer ihrer objektiv realen Anwendung schwer zu verstehen. Denn diese Kategorie gäbe ja dann nicht etwa, wie z. B. die der Qualität, einen zusammenfassenden abgekürzten Ausdruck für eine unübersehbare Mannigfaltigkeit quantitativer Verhältnisse und dadurch eine erleichterte Orientierung in der Welt, sondern sie täuschte das Naturbild mit einer durchaus unwahren subjektiven Zutat, der in Wirklichkeit gar nichts entspricht. Eine solche Fälschung des Naturbildes müßte einerseits die Orientierung in der Welt sehr erschweren und andererseits müßten die an sie geknüpften Erwartungen beständig durch die Erfahrung enttäuscht werden; es könnte sich also keine Hirndisposition für die erleichterte Aufnahme einer solchen Kategoriefunktion im Bewußtsein bilden und eine etwa gegebene Disposition dieser Art müßte wegen ihrer Unzweckmäßigkeit bald verkümmern. In Anbetracht ihrer Unwahrheit und Unzweckmäßigkeit könnte die Finalität keinesfalls mehr unter die logischen Kategorialfunktionen gerechnet werden, sondern sie müßte als Specimen einer unlogischen Kategorialfunktion neben die logischen und diesen gegenübergestellt werden.

Dreierlei veranlaßt den Menschen zur Anwendung der Finalität auf die Natur, erstens, daß er selbst ein Stück Natur ist und in sich die Finalität vorfindet, zweitens, daß in der organischen Natur ihm auf Schritt und Tritt sowohl die statische Zweckmäßigkeit der fertigen Organisation als auch die dynamische Zweckmäßigkeit der reaktiven Anpassung entgegentritt, und drittens, daß selbst in der unorganischen Natur die Zweckmäßigkeit sich sowohl in der Anfangskonstellation als auch in den Konstanten und mathematischen Funktionen der Gesetze zum Ausdruck bringt. Diese drei Punkte sind der Reihe nach zu betrachten.

Der Mensch lernt die Finalität zunächst in seinem eigenen Wollen kennen. Er hat im Bewußtsein erstens das Motiv, zweitens



den Zweck, drittens den Kausalzusammenhang zwischen Zweck und Mittel, viertens die auf das Mittel gerichtete Willenshandlung. In vielen Fällen bleiben aber die beiden Mittelglieder (Zweck und Kausalzusammenhang) unbewußt, und nur die beiden Endglieder (Motiv und die auf das Mittel gerichtete Willenshandlung) werden bewußt. Nur die reflektierende Finalität ist ganz bewußt, die instinktive bloß halbunbewußt, die reflektorische sogar nur viertelbewußt und die des organischen Bildens ganz unbewußt. Im Reflexakt wird nur noch das Motiv oder der Reiz bewußt, aber nicht mehr die Willenshandlung als Gesamtaktion, und nur die Teilhandlungen der Zellen oder Ganglienketten, aus denen die Gesamthandlung sich zusammensetzt, sind noch von Bewußtsein begleitet. Im organischen Bilden fehlt jedes Bewußtsein, selbst eines Reizes oder Motivs, im Gesamtorganismus, wenn auch immerhin manche Teilhandlungen in niederen Individualitätsstufen dabei auf der reflektorischen oder instinktiven Finalitätsstufe stehen mögen (K. 449—454).

Es ist klar, daß in der stammesgeschichtlichen Entwicklung die Finalität zunächst als unbewußte mit dem organischen Bilden beginnt und daß sie allmählich mehr und mehr ins Bewußtsein hineinscheint, also durch die reflektorische und instinktive Stufe sich zur reflektierenden bewußten Finalität erhebt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß auch bewußte Zweckhandlungen, die sich häufig wiederholen, durch Mechanisierung zu materiellen Dispositionen zu instinktiven und reflektorischen herabgedrückt werden, um die Arbeit des Bewußtseins zu erleichtern. Diese rückläufige Bewegung befördert durch Entlastung des Bewußtseins von Nebensachen und häufig wiederkehrenden Aufgaben in zweckmäßiger Weise die Steigerung und Verfeinerung der bewußten reflektierenden Finalität, setzt aber unbedingt den rechtläufigen Prozeß als seine Grundlage voraus. Denn zunächst muß sich im rechtläufigen Prozeß die Finalität der Natur soweit zum Bewußtsein durchgearbeitet haben, daß reflektierende Finalität möglich wird, und dann erst kann diese sich rückläufig zu Instinkten und Reflexen mechanisieren. Die Pflanzen und niederen Tiere besitzen zum Teil gar kein Gesamtbewußtsein und jedenfalls keine zu solcher Leistung ausreichende Intelligenz, und selbst bei den höheren Tieren würde für die meisten Lebensaufgaben ihre bewußte Intelligenz nicht ausreichen, wenn sie nicht aus den früheren Abschnitten ihrer Stammesgeschichte die nötigen Dispositionen als Erbgut mitbrächten. In der Hauptsache sind also auch die

instinktiven und reflektorischen Dispositionen der höheren Tiere bereits in Perioden ihrer Stammesgeschichte mechanisiert worden, in denen die bewußte Finalität noch keinen wesentlichen Beitrag dazu liefern konnte, und nur zu ihrer feineren spezifischen Durchbildung mag die bewußte Intelligenz in späteren Perioden mitgewirkt haben (Ps. 36—37, 242; Preuß. Jahrb. Bd. 66 Heft 2 S. 127—129).

Gerade der Naturalismus sollte nicht darüber zweifelhaft sein, daß auch der Menschengeist nur ein Naturprodukt ist, und daß in ihm nichts als Bewußtes zutage treten kann, was nicht schon in der Natur als Unbewußtes enthalten war. Es ist also völlig berechtigt, die bewußte Finalität im Menschengeist selbst nur als eine hier vom Lichte des Bewußtseins beleuchtete, an sich aber unbewußte Naturfinalität aufzufassen. Dagegen ist es grundfalsch und völlig verkehrt, die Finalität als bewußte in die Natur hinauszuprojizieren, weil wir sie zufällig zunächst als bewußte im eigenen Geiste kennen gelernt haben. Gegen diesen Anthropomorphismus, der konsequent zum Spiritismus führt, haben sich mit Recht von jeher die Philosophen vom Altertum bis zur Gegenwart gekehrt, und die moderne Naturwissenschaft ist nur in deren Fußstapfen getreten. Der berechtigte Kampf gegen den unberechtigten Anthropomorphismus schlägt aber in einen unberechtigten Kampf gegen die objektiv reale Geltung der Finalität um, wenn er sich mit dem Vorurteil verquickt, daß es nur bewußte Finalität geben könne, während doch die stammesgeschichtliche Entwicklung der bewußten Finalität aus der unbewußten allein schon laut genug das Gegenteil predigt (U. III 465 Anm.).

In der organischen Natur überrascht uns überall die statische Zweckmäßigkeit der Organisation. Wenn von einem Dutzend Würfel einmal lauter Sechsen nach oben fallen, so lassen wir das als Zufall gelten; wenn aber diese Erscheinung sich unzählige Mal wiederholt, glauben wir nicht mehr an den Zufall, sondern suchen nach einer besonderen Ursache. Die Natur wirft immer Pasch, denn sie spielt mit falschen Würfeln, oder hat vielmehr leitende und ordnende unsichtbare Kräfte im Hintergrund, die dafür Sorge tragen, daß zahllose Einzelprozesse so verlaufen, um zuletzt ein harmonisches und zweckmäßiges Ergebnis zu Stande zu bringen. Die induktive Anwendung der deduktiven Wahrscheinlichkeitsrechnung zwingt uns gebieterisch zu solchem Schluß. Zwar sind die Teilprozesse in einem Organismus nicht ganz voneinander unabhängig, wie die Wahrscheinlichkeitsrech-

nung es verlangt, aber ihre Abhängigkeit voneinander kann, als bloß kausale gedacht, zur Erklärung der resultierenden Zweckmäßigkeit nichts beitragen und läßt deshalb die Forderung einer zugleich finalen Abhängigkeit voneinander und vom Ganzen bestehen (U I 36—47, 444—451; U. II 483; Vierteljahrsschrift f. wiss. Phil. 1904 Oktoberheft S. 316—317). Die statische Zweckmäßigkeit der Organismen wird auch jetzt nachgerade im allgemeinen anerkannt, und nur ihre Entstehung aus einem zwecktätigen Prinzip, d. h. die dynamische Finalität wird noch bestritten.

Diese tritt uns aber in der zweckmäßigen reaktiven Anpassung der Organismen, in ihrer Regulatorik entgegen. Soweit dieselbe eine Reaktion auf typische Reize ist, kann man sie hypothetisch als Funktionieren zweckmäßigen Disponierens erklären, also die dynamische Finalität auf statische, die scheinbar aktive Anpassung auf passive Angepaßtheit zurückführen. Diese Erklärung versagt aber bei der zweckmäßigen Anpassung an atypische, ungewohnte, in der Natur sonst nicht vorkommende Reize, wie sie z. B. bei vielen Akten der Naturheilkraft und in der raschen Änderung der Dispositionen beim Wechsel der Lebensverhältnisse hervortritt. Da bleibt nichts übrig als dynamische Finalität anzuerkennen, wie es der immer mehr um sich greifende Neulamarckismus tut (Le. 332—315). Dieselbe aktive Finalität zeigt sich auch in der stammesgeschichtlichen Entwicklung, sowohl in der allmählichen als auch in der sprunghaften Umbildung der Typen vom Höheren zum Niederen. Selbst der Begriff der „funktionellen Anpassung“, d. h. der zweckmäßigen Anpassung der Organe an die Funktion, die sie ausüben müssen, läßt sich nicht ohne aktive Finalität verstehen (Le. 26—30).

In der unorganischen Natur pflegt man die Finalität zunächst am wenigsten zu bemerken; aber eine genauere Betrachtung kann sie auch hier nicht übersehen. Nicht mehr rein logisch, sondern bereits final bestimmt ist es, welche Größe im Weltprozeß konstant und welche variabel gesetzt sind (Ph. 97—99; K. 315—317), und zum Teil auch, welche absolute Größe den Konstanten des Weltprozesses innerhalb ihres logisch möglichen Spielraumes gegeben ist (K. 481—483). Ebenso ist es nicht mehr rein logisch, sondern bereits final bestimmt, daß die Gesetze, deren mathematische Funktionen auf Minima oder Maxima hinauslaufen, aus der unendlichen Zahl logisch möglicher Fälle gerade nur einen der wenigen „ausgezeichneten Fälle“ herausgreifen, und

welchen der ausgezeichneten Fälle sie wählen (Ph. 99—104). Die Finalität steckt also schon in den Gesetzen der unorganischen Natur, sowohl in der Wahl ihrer Konstanten wie in der ihrer mathematischen Funktionen; sie steckt aber noch mehr in der Anfangskonstellation der Atome bei Beginn des Weltprozesses, da ohne eine zweckmäßige Anfangskonstellation auch die zweckmäßigen Gesetze zu keinen zweckmäßigen Ergebnissen hätten führen können (K. 483). — Endlich sind die Konstellationen und Gesetze nicht nur final für den äußeren Gesamterfolg in der objektiv realen Sphäre, sondern auch für den inneren Individualerfolg in der subjektiv idealen Sphäre. In jeder Konstellation geht nämlich soviel als möglich potentielle Energie in aktuelle über (Ph. 14—15), und der subjektive Empfindungserfolg für alle beteiligten Individuen (Atome und Moleküle) ist ein relatives Maximum an Lust (K. 56—61). Könnten die Atome die mechanischen und energetischen Gesetze nach ihren Wünschen bestimmen, so müßten dieselben genau so ausfallen, wie die Natur sie ohnehin bestimmt hat. Hieraus erhellt, daß auch in der unorganischen Natur die universelle Finalität nicht nur durch das Zusammenwirken von Individuen realisiert wird, sondern auch in lauter Individualzwecke innerlich gegliedert ist bis zur Atomisierung. —

Die statische Zweckmäßigkeit kann ihrem Ursprung nach verschieden gedeutet werden: durch Zufall, durch blinde Notwendigkeit, durch bewußte Zwecktätigkeit der Naturindividuen, durch die vorweltliche Anordnung eines außerweltlichen, die Welt nach ihrer Erschaffung sich selbst überlassenden Gottes, durch beständige übernatürliche Eingriffe eines außerweltlichen Gottes oder durch innerweltliche, natürliche, unbewußte Zwecktätigkeit. Der materialistische Naturalismus wird zu der Erklärung durch Zufall, die mechanistische Weltanschauung zu der durch blinde Notwendigkeit, der hylozoistische Naturalismus zu der durch die bewußte Zwecktätigkeit der Individuen hinneigen. Der Deismus wird die Natur als ein Uhrwerk betrachten, das Gott gemacht, aufgezogen und in Gang gesetzt hat, und das nun ohne sein Zutun abschnurrt. Der Theismus wird die Natur gleichfalls auf die unorganische Naturgesetzlichkeit der materiellen Welt beschränkt denken, aber die Zweckmäßigkeit der Organisation aus einem concursus divinus, d. h. aus beständigen göttlichen Wundereingriffen in den gesetzlichen Naturlauf zu verstehen suchen. Der konkrete Monismus endlich wird den Naturbegriff so erweitern,

daß er die theistischen Eingriffe mit umspannt, zugleich aber sie als Naturgesetze höherer Art erkennt.¹⁾

Den Zufall zur Erklärung benutzen, heißt auf Erklärung durch Gesetze verzichten (U. III 456—457). Die von Darwin angenommene zufällige und richtungslose Variabilität der Organismen findet gegenwärtig keine Vertreter mehr, und damit fällt auch die zufällige Entstehung zweckmäßiger oder nützlicher Abänderungen hinweg, die die Auslese im Kampf ums Dasein nur zu erhalten braucht (K. 460—462). Jeder organische Fortschritt kann nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht zufällig sein, sondern muß gesetzmäßig aus den gegebenen Konstellationen folgen. Soll trotzdem keine finale Aktivität im Spiele sein, so muß die blinde Notwendigkeit ausreichen, um durch das mechanische Kräftespiel die zweckmäßigen Ergebnisse hervorzubringen. Dann ist der Mechanismus zureichende Ursache der zweckmäßigen Resultate, d. h. erschöpfendes System ihrer Mittel. Die Finalität, die geleugnet werden sollte, steckt also schon in ihm drin, wie der Zweck in jedem System der Mittel steckt. Die Frage ist nur, wie sie da hineingekommen ist, wenn doch das System der Mittel blinder Mechanismus im Sinne der mechanischen Weltanschauung sein soll.

Solange man nur an bewußte Finalität denkt, bleibt nichts übrig, als auf den Gott-Schöpfer zurückzugreifen, der den Mechanismus eingerichtet hat; denn Sinn und Verstand muß doch hinter einem Mechanismus stecken, der Zweckmäßiges leistet, wie z. B. der Wilde hinter der Lokomotive mit mehr Recht einen Geist vermutet, als der mechanistische Naturforscher ihn leugnet (U. III 458). Nur so ist der Mechanismus als zureichende Ursache der zweckmäßigen Resultate festgehalten, wogegen die hylozoistische Ansicht ihn zu einer Teilursache herabsetzt und seine Ergänzung zur vollständigen Ursache erst in den hinzukommenden Leistungen der bewußten Zwecktätigkeit der Individuen findet. Gewiß trägt diese bei den höheren Tieren, z. B. zur Ausbildung der Bewegungsorgane, manches bei und spielt im Entwicklungsgange der Menschheit eine sehr bedeutende Rolle; aber für die Erklärung der Entstehung der einzelligen Organismen, der Pflanzen und niederen Tiere leistet sie nichts. Sie versagt überall da, wo entweder die

¹⁾ Die Erklärungsversuche Schopenhauers durch falsche Deutung einer zersplitterten Einheit und Wundts durch zufälliges Überschießen des Erfolges über die bewußte Absicht habe ich anderwärts kritisiert (N. 137—145; Preuß. Jahrbücher Bd. 66 Heft 2 S. 129—132).

bewußte Intelligenz noch auf zu tiefer Stufe steht oder ein Gesamt-bewußtsein der Individualität höherer Stufe fehlt, deren Zwecken die von ihr umspannten Individuen niederer Stufe dienen. Denn die Individuen niederer Stufe wollen nach ihrer bewußten Absicht nur ihren egoistischen niederen Individualzwecken dienen, und wo sie tatsächlich dem ihnen übergeordneten Individualitätszweck dienen, da tun sie es eben nicht mit Bewußtsein des Zweckes, sondern höchstens instinktiv, meist sogar völlig unbewußt. Die hylozoistische Auskunft ist hier also ebenso unzulänglich, wie bei dem Erklärungsversuch der zweckmäßigen Dispositionen durch Mechanisierung häufig wiederholter bewußter Zweckhandlungen.

Der Mechanismus der materiellen Welt schließt, wenn er das System der Mittel für die Verwirklichung der göttlichen Zwecke sein soll, die Mitwirkung bewußter geschöpflicher Zwecktätigkeit aus; soweit der Schein einer solchen besteht, darf er vom deistischen Standpunkt nur als Reflex materieller Vorgänge im Sinne eines materialistischen Subordinationsparallelismus gedeutet werden. Denn der von Gott gesetzte Mechanismus besorgt alles allein und läßt den Eingriffen bewußter Geister, die hier in keinem Sinne zur Natur gehören, keinen Raum. Ebenso ist hier alle scheinbar aktive Anpassung nur mechanisches Ergebnis passiver Angepaßtheit der Organisation an bestimmte Aufgaben. Aus dem Ei entwickelt sich ebenfalls nichts, als was in seinen materiellen Dispositionen eingeschachtelt lag und aus ihnen sich rein mechanisch entwickeln mußte; das Ei ist wieder ein mechanisches Produkt der elterlichen Organismen und die stammesgeschichtliche Entwicklung nur die mechanische Auswickelung dessen, was in der Urzelle eingewickelt lag. So kommt man zunächst zur Einschachtelung des ganzen organischen Prozesses in ein oder mehrere Schachtelzellen, in denen aller Fortgang mechanisch präformiert lag, sodann weiter zu Schachtelmolekülen und Schachtelatomen, in denen die Entstehung der Schachtelzellen bereits mechanisch präformiert gegeben war. Berücksichtigt man bei der mechanischen Auswickelung der materiellen Anlagen auch noch die Wechselwirkung mit den ebenfalls mechanisch präformierten Umständen der Umgebung, so stellt sich der Makrokosmos als ein Schachteluniversum dar, in dessen Anfangskonstellation der ganze Ablauf des Weltprozesses nach rein mechanischen Gesetzen präformiert und prädestiniert ist. So paradoxe und unbefriedigende Konsequenzen folgen daraus, wenn das System der Mittel für den Zweck auf rein mechanische Mittel beschränkt wird, wozu die Ableitung

des Wortes Mechanik und Mechanismus von Mechanik (Mittel) verleiten kann.

Der Theismus gestattet dem vom Deismus aus der Natur hinausgeworfenen Gott wieder den Eintritt, er erlaubt dem Uhrmacher, sein Uhrwerk zu ölen, zu regulieren und auszubessern. Gott fügt zu den zweckmäßigen mechanischen Gesetzen und Konstellationen noch weitere Mittel hinzu, um sie zum „System der Mittel“ zu vervollständigen. Aber er tut dies in gesetzloser, willkürlicher Weise durch äußere Eingriffe in den Naturlauf, die nicht mit zu diesem gehören und deshalb als Wunder erscheinen, die den Naturlauf stören und seiner Gesetze spotten. Ein bewußtgeistiger Gott kann sich zur Natur, nachdem er sie einmal geschaffen hat, nicht anders verhalten, als ob die Macht aller Dämonen und Spirits in seiner Allmacht vereinigt und überboten wäre; denn er gehört als bewußtgeistiger nicht zur Natur, sondern zur subjektiv idealen Erscheinungssphäre. Nur durch Wunder kann er sich während der Dauer des Weltprozesses betätigen und seine Existenz beglaubigen, weshalb mit Recht die konsequenten Vertreter des Theismus so großes Gewicht auf die Wunder legen und sich diese nicht rauben lassen wollen. Ebenso begreiflich ist es aber auch, daß die Naturforscher sich gegen solche gesetzlosen Wundereingriffe in den gesetzlichen Naturlauf sträuben und gegen eine Finalität auflehnen, die in dieser Gestalt vorgestellt wird. Die finalen Eingriffe sind als außernatürliche Willkürhandlungen eines bewußten Gottes ebenso unannehmbar, wenn sie sich zwischen gesetzliche kausale Naturvorgänge einschieben und mit diesen abwechseln, als wenn sie sich über diese überlagern, sie stören und vergewaltigen.

Ganz anders im konkreten Monismus. Hier steht Gott nicht als ein bewußter Geist außer der Natur, sondern als unbewußter Geist mitten in ihr drin. Alle Naturvorgänge sind seine Tätigkeiten, sowohl die unorganischen als auch die organischen, und alle Naturvorgänge vollziehen sich nach Gesetzen, sowohl die organischen als auch die unorganischen. Da die höheren Gesetze und Kräfte ebenso natürlich sind wie die niederen und derselben objektiv realen Sphäre angehören, können sie auch kooperieren, ohne sich zu stören, und sich einander überlagern, ohne daß die einen den naturgesetzlichen Charakter der andern verwischen. So wenig das Gesetz der Schwere aufgehoben wird, wenn ein elektrischer Krahm eine Panzerplatte in die Luft hebt, ebensowenig werden die physikochemischen Gesetze aufgehoben,

wenn leitende und ordnende Kräfte die Lagerung der materiellen Teilchen im Organismus bestimmen. Das Ergebnis der Kooperation verschiedener Kräfte und der Superposition verschiedener Gesetze ist natürlich ein anderes, als wenn die niederen Kräfte und Gesetze allein wirksam gewesen wären; aber in dem Ergebnis der Kooperation gelangen sie alle zu ihrem Recht, wie die Einzelkräfte in der Diagonale des Kräfteparallelogramms zu ihrem Rechte gelangen (K. 465; U. III 144, 463—465; U. II 543—544; Le. 417—418). Auch die bewußten Individualzwecke erhalten dabei die Möglichkeit, auf die Natur modifizierend einzuwirken, aber nur insofern, als sie selbst Produkte unbewußter organischer Naturvorgänge sind und sich bei ihrem Wirken auf die unbewußte Naturseite der Individualgeister stützen, also selbst als Bestandteile der Natur eine natürliche Wirkung ausüben, zunächst durch das Gehirn auf den eigenen Leib und durch diesen auf die Umgebung.

Nach ihrer rein dynamischen Seite sind die höheren, organischen Kräfte von den niederen, unorganischen nicht verschieden; denn das Dynamische beschränkt sich bei allen darauf, daß sie ihr Gesetz realisieren. Nur in der höheren und niederen Gesetzmlichkeit liegt der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Kräften; sein hervorstechendstes Merkmal ist die Nichtzentrierung und Zentrierung, sein auffälligstes Ergebnis die Nichthervorbringung und Hervorbringung der Erscheinung der Materie. Final sind, wie oben gezeigt, sowohl die unorganischen als auch die organischen Naturgesetze, und beide sind es als Mittel sowohl zur Finalität des Universums als auch zu der der Individuen, die ja nur Glied der ersteren ist. Wie die unorganischen Gesetze in kausaler Hinsicht niedriger stehen, einfacher und minder verwickelt sind, als die organischen, so auch in finaler Hinsicht; in beiderlei Beziehung bilden sie das Untergeschoß, auf dem das Obergeschoß der organischen Natur sich erhebt. Die unorganischen Gesetze verhalten sich zu den organischen etwa wie die elementaren Regeln des Schachspiels über die Einteilung des Brettes und die Zahl und Zugweise der Figuren zu den feineren Spielregeln, die man kennen und befolgen muß, um die Figuren mit Erfolg zu benutzen und den Zweck des Spiels zu erreichen (K. 490—491). Jede Seite allein und ohne die andere würde den Zweck des Spiels, beziehungsweise der Natur verfehlen (U. III 468).

Die höheren Gesetze sind zu verwickelt, um uns einen

mathematischen Ausdruck zu gestatten; sie enthalten weit mehr final bestimmte Konstanten, verwickeltere Funktionen mit größerem Variabilitätsspielraum und mit mehr Diskontinuität (Knotenpunkten) (K. 424, 483—486). Aber die Bestimmung des konkreten Falles geschieht bei ihnen wie bei den unorganischen Vorgängen mit logischer Notwendigkeit, unbekümmert darum, ob die Zusammenfassung ähnlicher Fälle unter ein abstraktes Gesetz leicht oder schwer, und ob seine mathematische Formulierung möglich ist oder nicht. Das Mittel zum Zweck ist hier gleichsam ein logischer Mechanismus, von dem der mechanische Mechanismus nur einen einfacheren Spezialfall darstellt (U. III 469—470, 473—474).

Konflikte zwischen Kausalität und Finalität, vor denen die Naturforscher so große Furcht haben, sind schlechterdings unmöglich. Denn einerseits ist jede besondere Kausalität der universellen Finalität ebenso wie der universellen Kausalität eingegliedert, trägt also ihren bescheidenen Anteil zu der universellen Finalität bei, wie sie zugleich dem Individualzweck des sie ausübenden Individuums oder den Individualzwecken der Individuen, deren Gruppe sie ausübt, dienen muß. Andererseits ist jede besondere Finalität zugleich Kausalität; denn wäre sie das nicht, so wäre sie ja wirkungslos und könnte gar nicht zu zweckmäßigen Vorgängen und Ergebnissen führen. Es gibt immer nur Konflikte zwischen Kausalität und Kausalität verschiedener Individuen, sei es gleicher, sei es verschiedener Stufen; aber diese Konflikte zwischen Kausalität und Kausalität entspringen daraus, daß die Individuen verschiedene Individualzwecke verfolgen; sie sind also zugleich Konflikte zwischen Finalität und Finalität und bringen diese gleich mit zu realem Austrag, z. B. beim Kampf eines Tigers mit einer Schlange oder eines Menschen mit Krankheitsbazillen (U. III 470—471; K. 444—449, 486; Le. 418—420).

Der ganze Weltprozeß ist ein einheitlicher Strom der universellen Finalkausalität, und jede einzelne Sonderaktion eines Individuums ist eine besondere Finalkausalität, die in die universelle Finalkausalität finalkausal eingegliedert ist. Bei dem universellen Geschehen sehen wir zwar seine Kausalität, können aber seine Finalität nur vermuten oder ahnen, weil wir den Endzweck nicht unmittelbar kennen, sondern nur mittelbar und induktiv aus den Mittelzwecken erschließen können. Bei den Individuen höherer Stufe liegt uns die Finalität klar vor Augen, sowohl durch die kunstvolle

Organisation in der objektiv realen Sphäre, als auch durch deren Zusammenhang mit der subjektiv idealen Sphäre, d. h. mit den bewußten Zwecken des Einzelnen und mit der Steigerung des bewußten Geisteslebens in der Menschheit; dagegen ist unser Einblick in die Kausalität hier äußerst lückenhaft und unvollständig. Bei Individuen niederer Stufe verdunkelt sich unser Verständnis für die Finalität um so mehr, zu je tieferen Stufen wir hinabsteigen, weil uns die Analogie mit dem eigenen Bewußtseinsleben dabei mehr und mehr im Stiche läßt. Wir können uns schon in das Bewußtsein einer Zelle nicht mehr recht hineindenken, geschweige denn in das eines Moleküls oder Atoms. Bei den unorganischen Individuen fehlt auch die statische Zweckmäßigkeit der Organisation, die bei der organischen als ein Hauptmerkmal des finalen Charakters dient, und die Einsicht in die Finalität der unorganischen Naturgesetze bietet dafür nur einen unzulänglichen Ersatz, ganz abgesehen davon, daß selbst diese noch nicht einmal allgemein verstanden wird.

So entsteht das Ergebnis, daß bei den höheren organischen Individuen die Finalität, bei den niederen organischen und noch mehr bei den unorganischen Individuen und bei dem universellen Weltprozeß die Kausalität sich in den Vordergrund der Betrachtung drängt. Daraus erklärt es sich, daß die Finalität im Weltprozeß und im unorganischen Einzelgeschehen von denen, die von der unorganischen Natur ausgehen, oft völlig verkannt und geleugnet wird, und daß bei den höheren Individuen über ihren Individualzwecken und Kollektivzwecken von denen, die von den Geisteswissenschaften ausgehen, nur zu leicht die kausale Seite ihres Handelns übersehen, ja sogar die Kollision höherer und niederer Individualzwecke als ein Konflikt zwischen Finalität und Kausalität mißdeutet wird. Wie die Einheit von Kausalität und Finalität im Ganzen und im Einzelnen zu denken sei, das ist Sache der Metaphysik; die Naturphilosophie hat ihre Aufgabe erfüllt, wenn sie diese durchgängige Einheit konstatiert hat und sich immer gegenwärtig hält. Dann schadet es auch nicht, wenn die höheren organischen Kräfte und Gesetze vorzugsweise nach ihrer finalen, die niederen vorzugsweise nach ihrer kausalen Seite gewürdigt werden, und das Zusammenwirken beider Arten von Kräften und Gesetzen in der organischen Natur als eine Kooperation von Teleologie und Mechanismus aufgefaßt wird. Insbesondere gilt dies für das Zusammenwirken von mechanischen Reflex- und Instinktdispositionen in den Zentralorganen der

Organismen und den hinzukommenden höheren Kräften und Gesetzen, die diese Dispositionen stammesgeschichtlich gebildet haben und sie weiterbilden, abändern und verfeinern. Der Nachweis der einen überhebt nicht der Anerkennung der andern und umgekehrt (U. III 38—43, 78—79).

Jede individuelle Tätigkeit auf jeder Individualitätsstufe ist eine kausalfinale oder finalkausale; aber auf den unorganischen Stufen sind die Individuen (Moleküle, Atome) und ihre Individualzwecke für uns nur hypothetisch, weil submikroskopisch, und erst auf den organischen Stufen treten sie samt der Art, wie sie ihre Individualzwecke verfolgen, anschaulich vor uns hin. Auf den unorganischen Individualitätsstufen nehmen wir nur Aggregate von Individuen ohne Zusammenschluß zu einer Individualität höherer Stufe wahr, und in diesen individualitätsslosen Konglomeraten (Steinen, Erdschollen, Flüssigkeitsmassen) verschwinden gleichsam die Einzelzwecke der darin enthaltenen zahllosen Individuen. Wir müssen uns deshalb in der unorganischen Natur hauptsächlich an die Finalität der Gesetze halten, an die sogenannte allgemeine Finalität, da wir die besondere der Individuen nur nach Analogie supponieren können (K. 487; Preuß. Jahrb. Bd. 66 Heft 2 S. 125—127).

Zu warnen ist dabei vor allem vor dem Irrtum, als ob der Individualzweck sich auf Selbsterhaltung, Behauptung des Daseins für möglichste Dauer beschränkte; denn das Dasein ist den Individuen niedrigster Stufe für die Dauer des Weltprozesses unverlierbar, während es für jede Individualitätsstufe im Durchschnitt um so kürzer wird, je höher sie steht. Das Individuum strebt innerhalb der Finalität seiner Individualitätsstufe vielmehr nach Willensbetätigung (Umsatz potentieller in aktuelle Energie) und nach einem Maximum von Leistung bei einem Minimum von Kraftaufwand, woraus sich ihm eine möglichst hohe Willensbefriedigung ergibt. Als Glied der universellen Finalität aber strebt die individuelle Finalkausalität darüber hinaus nach Erhöhung des Daseins durch Steigerung der Organisation, die sich durch verwickeltere Differenzierung und verstärkte Zusammenfassung vollzieht. Aus dem Gesichtspunkt der nackten Existenz hat in der objektiv realen Sphäre das Zusammengesetztere vor dem Einfacheren nichts voraus, im Gegenteil hat dieses vor jenem den gesicherteren Bestand und die längere Dauer voraus. Der Naturalismus hat deshalb gar kein Recht, von einem Fortschritt vom Niederen zum Höheren in der Natur zu reden. Die kom-

plizierteren Organismen sind bei entsprechend gesteigerter Zentralisation nur dann die höheren, wenn man einen außer der Natur belegenen Maßstab anlegt, nämlich die Bewußtseinshöhe und den Intelligenzgrad, die in die subjektiv reale Sphäre fallen (U. III 93—95).

Die kausalfinale Tätigkeit der Individuen zeigt sich auf der organischen Stufe einerseits in der stammesgeschichtlich fortschreitenden Steigerung der Organisation und anderseits in der aktiven Anpassung, durch die das Individuum seine überkommene Organisation zu regulieren und mit der Umgebung in Einklang zu erhalten sucht. Die organisatorische Finalkausalität gestaltet nicht nur den äußeren, sondern auch den inneren Typus, schafft sich vor aller Mitwirkung des Bewußtseins die zentralen Dispositionen, die als Reflex- und Instinktmechanismen dienen, leitet die Zellteilung und bildet die Anlagen in den Fortpflanzungszellen aus, die die Ontogenese eines neuen Individuums präformieren und erleichtern; sie erzeugt aber auch in sprunghafter Abänderung die Fortschritte im Bau, aus denen sich der stammesgeschichtliche Aufstieg zusammensetzt. Die regulatorische Finalkausalität hält das Gleichgewicht und die Harmonie der Teile des Organismus im Interesse des Ganzen und die des Ganzen zur Umwelt aufrecht, gleicht die beständig auftretenden kleineren und größeren Störungen aus, bekämpft Krankheitserreger, heilt Wunden, ersetzt verlorene Teile, kurz, erweist sich als aktive (genauer reaktive) Anpassung. Als organisatorische und regulatorische in Einem ermöglicht die individuelle organische Finalkausalität erst eine wahre Epigenesis, die Summe der individualgeschichtlichen und stammesgeschichtlichen Zuwachse und Umwandlungen, durch die eine bloße Auswickelung und Entfaltung der präformierten strukturellen Anlagen überschritten wird (Le. 322—324).

Weil auch in der organischen Natur das Streben fortbesteht, möglichst große Leistungen mit möglichst geringem Arbeitsaufwand hervorzubringen, bleibt auch hier die individuelle Finalkausalität darauf gerichtet, möglichst viel aktive Anpassung durch materielle Hilfsmechanismen von passiver Angepaßtheit zu ersetzen, und so der beschränkten Willensmacht oder dynamischen Leistungsfähigkeit unnötige Anstrengungen zu ersparen (U. III 326—328). Was als Verschwendungen der Natur erscheint, z. B. die Überproduktion von Samen und Eiern, stellt sich unter dem Gesichtspunkt der Mechanisierung als Ökonomie der Kräfte dar; denn sie erspart eine Menge aktiver Anpassung und Leitung durch

mechanische Präformation im Überfluß, die ihr weniger Arbeitsaufwand kostet. Freilich paßt jede Mechanisierung nur für bestimmte typische Reize, die auf ihre Struktur als Auslösung mechanischer Systemkraftäußerungen wirken, während sie auf atypische Reize, für die sie nicht eingerichtet ist, gar nicht oder unzweckmäßig reagiert. Wenn der Hilfsmechanismus auf einen ungewohnten Reiz gar nicht reagiert, so hat die aktive Anpassung freies Spiel und kann die gestellte Aufgabe lösen, falls sie nicht über ihre individuell beschränkten Kräfte geht. Wenn aber der Hilfsmechanismus auf den abnormen Reiz stürmisch oder zweckwidrig reagiert, so ist es der aktiven Anpassung wenigstens unmöglich, sich im Widerstreit mit dieser zweckwidrigen mechanischen Reaktion des Organismus zur Geltung zu bringen, und das Gesamtergebnis ist dann dysteleologisch (K. 464, 466—467).

Alle Dysteleologie, die von den Gegnern der Finalität irrtümlich als Gegeninstanz gegen die Naturfinalität aufgeführt wird, entspringt entweder aus der Beschränktheit der individuellen Willensmacht, die der aktiven Anpassung Grenzen zieht, oder aus der Einengung der finalen Reaktionen in die Grenzen der Leistungsfähigkeit eines zweckmäßigen Hilfsmechanismus. Es ist aber ebenso unbillig, von der aktiven Anpassungsfähigkeit eines Individuums zu erwarten, daß ihre Macht in der Überwindung äußerer Hemmungen und Störungen unbegrenzt sei, als die ökonomische Zweckmäßigkeit struktureller Hilfsmechanismen darum zu erkennen, weil sie nur für bestimmte Reize innerhalb gewisser Grenzen zweckmäßig wirken, jenseits derselben aber unwirksam oder zweckwidrig werden. Diese Mechanisierung der regulativen Reaktionen ist wie jede typische Struktur zweckmäßig, sobald sie für die durchschnittlich gegebenen Verhältnisse und für die gewöhnlichen Reize ausreicht; die Verkümmерung und den Untergang des Individuums oder selbst der Spezies unter allen Umständen abzuwehren, liegt gar nicht im Interesse der universellen Finalität, vielmehr mausern sich in längeren Zeiträumen die Gattungen in ihren Spezien ganz ähnlich wie in kürzeren Zwischenräumen die Spezien in ihren Individuen (U. I 142—143, 462—463; U. II 217—218; U. III 293—194).

Gewiß lassen sich manche Einrichtungen für Organismen ausdenken, die für gewisse seltenere Ausnahmefälle zweckmäßig wären, z. B. eine menschliche Hirnschale, die von faustgroßen Hagelkörnern nicht zerbrochen würde; aber man kann das Fehlen solcher Einrichtungen nicht unzweckmäßig nennen, weil ihr Vor-

handensein mehr Übelstände für das gewöhnliche Leben mit sich führen würde als Nutzen für seltene Ausnahmefälle (Ul. I 163—164). Das Stehenbleiben rudimentärer Organe, die unter veränderten Lebensumständen keine Funktion mehr haben, zeigt aktive Anpassung in der Verkümmерung dieser Organe und in dem allmählich immer weiteren Zurückgreifen dieser Verkümmerung in immer frühere embryologische Entwickelungsstadien, aber passive Angepaßtheit der Organisation an die früheren Lebensumstände und überlegene ökonomische Zweckmäßigkeit der Vererbungsmechanismen im allgemeinen im Vergleich zu immer neuem selbstdäigem Aufbau jedes neuen Organismus durch freies organisches Bilden ohne den Stützpunkt ererbter Präformationsanlagen. Die massenhafte Produktion von Keimen erscheint ebenfalls nur dann dysteleologisch, wenn man außer Acht läßt, daß die Produktion eines Organismus ohne Keimanlage und ohne eine zur Entwicklung geeignete Umgebung weit mehr Kraftaufwand potentialloser Kräfte erfordern würde, als die Produktion so vieler Keime und die Entwicklung eines einzigen von ihnen, der in eine geeignete Umgebung gerät.

Ein Haupteinwand gegen die Möglichkeit einer organischen Naturfinalität ist der, daß die gesetzmäßige Naturkausalität in sich geschlossen sei, und daß eine hinzukommende Finalität diese Geschlossenheit zerstören würde. Dieser Einwand entspringt aber der irrtümlichen Verengerung des Naturbegriffs und der Meinung, als ob die organische Naturfinalität nicht auch gesetzmäßige Kausalität wäre und nicht auch zur Natur gehörte. An der Hypothese der geschlossenen Naturkausalität ist nur so viel richtig, daß aus der metaphysischen Sphäre nur diejenigen Aktionen auf Naturvorgänge einwirken, die selbst schon in die objektiv reale Sphäre eingetreten sind, also einen integrierenden Bestandteil der Natur bilden, und daß aus der subjektiv idealen Sphäre keine unmittelbare Einwirkung eines bewußt psychischen Phänomens in einem Individuum auf andere Natur-Individuen möglich ist, sondern nur eine mittelbare, durch die Naturseite des eigenen Individuums und seine unbewußt dynamische Tätigkeit vermittelte. Die allotrope Kausalität zwischen der bewußt psychischen Innerlichkeit und der unbewußt dynamischen Tätigkeit des Individuums auf seine Leiblichkeit erscheint hierbei als Motivation, die sich im wesentlichen stets unbewußt vollzieht (Ps. 367—368, 410—414; Le. 424—440).

Die Hypothese der geschlossenen Naturkausalität wird zu

einem falschen dogmatischen Vorurteil, wenn der Begriff der Natur auf die materielle Natur, d. h. auf die materiierenden Kräfte und ihre mechanischen Gesetze eingeschränkt wird. Daß die unorganische Natur sich in Zentralkräften und ihren mechanischen Gesetzen erschöpft, nehmen wir mit Recht an, weil wir bis jetzt keinen Grund gehabt haben, andere Kräfte in ihr zu supponieren; wir können aber selbstverständlich nicht mit apodiktischer Gewißheit behaupten, daß wir niemals Erscheinungen beobachten werden, die uns selbst in der unorganischen Natur zur Annahme nichtzentralisierter Kräfte nötigen. In der organischen Natur nötigt jede echte Lebenserscheinung zur Annahme solcher Kräfte, und wo wir zu ihr nicht genötigt sind, z. B. bei der Verbreitung von Samen durch den Wind, da liegt keine eigentliche Lebenserscheinung vor. Gäbe es nur Zentralkräfte in der Natur, so wären die aus diesen mathematisch deduzierbaren mechanischen Gesetze in der Natur alleingültig; wenn es aber noch andere, nichtzentralisierte Kräfte in der Natur gibt, so sind die mechanischen Gesetze eben nicht alleingültig, da sie für diese keine Geltung haben. Sie bleiben aber auch dann allgemeingültig für die Natur, obwohl sie nicht alleingültig sind; denn die nicht zentralisierten, nichtmateriierenden Kräfte können nur da wirken, wo sie materiierende Zentralkräfte als Angriffspunkte finden, wo also die mechanistischen Gesetze Geltung haben.

Die organische Gesetzlichkeit oder Lebensautonomie, die sich über die allgemeingültige mechanische Gesetzlichkeit überlagert, äußert sich unmittelbar in drehenden, scherenden und deformierenden Wirkungen, die stets mit einer Überwindung des Beharrungsvermögens von Zentralkräften verbunden sind. Das Beharrungsvermögen, wenn auch noch so kleiner materieller Teilchen kann nur durch eine Kraft überwunden werden; aber es ist ein falsches Vorurteil, daß es nur durch die mechanische Kraftäußerung einer oder mehrerer Zentralkräfte und nicht auch durch nichtzentrierte Kräfte überwunden werden könne (Ps. 417—419). Jede Veränderung der Maschinenbedingungen in einem Gebilde, durch die eine andere Art der Energieumwandlung bewirkt oder die Geschwindigkeit des Intensitätsausgleichs vergrößert oder verkleinert wird, jede Verschiebung eines Moleküls auf gleichem Potentialniveau, Verlegung eines kleinsten Energiequantums aus einer Raumachse in die andere, kurz jede kleinste Veränderung in einem materiellen Gebilde, auch wenn sie den Gesamtbestand der Energie unverändert läßt, erfordert doch Überwindung des

Beharrungsvermögens gewisser materieller Teilchen, d. h. die nicht alleinige Gültigkeit der mechanischen Gesetzmäßigkeit der Zentralkräfte.

Dagegen liegt kein Grund vor, zu bezweifeln, daß der Rahmen der energetischen Gesetze auch bei allen Lebensvorgängen innehalten wird. Zwar wird das niemals empirisch zu beweisen sein, weil die Änderungen des Energiequantums in einem organischen Gebilde unterhalb der Fehlergrenzen unserer Beobachtungsmittel liegen, oder sich als positive und negative Änderungen an verschiedenen Stellen des Organismus oder in verschiedenen Prozeßphasen kompensieren, oder selbst einer andern Größenordnung angehören könnten. Aber es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß der Rahmen der energetischen Gesetze gewahrt bleibt, weil dieser Rahmen Spielraum genug läßt, und weil die nichtzentrierten Kräfte auch nichtenergische Kräfte sind. Ein Ergal (Clausius) können nur solche Kräfte haben, die von einem Punkte aus wirken und deren Kraftäußerung im umgekehrten Verhältnis irgendwelcher Potenz der Entfernung steht, ein Potential nur solche, die von einem Punkte aus wirken und deren Kraftäußerung der zweiten Potenz der Entfernung umgekehrt proportional ist. Ergallose Kräfte können das Energiequantum eines Gebildes weder vermehren noch vermindern, sondern nur Änderungen in der Verteilung der Energie herbeiführen. Die Energiekonstanz des ganzen Gebildes bleibt gewahrt, auch wenn Verschiebungen von Molekülen in gleichem Potentialniveau oder Umlagerungen von Energie aus einer Raumachse in die andere vorgenommen werden. Ebenso bleibt der Satz des energetischen Geschehens gewahrt, auch wenn die Maschinenbedingungen in dem Gebilde abgeändert werden, durch die der Energieumsatz reguliert wird, oder wenn durch Katalysatoren der Intensitätsausgleich verlangsamt oder beschleunigt wird.

Solange die Energiegesetze im Sinne der qualitativen Energetik nur auf ganze Gebilde angewandt werden, ohne auf ihre Molekularmechanik als Grund und Quelle der Energie zurückzugehen, kann die Lebensautonomie niemals mit den Energiegesetzen in Kollision geraten, weil sie sich nur in dem breiten, von diesem offen gelassenen Spielraum entfaltet. Wenn dagegen alle qualitativen Energiearten auf qualitätslose mechanische Molekularenergie zurückgeführt werden, so ist damit eigentlich schon der Boden der Energetik verlassen und mit dem der Mechanik vertauscht. Gäbe es nur Zentralkräfte, so könnte man aus der Energiekonstanz in

jedem geschlossenen Gebilde die Energiekonstanz in jeder der drei Raumachsen folgern, weil ohne Überwindung von Beharrung, d. h. ohne Kraft die Umlagerung von Energie aus einer Raumachse in die andere unmöglich ist, und die Kraft hierzu aus dem Gebilde selbst, d. h. aus seinem Energievorrat, geschöpft werden müßte, wenn es nur energetische Kräfte gäbe. Wenn es aber außer den Zentralkräften auch nichtzentrale Kräfte gibt, so können diese eine solche Umlagerung von Energie bewirken, ohne dazu aus dem Energievorrat des Gebildes schöpfen zu müssen, also auch ohne diesen zu verändern. Der Satz, daß das Energiequantum eines geschlossenen Gebildes in jeder der drei Raumachsen konstant sei, kann also nicht von der Lebensautonomie innegehalten werden; er ist aber auch eigentlich kein Satz der Energetik mehr, sondern ein Satz der Mechanik, der für andere als mechanische Energieformen qualitativer Art gar keinen Sinn hat. Er ist ebenso gut ein Satz der Mechanik, wie die Minimumprinzipien, denen er äquivalent ist, und das Bereich seiner Alleingültigkeit ist ebenso wie das der letzteren auf die unorganische Natur beschränkt (Ps. 414—415, 418—419; Le. 389—401).

Nach alledem bietet die Geltendmachung der organischen Finalität gegenüber den unorganischen Naturgesetzen keine Schwierigkeit, wenn man nur die energetischen Gesetze, deren Rahmen innegehalten wird, und die mechanischen, die von den organischen überlagert werden, richtig unterscheidet.

B. Die unorganische Natur.

I. Die Mechanik.

Seit lange geht die Ansicht der Physik dahin, daß alle physikalischen und chemischen Gesetze auf Molekularmechanik zurückzuführen sind, wenn auch diese Zurückführung bei weitem noch nicht überall gelungen ist. So wird der Gasdruck als Summe von Molekülstößen, Schall, Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus als Schwingungen von Gas- oder Äthermolekülen gedeutet und die chemischen Vorgänge aus den Beziehungen und Gruppierungen der Moleküle erklärt. Mechanik des Atoms ist demnach dasjenige, woraus alle Erscheinungen der unorganischen Natur entspringen, d. h. die mechanistische Weltanschauung ist für die unorganische Natur die ausschließlich gültige, unbeschadet der finalen Bedeutung der mechanischen Gesetze sowohl in universeller, wie in individueller Hinsicht.

Die Mechanik des Atoms führt meist auf Differentialgleichungen, die das Geschehen bis ins kleinste zu verfolgen gestatten, aber auch bei verwickelteren Aufgaben in sehr umständliche Rechnungen verwickeln, oder gar bei etwaigem Mangel an genügender Kenntnis der Konstellationen ganz im Stich lassen. Insoweit nun das Interesse gar nicht auf die Verfolgung der molekularen Vermittelungsvorgänge, sondern auf das Endergebnis des ganzen Vorganges gerichtet ist, haben Integralgleichungen den Vorzug, insbesondere dann, wenn die Einzelvorgänge ziemlich gleichartig sind, also entweder alle derselben Energieart angehören, oder einfache Umsätze zwischen zwei Energiearten mit bekanntem Äquivalenzverhältnis darstellen (wie etwa zwischen Molarmechanik und Wärme in der Thermodynamik). Diese integrale Betrachtungsweise führt dann aus dem Gebiete der Mechanik im engeren Sinne in das der Energetik hinüber (Ph. 74—76).

Die Bewegungslehre oder Phoronomie ist eine Anwendung der Mathematik auf die Bewegung mathematischer Punkte oder

Körper, die weder Masse, noch Widerstandsvermögen (Undurchdringlichkeit), noch Kraft haben. Bewegung ist hier relativ, und die phoronische Beharrung entspringt nicht aus irgend einer Kraft, sondern lediglich aus der Relativität der Bewegung. Die Phoronie bezieht sich also als apodiktisch gewisse formale Wissenschaft nur auf Vorstellungsoobjekte; daß sie auch für Naturdinge gilt, zeigt erst die Erfahrung. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß in der Wirklichkeit nur gradlinige Bewegungen relativ sind, rotierende aber nicht, und daß auch die Größenverhältnisse der bewegten Teile bei drehenden, scherenden und deformierenden Bewegungen und bei Überwindung von Schweren und Beharrungsvermögen der Massen nicht ebenso gleichgültig sind wie bei bloß vorgestellten mathematischen Körpern.

Die Phoronie kann über den Begriff der Beschleunigung hinaus nicht zurückgehen; diese ist für sie eine letzte, in Gedanken gemachte Voraussetzung. Erst die Mechanik hat Anlaß, nach dem Woher der wirklichen Beschleunigung an wirklichen Körpern zu fragen, weil das Produkt aus Masse und Beschleunigung die Kraftäußerung ist, und diese auf einen in der Masse belegenen Grund der Beschleunigung, die Kraft, zurückweist. Die Masse ist proportional dem Beharrungsvermögen, an gleicher Stelle der Erdoberfläche auch proportional dem Gewicht; sie ist nicht durch Volumen und Dichtigkeit zu bestimmen, da vielmehr die Dichtigkeit erst durch das Verhältnis des Volumens zur Masse bestimmbar ist. Das mechanische Beharrungsvermögen ist nicht aus der Relativität der Bewegung abzuleiten wie das phoronische, sondern ist eine der Konstanten des Weltprozesses, die eine feste endliche Beziehung ausdrückt zwischen der Kraft eines Atoms und der Beschleunigung, die sie einem andern Atom in der Zeiteinheit erteilt. Die Maßeinheit der Kraftäußerung ist dann die Dyne oder diejenige Kraftäußerung, die der Masse eines Gramms in einer Sekunde die Beschleunigung von 1 cm erteilt, und sie ist gleich dem Druck oder Zug, den ein Gewicht von 0,001019 g ausübt.

Die Phoronie lehrt, daß die Geschwindigkeit v die erste Ableitung des Weges s nach der Zeit t , die Beschleunigung γ die zweite ist. Es ist also $v = \frac{ds}{dt}$; $\gamma = \frac{d^2s}{dt^2}$; bei gleichförmig beschleunigter Bewegung ist $v = \gamma t$; $s = \frac{1}{2} \gamma t^2$; $\gamma s = \frac{1}{2} v^2$. Dies sind die drei Grundgleichungen der Phoronie; multipliziert man sie mit m und setzt alsdann für das Produkt aus Masse

und Beschleunigung $m\gamma$ die Kraftäußerung p ein, so erhält man die drei Grundgleichungen der Mechanik. 1. $mv = m\gamma t$; 2. $ms = \frac{1}{2}m\gamma t^2$; 3. $m\gamma s = \frac{1}{2}mv^2$; — 1. $mv = pt$; 2. $ms = \frac{1}{2}pt^2$;

3. $ps = \frac{1}{2}mv^2$. Die erstere dieser Gleichungen lehrt, daß das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit gleich dem aus der Kraftäußerung und der Zeit ihres Wirkens, oder daß die Bewegungsgröße gleich dem Antrieb sei. Die zweite ist ohne Bedeutung, weil es an Wortbezeichnungen für sie fehlt. Die dritte lehrt, daß das Produkt aus der Kraftäußerung und der Strecke, die unter ihrem Einfluß von der Masse zurückgelegt wird, gleich ist dem halben Produkt aus der Masse und dem Quadrat der von ihr verlangten oder aufgezehrten Geschwindigkeit, d. h. daß die geleistete Arbeit gleich ist der lebendigen Kraft oder Wucht. Je nachdem man auf die Zeit oder auf den Weg reflektiert, gelangt man zur ersten oder dritten Grundgleichung. Beide verhalten sich wie differentiale und integrale Betrachtung und teilen die Vorzüge und Nachteile beider.

Die Form von Differentialgleichungen haben das Prinzip der virtuellen Arbeit, das d'Alembertsche Prinzip der verlorenen Kräfte und die Lagrangeschen Bewegungsgleichungen. Das erste paßt für die Statik, das zweite und dritte für die Dynamik. Das erste ergibt sich aus dem zweiten für den Fall des Gleichgewichts der Kräfte; das zweite läßt sich aus dem dritten ableiten und umgekehrt. Jedes der drei hat besondere formelle Vorzüge für bestimmte Fälle (Ph. 79—96).

Die Integralgesetze zerfallen in Beharrungsgesetze und Minimumgesetze. Die Beharrungsgesetze betreffen die Beharrung des Schwerpunktes eines Gebildes, soweit es nur von inneren Kräften beeinflußt ist, die Gleichheit der Flächen, die von einem Radius vector bei der Umdrehung um ein Kraftzentrum beschrieben werden, und die Konstanz der mechanischen Energie, d. h. der Summe der lebendigen und Spannkräfte, der kinetischen und der potentialen konfigurativen Energie in einem geschlossenen Gebilde. Alle drei Beharrungsgesetze sind durch Integration aus den Lagrangeschen Bewegungsgleichungen abzuleiten. Nur wenn die Energie nach jeder der drei Raumachsen konstant ist, kann man aus der Konstanz der mechanischen Energie die Bewegungsvorgänge eindeutig bestimmen. Wenn bloß die Energie im allgemeinen konstant gesetzt wird, so genügt das

zur eindeutigen Bestimmung nur bei gewissen zwangsläufigen Bewegungen; wo keine solche Zwangsläufigkeit besteht, kann man auch statt der Energiekonstanz in den drei Raumachsen eines der Minimumprinzipien zu Hilfe nehmen.

Das Eulersche Prinzip der kleinsten Wirkung lehrt, daß das Wegintegral der Geschwindigkeit eines Punktes ein Minimum ist, und dieses Prinzip hat Lagrange auf materielle Gebilde ausgedehnt, indem er die Summe der Wegintegrale aller Massenpunkte gleich einem Minimum setzte. Gauß' Prinzip des kleinsten Zwanges besagt, daß bei unfreien Bewegungen die Summe der Abweichungen aller Massenpunkte von den bei volliger Freiheit eingeschlagenen Bahnen ein Minimum ist. Bei völlig freien Bewegungen ist sowohl die Bahn ein Minimum (Jacobi), als auch die Zeit (Maupertuis), als auch das Zeitintegral der Energie (Hamilton), als auch das kinetische Potential, d. h. die Differenz zwischen der potentiellen und kinetischen Energie (Helmholtz). Die Natur erreicht ihre Wirkung mit dem kleinsten Kraftaufwand (Jacobi) auf möglichst wenig gekrümmten Bahnen und mit dem Minimum von Beschleunigung (Hertz). Von allem Möglichen geschieht immer dasjenige, wobei die geleistete Arbeit oder der Umsatz von Spannkraft in lebendige Kraft ein Maximum ist mit Bezug auf die verfügbare Kraft und Zeit und die beschreitbaren Wege (Prinzip des größten Umsatzes). Alle diese Sätze sind nur verschiedene Formulierungen eines und desselben Gesetzes, nämlich des Prinzips der möglichsten Ökonomie im Verhältnis des Kraftaufwandes zur geleisteten Arbeit; dies ist aber ein Prinzip von nicht mehr rein logischer oder mathematischer, sondern, wie schon oben bemerkt, von finaler Begründung und Bedeutung (Ph. 96—108).

Die potentielle mechanische Energie oder Spannkraft ist eigentlich noch keine Energie, sondern nur die Möglichkeit und das Vermögen, solche zu werden. Die Möglichkeit ist in der Konfiguration oder Lage gegeben, das Vermögen in den Kräften, die nach dem ihnen immanenten Gesetz bei solcher Lage bestimmte Kraftäußerungen entfalten. Der Ausdruck Potential ist deshalb noch besser als potentielle mechanische Energie. Das Potential eines Gebildes ist sein Arbeitsvermögen in der gegebenen Lage, oder sein potentieller Arbeitsvorrat, das Integral der Kraftäußerung in der gegebenen Konfiguration, oder diejenige mathematische Funktion, deren Differentialquotient die Kraftäußerung in der Kraftrichtung ist. Wie die Kraftäußerung das Dynamische unter

differentialem Gesichtspunkte darstellt, so stellt das Potential, wie jede Unterart des Energiebegriffs, das Dynamische unter integral em Gesichtspunkt dar. Die Formel des Kraftäußerungspotentials zeigt Masse, Strecke und Zeit in denselben Potenzen wie die der lebendigen Kraft und die der Arbeit, da beide sich ineinander umsetzen und sich vertreten können, d. h. äquivalent sind. Nur Zentralkräfte können ein Potential haben; nur bei Potentialkräften ist Wirkung und Gegenwirkung einander gleich, und nur auf Potentialkräfte ist die dritte Grundgleichung der Mechanik anwendbar, die die Gleichheit an lebendiger Kraft und Arbeit besagt (Ph. 108—113).

Was als Gesamtorgang in einer Masse einen gleichmäßigen energetischen Eindruck macht, z. B. den des Gasdrucks (Volumenergie) oder der Wärme (thermische Energie), das führt durch Zerlegung in immer kleinere und kleinere Räume allemal zur mechanischen Entstehung des Gesamteffektes aus der Bewegung kleinster Teilchen (Le. 386—387), mag man sie nun Korpuskeln oder Moleküle nennen. Schon die Verschiedenheit der Aggregatzustände verlangt ihre Erklärung durch veränderte Lagerung und Bewegung der Moleküle, und zwar in dem Sinne, daß bei dem festen Aggregatzustand eine starke Polymerisation (Vereinigung mehrerer Moleküle zu einem) stattfindet. Ob der tropfbar flüssige Aggregatzustand, der nur unterhalb der kritischen Temperatur und oberhalb des kritischen Druckes vorkommt, wirklich ein dritter Aggregatzustand ist oder vielmehr bloß eine Mischung aus gasförmigen und festen Bestandteilen, wie es die sogenannten Pseudoflüssigkeiten sind (Le. 202—203), ist noch zweifelhaft. Die verschiedenen Aggregatzustände gehen sprunghaft ineinander über, d. h. jeder von ihnen zeigt ein stabiles Gleichgewicht, während die zwischen ihnen liegenden Übergangsstufen instabil, also physikalisch existenzunfähig sind, da sie sofort in einen der stabilen Zustände hineinstürzen.

Ähnlich ist es auch bei den chemischen Verbindungen, wo nur die Verbindungen nach bestimmten Gewichtsverhältnissen stabil und physikalisch existenzfähig sind, ihre Zwischenstufen aber nicht (Ph. 8). Mathematisch ausgedrückt sind die Funktionen der Änderung der Stoffe bei Änderung des Aggregatzustandes oder der chemischen Verbindungen unstetig. Je nach der Fähigkeit, ein bis sechs Atome chemisch zu binden, schwankt die Wertigkeit. Die festen Gewichtsverhältnisse, in denen die Körper sich chemisch verbinden, ließen sich auch noch anders als durch

die Hypothese der Moleküle erklären; dagegen ist die Übereinstimmung der Gasgewichte bei gleichen Temperatur- und Druckverhältnissen mit den Verbindungsgewichten kaum anders verständlich als durch die Annahme, daß die Gase gleichviel Moleküle auf gleichem Raum enthalten. Auch die ziemlich verwickelten Beziehungen zwischen der Valenz und der in einem Molekül enthaltenen Atomzahl sind ohne die Hypothese der Elementmoleküle und Elementatome nicht verständlich, ebenso das Gesetz, daß verdünnte Lösungen alle dieselbe Zahl von gelösten Molekülen in der Raumeinheit enthalten, und zwar dieselbe Anzahl wie die entsprechenden Gase (Ph. 175). Nur als gelöste wirken die Körper chemisch aufeinander, und zwar deshalb, weil in Lösungen, besonders in verdünnten, ihre Moleküle nicht in geschlossenem, gesättigtem, neutralisiertem Zustande, sondern in ihre elektro-positiven und elektro-negativen Bestandteile getrennt herumschwimmen und erst in diesen freien Spaltstücken (Ionen) chemisch aktiv sind (Ph. 123—124). Die Atomgewichte der chemischen Elemente zeigen ein „periodisches System“, in welchem Unterschiede von etwa 16 und 46 periodisch wiederkehren, und in welchem ähnliche Stellung in den Gruppen des Systems auf analoge chemische Eigenschaften schließen läßt (Ph. 176—177).

Solche und viele ähnliche Gründe nötigen dazu, alle physikalischen und chemischen Vorgänge in der Materie als Gesamtergebnis bestimmter Molekularanordnungen und Molekularbewegungen aufzufassen. Ungeordnete Bewegung der Moleküle erscheint uns als Wärme, in bestimmter Weise geordnete unter andere Energiearten, wie Elektrizität, chemischer Verwandtschaft usw. Allerdings sind wir noch fern davon, alle Bewegungsarten der Moleküle zu kennen, die bestimmte energetische Gesamtwirkungen hervorbringen. Daran hindert uns vor allem noch die Schwierigkeit, daß nicht bloß Körpermoleküle, sondern auch Äthermoleküle an ihnen beteiligt sind. Wir wissen zwar, daß Äthermoleküle insoweit, als durch Ätherschwingungen Dissoziationen herbeigeführt werden können, zwischen die Körpermoleküle und Körperatome zwischengelagert sein müssen; wir kennen aber noch nicht die nähere Art und Weise, in der die Äthermoleküle an der Konstitution der wägbaren Materie beteiligt sind. Und doch kann erst mit Hilfe einer solchen Kenntnis eine genauere Ableitung der energetischen Gesamtergebnisse aus der Mechanik der Körper- und Äthermoleküle erfolgen (Ph. 6—7, 120—123).

Von besonderer Wichtigkeit für die Physik und Chemie ist aus der Mechanik die Theorie der Wellenbewegung. Man unterscheidet stehende und fortschreitende Längs- und Querwellen. In freien Gasen gibt es nur fortschreitende Längswellen, in festen Körpern und eingeschlossenen Gasen stehende und fortschreitende Längswellen, in festen Körpern auch stehende und fortschreitende Querwellen, im Äther nur fortschreitende Querwellen und keine Längswellen. Durch stehende Wellen werden in angrenzenden Gasen oder im Äther fortschreitende Wellen entsprechender Geschwindigkeit und Form erregt, die ihrerseits wieder in andern festen Körpern ähnliche stehende Wellen erregen können. So überträgt die Luft die stehenden Wellen einer Darmsaite oder Pfeife auf die innern Teile des Ohrs, der Äther die stehenden Schwingungen der Sonnenoberfläche auf die Oberfläche der Erde. Alle strahlende Energie der Luft und des Äthers beruht also auf fortschreitenden Wellen, bei Gasen auf Längswellen, beim Äther auf Querwellen, und je nach der Wellenlänge und Wellenform ihrer Erregungsursache erregt sie auch in den Körpern, auf die sie trifft, stehende Wellen ähnlicher Art, deren Gesamtwirkung wir als eine bestimmte Energieart (Schall, Wärme, Licht, Elektrizität usw.) bezeichnen (Ph. 114—120).

Das Medium, durch das die strahlende Energie fortgetragen wird, heißt Gas, wo die fortschreitenden Wellen bloß longitudinal, Äther, wo sie bloß transversal sind. Die Wellenlängen sind bei der Schallstrahlung und bei der Strahlung der Hertzschen elektrischen Wellen ziemlich gleich, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dagegen bei den elektrischen, Licht- und Wärmewellen etwa eine Million mal so groß als bei den Schallwellen. Dies ist ein zweiter Grund neben der abweichenden Undulationsrichtung, um für die Strahlung von Elektrizität, Magnetismus, Licht und Wärme ein besonderes Medium, den Äther, anzunehmen. Der Äther ist ebenso hypothetisch und ebenso direkt unwahrnehmbar wie die wägbare Masse; er ist der Träger der strahlenden Energie außer dem Schall, wie die Masse der Träger der molaren mechanischen Energie ist, und man erhält beide nur dadurch, daß man die betreffende Energie durch ihren Intensitätsfaktor, das halbe Geschwindigkeitsquadrat, dividiert. So wenig wir an der Existenz der Masse zweifeln, obwohl wir sie nur aus der Kraftäußerung, Bewegungsgröße und Energie erschließen können, ebensowenig brauchen wir an der Existenz des Äthers zu zweifeln, da die strahlende Energie ebenso notwendig, wie jede andere Energieart,

einen Extensitätsfaktor haben muß, und nur den Äther als solchen haben kann (Ph. 133—137). Wahrnehmen können wir überall nur Energie und ihre Intensitätsfaktoren, während wir ihre Extensitätsfaktoren immer erst aus diesen wahrgenommenen Größen erschließen müssen.

Der Äther ist die vollkommenste uns bekannte Flüssigkeit, denn seine Moleküle setzen einer Verschiebung keinen nachweisbaren Widerstand entgegen. Solange man die Querschwingungen des Äthers als elastische Schwingungen auffaßte, legte man dadurch dem Äther eine Eigenschaft bei, die in vollkommenem Widerspruch mit seiner absoluten Flüssigkeit steht, und dieser Widerspruch hat lange Zeit dahin gewirkt, die ganze Hypothese des Äthers zu diskreditieren. Durch Maxwells elektromagnetische Wellentheorie ist jedoch dieser Widerspruch beseitigt; denn nun braucht der Äther nicht mehr Elastizität, sondern nur noch die elektrische Polarisierbarkeit zu haben. Dazu müssen allerdings seine Moleküle aus Atomen verschiedener Art, mindestens aus zwei, zusammengesetzt sein. Seine Wellenzüge sind stets doppelt, so daß der eine senkrecht zur Polarisationsebene, der andere in ihr schwingt. Der erstere stellt die elektrischen, wahrscheinlich auch die Lichtstrahlen dar, der letztere die magnetischen, vielleicht auch die Wärmestrahen (Ph. 128—133).

Neben der Molekulärmechanik des Äthers, die auf der Undulationstheorie beruht, ist neuerdings auch die Emissionstheorie wieder zu einer vorläufig noch beschränkten Geltung gelangt in der Lehre von den Elektronenströmungen, wie sie uns in den Kathodenstrahlungen und in den Ausströmungen der radioaktiven Körper entgegentreten. Wie sich die Elektronen zum Äther, die Ladung von Körpern oder Molekülen mit negativen oder positiven Elektronen zu den elektrischen Potentialen, und die Elektronenströmungen zu der undulatorischen Energie des Äthers verhalten, und wie sich beide verbinden, das hat bei der Neuheit der Elektronenhypothese noch nicht zum Gegenstand genauerer Erforschung werden können (Ph. 124—125).

II. Die Energetik.

Der Begriff der Energie ist aus der Mechanik gewonnen, indem die lebende Kraft oder Wucht als „kinetische Energie“ bezeichnet wurde. Wie die auf bestimmte Zeit hin wirksame Kraftäußerung (pt) die Bewegungsgröße (mv) zum Endergebnis hat, so hat die über eine bestimmte Strecke hin wirksame Kraft-

äußerung (*ps*) die Stoßkraft, Durchschlagsgewalt oder Wucht zum Endergebnis ($\frac{1}{2} mv^2$). Diese ist also gleich der auf der ganzen Strecke entfalteten Arbeitsleistung (*ps*); sie ist aber auch zugleich gleich dem Unterschied des Arbeitsvermögens in der Anfangslage und in der Endlage oder gleich dem Potentialunterschied oder dem Unterschied der Spannkräfte. Nun besagt ein deduktives mechanisches Konstanzprinzip, daß da, wo nur Zentralkräfte (Potentialkräfte) wirken, in einem geschlossenen Gebilde die Summe der Spannkräfte (oder Potentiale) und lebendigen Kräfte konstant ist, daß also beim Umsatz von Spannkraft in lebendige Kraft oder umgekehrt eine Äquivalenz beider besteht. Die Erfahrung bestätigt, daß in der Natur diese Konstanz besteht, weshalb zu vermuten ist, daß entweder nur Zentralkräfte mitwirken, oder daß, wo nichtzentrierte Kräfte mitwirken, diese sich im Rahmen des Konstanzgesetzes halten.

Um für Spannkraft (Potential) und lebendige Kraft (kinetische Energie) einen gemeinsamen Namen zu gewinnen, erweiterte man den Begriff der Energie über die kinetische Energie hinaus, und befaßte auch das Potential darunter, indem man es potentielle Energie nannte. Das Konstanzgesetz erhielt damit die Wendung, daß die mechanische Energie, als Summe der potentiellen und aktuellen mechanischen Energie, konstant sei; es blieb aber auch in dieser Fassung ein Gesetz der Mechanik, das sich nur auf mechanische Energie bezog.

Nun zeigte sich aber weiter, daß man Wärme, Elektrizität und chemische Verwandtschaft in mechanische Energie umsetzen könne und umgekehrt, und zwar nach festen Maßverhältnissen. Hätte man von vornherein die konventionellen Maßeinheiten zur Bestimmung thermischer, elektrischer und chemischer Quanta so gewählt, daß sie in eine Maßeinheit der mechanischen Energie umgesetzt, oder aus dieser gewonnen werden konnte, so hätte es keines Multiplikators bei der Umrechnung bedurft wie jetzt, wo jene Maßeinheiten anderweitig ohne Rücksicht auf die der mechanischen Energie nach geschichtlichen Zufälligkeiten festgesetzt worden sind. Dies allein ist der Sinn des „mechanischen Äquivalents“ der Wärme usw.

Die Umwandelbarkeit von Wärme usw. in mechanische Energie und umgekehrt legte nun den Gedanken nahe, den Energiebegriff auch auf diese Gebiete auszudehnen und so viel Energiearten oder Erscheinungsformen der Energie anzunehmen, als wir Sinne haben. Das Auge nimmt optische, das Ohr akustische,

die Haut thermische, Nase und Zunge chemische, der Bewegungs- und Tastsinn mechanische Energie wahr. Aber auch das reichte nicht aus, weil wir für die elektrischen und magnetischen Quanta keine besonderen Sinnesorgane haben und dieselben doch in mechanische Energie umsetzen können. Es wurden also so viel Energiearten unterschieden, als die Physik Sondergebiete hat.

Unsere Sinne geben uns von solchen verschiedenen Energiearten qualitativ verschiedene Eindrücke; dem naiven Realismus lag es deshalb ebenso nahe wie dem transzentalen Idealismus, diese Energiearten an und für sich als qualitativ verschieden anzusehen, während der transzendentale Realismus voraussetzen mußte, daß diese Qualitätsunterschiede nur den subjektiven Eindrücke zukommen, und daß ihnen nur quantitative Unterschiede in den Energien der Natur entsprechen. Es lag sehr nahe, diese quantitativen Unterschiede in der Anordnung und Bewegung der kleinsten materiellen Teilchen zu suchen, z. B. Wärme als ungeordnete, andere Energiearten als bestimmt geordnete Molekularbewegung zu betrachten. Damit wurde alle Energetik auf Molekularmechanik zurückgeführt und dem deduktiven Konstanzgesetz der mechanischen Energie die Geltung in allen Gebieten der Energetik insoweit gesichert, als die Natur logischer und mathematischer Gesetzmäßigkeit unterworfen ist und nur Zentralkräfte in ihr wirksam sind. Wer die hypothetische Grundlage der Molekularmechanik verschmäht und an der qualitativen Verschiedenheit der Energien festhält, der verzichtet damit auf eine deduktive Ableitung des Konstanzgesetzes und muß sich mit bloß empirischer Konstatierung desselben begnügen.

Wer die Energie für eine Substanz hält, tut dies nur, weil er in ihr das letzte Beharrliche sieht, kann also nicht deduktiv ihre Beharrlichkeit aus der Beharrung der Substanz ableiten. Die Energie ist aber nichts weniger als eine Substanz, sondern eines der vielen konstanten Produkte des Weltprozesses, und sogar von allen diesen konstanten Produkten das komplizierteste, aus den meisten Faktoren zusammengesetzte. Auch aus dem Satze, daß die Ursache der Wirkung gleich sei, läßt sich die Energiekonstanz nicht ableiten, weil dieser Satz erstens das an Ursache und Wirkung Ungleiche ganz außer acht läßt, und zweitens nichts darüber aussagt, wieviel und was an Ursache und Wirkung gleich sei. Erst die Erfahrung belehrt uns darüber, daß außer anderen auch die Energie an Ursache und Wirkung gleich sei.

Jedenfalls hängt die Berechtigung zur Ausdehnung des Kon-

stanzgesetzes der Energie auf andere Gebiete davon ab, ob man entweder die molekularmechanische Entstehung der Gesamtergebnisse für gesichert, oder aber die Äquivalenz der Energiearten beim Umsatz für empirisch festgestellt hält. Wo keine der beiden Bedingungen erfüllt ist, wie z. B. bei dem Übergang von der physiologischen Energie eines nervösen Zentralorgans zur Empfindungsintensität, oder von der bewußten Willensintensität zur physiologischen Energie des nervösen Bewegungsimpulses, da ist die Erweiterung des Energiebegriffs offenbar ein Mißbrauch und die Behauptung der Energiekonstanz mit Einschluß solcher Gebiete tatsächlich unrichtig. Energie gibt es nur in der objektivrealen Sphäre der Natur; in der subjektiv-idealen Sphäre des bewußten Geisteslebens kann es wohl Intensität (des Fühlens und Wollens), aber keine Energie geben, da hier jede Art von Extensitätsfaktor ebenso fehlt wie jede Art von realer Bewegung als Grundlage eines energetischen Intensitätsfaktors (Le. 162—167). Wir kennen nicht einmal eine besondere Energieart, die man Nervenenergie oder Plasmaenergie nennen könnte. Noch niemand hat eine „Arbeit“ im Organismus aufzeigen können, die nicht aus einer der unorganischen Energiearten stammte, noch niemand eine besondere Energieart im Organismus nachgewiesen, die unsere Sinne anders affizierte als die unorganischen Energiearten und deshalb den Namen einer besonderen, qualitativ verschiedenen Energieart, etwa den einer organischen oder vitalen Energie verdiente. Jede Energieart weist auf eine Gruppierung von Zentralkräften, die sich als Materie darstellen, zurück, also in die mechanistische, antivitalistische Weltanschauung, so daß „vitale Energie“ ein Widerspruch in sich selbst ist.

Die Kraftäußerung, die Bewegungsgröße und die kinetische Energie haben die Masse als Faktor gemeinsam, daneben aber einen zweiten, verschiedenen Faktor. In der Kraftäußerung ist dies die Beschleunigung, in der Bewegungsgröße die Geschwindigkeit, in der kinetischen Energie das halbe Geschwindigkeitsquadrat; in der potentiellen Energie oder dem Kraftäußerungspotential (oder Massenpotential) ist es das Beschleunigungspotential (oder ungenauer das Einheitspotential). In diesem zweiten Faktor steckt offenbar das Moment der Intensität, während der erste Faktor, die Masse, nur Unterschiede der Extensität und Dichtigkeit zeigt und dadurch auch verschiedene Kapazität für die Aufnahme des Intensitätsfaktors enthält. Bei der strahlenden Energie ist ebenfalls das halbe Geschwindigkeitsquadrat der Moleküleschwin-

gungen der Intensitätsfaktor; als Extensitätsfaktor tritt aber an Stelle einer Masse von Körpermolekülen eine Masse von Äthermolekülen. Die beiden Faktoren heißen bei der thermischen Energie Temperatur und Wärmekapazität, bei der optischen Lichtstärke und Lichtmenge, bei der elektrischen elektrisches Potential und Elektrizitätsmenge.

Während bei der molaren mechanischen Energie der Extensitätsfaktor nur von der Menge der Körperatome abhängig scheint, tritt bei der thermischen Energie schon seine Abhängigkeit von der Temperatur hinzu; bei der chemischen Energie ist der Extensitätsfaktor einer Verbindung nicht mehr gleich der Summe der Extensitätsfaktoren der Summanden, und bei der elektrischen und magnetischen Energie hört jede Proportionalität zwischen körperlicher Masse und Extensitätsfaktor auf. Es ist daraus zu schließen, daß neben der Körpermasse auch der von ihr umschlossene Äther bei diesen Energiearten eine wesentliche Rolle spielt, und durch seine Anordnung, Zunahme oder Abnahme den Extensitätsfaktor verändert. Für die Hypothese einer geistigen Energie in der subjektiv-idealen Sphäre ließe sich weder ein Intensitätsfaktor noch ein Extensitätsfaktor angeben, so daß hier jede Analogie mit der Konstitution der Energie aus ihren Faktoren fehlt.

Auch der Gegensatz von potentieller und aktueller Energie bedeutet bei den übrigen Energiearten etwas wesentlich anderes als bei der mechanischen. Nur bei dem mechanischen Potential zeigt die konfigurative Energie eine wirkliche Ruhelage, von der aus die Kraftäußerungen wirken, sich im Gleichgewicht halten, oder das Ungleichgewicht in Gleichgewicht überzuführen streben; bei allen andern Energiearten ist die Ruhelage nur scheinbar, nur im molaren Sinne für die integrale Betrachtungsweise vorhanden, während die Moleküle sich in lebhafter Bewegung befinden, und die scheinbare Kraftäußerung von dieser Ruhelage aus (z. B. der Gasdruck oder die elektrische und magnetische Anziehung) ist nur Wirkung der fortschreitenden oder undulatorischen Bewegung der Moleküle. Was bei den übrigen Energiearten als potentielle Energie derselben Energieart erscheint, ist also in Wahrheit kinetische Energie der Moleküle, also aktuelle Energie einer andern Energieart. Die Analogie zwischen der mechanischen und den übrigen Energiearten läßt also auch in bezug auf den Gegensatz aktueller und potentieller Energie im Stich; nur für die integrale Betrachtungsweise der ganzen Massen, die die Vorgänge in den kleinsten Teilchen ignoriert, bleibt eine Ähnlichkeit

bestehen zwischen ruhendem Gleichgewicht und Ausgleichsvollzug bei bestehendem Ungleichgewicht.

Läßt man nun die integrale Betrachtung gelten, so kann man den Satz von der Energiekonstanz auf alle Arten der Energie ausdehnen, die in einem geschlossenen Gebilde vertreten sind, weil sie sich nur nach festem Verhältnis ineinander umsetzen. Die Gesamtenergie in einem geschlossenen Gebilde ist konstant; sie kann sich nur durch Energiezufuhr von außen vergrößern und kann sich nur durch Energieabgabe nach außen vermindern, womit aber das Gebilde aufhört, energetisch in sich geschlossen zu sein. Dieser erste Hauptsatz der Energetik läßt sich auch negativ so ausdrücken: Ein Perpetuum mobile durch Energiezuwachse innerhalb eines geschlossenen Gebildes (oder ein Perpetuum mobile erster Art) ist physikalisch unmöglich.

Dagegen sagt die Energiekonstanz nichts darüber aus, ob etwas geschieht, oder ob nichts geschieht, und was geschieht, falls etwas geschieht. Sie verlangt nur, daß die Energiesumme dieselbe bleibe, gleichviel ob Ruhe oder Bewegung bestehe, und ob Energieumsätze stattfinden oder nicht. Die Energiekonstanz ist ebensogut gewahrt, wenn kein Prozeß stattfindet, wie wenn einer stattfindet; aus ihr ist also keineswegs die unendliche Dauer des Prozesses abzuleiten. Wenn ein gegebener Prozeß derart ist, daß er aus Ungleichgewicht in Gleichgewicht, aus Bewegung in Ruhe hinüberleitet, so tut der erste Hauptsatz dagegen keinen Einspruch. Wenn aber der Prozeß derart ist, daß er niemals in Ruhe überführt, sondern in ständiger Bewegung bleibt, so ist das ebensogut mit dem ersten Hauptsatz vereinbar. Die Energiekonstanz in einem geschlossenen Gebilde läßt also sehr wohl die Möglichkeit eines Perpetuum mobile zweiter Art zu, d. h. eines solchen, in dem keine inneren Energiezuwachse, sondern nur der Fortbestand der gegebenen Energiesumme und die endlose Fortdauer ihrer Umsatzes erfordert wird.

Der Satz der Energiekonstanz muß ergänzt werden durch den Satz des Geschehens. Es geschieht nur dann, aber auch immer dann etwas, wenn inkompensierte Unterschiede in den Intensitätsfaktoren der Energie vorhanden sind, und zwar besteht das Geschehen in einem Ausgleich der Intensitätsunterschiede durch Abfluß der Energie von der Stelle höchster Intensität zu derjenigen niedrigster. Der Energiestrom im Ausgleich ist die aktuelle Energie; er vermag Arbeit zu leisten, d. h. unter geeigneten Maschinenbedingungen sich in mechanische Energie um-

zusetzen. So fließt das Wasser von Stellen höheren Schwerpotentials, die Wärme von Stellen höherer Temperatur, die Elektrizität von Stellen höherer Spannung zu solchen niedrigerer und kann dabei Mühlräder, Dampfmaschinen oder Elektromotoren treiben.

Nur Intensitätsfaktoren streben bei verschiedener Intensität nach Ausgleichung, während Extensitätsfaktoren gleicher Energieart keine Ausgleichstendenz haben, und sich trotz Größenunterschiedes einfach addieren. Addierbare Größen sind gleichartige Extensitätsfaktoren; als Intensitätsfaktoren sind nur solche anzuerkennen, die sich beim Versuch der Koppelung stören und diesen Versuch nur dann gelingen lassen, wenn die Gleichheit ihrer Größe entweder von vornherein gegeben oder durch Ausgleich hergestellt ist. Wo Intensitätsunterschiede in einer Energieart vorhanden sind, ohne daß etwas geschieht, da sind sie durch entgegengesetzte Intensitätsunterschiede einer andern Energieart kompensiert.

Der Satz des Geschehens drückt dasjenige aus, was an Ursache und Wirkung das Ungleiche ist, nämlich die Verteilung der Intensitäten vor und nach dem Vorgang und die davon abhängigen Verschiebungen in den Extensitätsfaktoren. Er ist ebenso wenig für alle Energiearten *a priori* zu deduzieren, wie der Satz der Energiekonstanz, der das in Ursache und Wirkung Gleiche betont. Für die mechanische Energie läßt er sich mechanisch deduzieren unter der Voraussetzung, daß die logischen und mathematischen Gesetze für die außererbewußte Wirklichkeit unbedingte Geltung haben, für die übrigen Energiearten nur dann, wenn sie von der mechanischen Energie nicht qualitativ verschieden, sondern bloße Produkte der Molekularmechanik sind. Wer qualitativ verschiedene Energiearten annimmt, bestimmt denjenigen Intensitätsfaktor als den höheren, von dem die Energie beim Ausgleich abströmt; die Behauptung, daß die Energie von dem höheren Intensitätsfaktor abströmt, ist also für ihn nur eine analytische Folgerung aus der empirisch festgesetzten Definition des „höheren“ Intensitätsfaktors. So z. B. schreiben wir demjenigen von zwei Körpern die höhere Temperatur zu, von dem wir die Wärme zu dem andern hinströmen fühlen, und nennen dasjenige Schwerpotential das höhere, von dem wir das Wasser wegfließen sehen. Daß Intensitätsfaktoren gleicher Energieart überhaupt nach Ausgleich streben, ist für die qualitative Energetik ebensogut ein rein empirischer Satz wie der, daß gleichartige

Extensitätsfaktoren verschiedener Größe dies nicht tun, sondern sich einfach addieren. Aus dem Satz der Energiekonstanz, der sich gegen alles Geschehen gleichgültig verhält, kann der Satz des Geschehens am allerwenigsten abgeleitet werden; dagegen steht er in naher Beziehung zu den Minimumprinzipien der Mechanik und läßt sich aus diesen ableiten, falls alle Energiearten als Produkte von Molekularmechanik aufgefaßt werden.

Der Satz des Geschehens kann auch negativ ausgedrückt werden. Energie kann von einem Orte niederer Intensität zu einem Orte höherer Intensität nicht „von selbst“ überfließen, d. h. nicht ohne kompensatorischen Abfluß einer andern Energie von einem Orte höherer zu einem Orte niederer Intensität. Bei der mechanischen Energie heißt der Abfluß von Energie von einem Orte höherer zu einem Orte niederer Energie Arbeitsaufwand; bei den übrigen Energiearten kann man denselben virtuellen Arbeitsaufwand nennen, weil immer die Möglichkeit besteht, Energieströme anderer Art in mechanische Energie umzusetzen. Man kann dann auch sagen: Energie kann von einem Orte niederer Intensität zu einem Orte höherer Intensität nicht ohne (tatsächlichen oder virtuellen) Arbeitsaufwand übergeführt werden. Diese negative Fassung ist ebenso empirisch wie die positive, denn nur aus der Erfahrung lernen wir, daß Wärme nicht von selbst von einem kälteren zu einem wärmeren Körper überströmt, daß kein Körper durch Abkühlung unter die Temperatur der Umgebung Arbeit liefert, daß aber durch Arbeitsaufwand die natürliche Ausgleichstendenz kompensiert und überboten, also kompensatorisch in ihr Gegenteil verkehrt werden kann.

Dagegen kann der Satz des Geschehens nicht wie der erste und zweite Hauptsatz der Energetik in die negative Formulierung gebracht werden, daß er eine Art von Perpetuum mobile ausschließt. Die erste Art von Perpetuum mobile (die durch innere Energiezuwachse) wird lediglich durch den Satz der Energiekonstanz ausgeschlossen, die zweite Art von Perpetuum mobile (die durch beständigen, abwechselnden Energieumsatz), wie wir sehen werden, durch den zweiten Hauptsatz, den der Energieentwertung. Der Satz des Geschehens hindert weder, daß innere Energiezuwachse entstehen, noch daß der abwechselnde Umsatz zweier Energiearten ineinander bis ins Unendliche ungeschwächt fortdauert. Der Satz der Energiekonstanz macht ein Perpetuum mobile als Arbeitsmaschine, d. h. eines, das Arbeit nach außen abgeben kann, ohne zum Stillstand zu kommen, unmöglich, läßt

aber die Möglichkeit eines nur sich selbst in fortdauernder Bewegung erhaltenden Perpetuum mobile offen.

Der Satz des Geschehens würde das letztere nur dann unmöglich machen, wenn bei dem Ausgleichsvollzug einer Intensitätsdifferenz nicht zugleich kompensatorisch eine anderweitige Intensitätsdifferenz von gleicher Größe hergestellt würde. Ob dies geschieht oder nicht, hängt von den Maschinenbedingungen ab; der Satz des Geschehens läßt aber die Möglichkeit, daß es geschieht, und damit die Möglichkeit eines Perpetuum mobile zweiter Art ebenso offen wie der Satz der Energiekonstanz. Es kommt hier nur darauf an, daß der erfinderische Menschengeist die richtigen Maschinenbedingungen ersinnt, daß er alle Energie des einen Energiestroms nötigt, zugleich einen zweiten, kompensatorischen Energiestrom umgekehrter Richtung zu bewirken und nach einer gewissen Zeit das Spiel umzukehren. Man denke dabei etwa an zwei Uhren, deren Arbeitsleistung darin besteht, sich abwechselnd gegenseitig aufzuziehen. Selbst wenn eine Spaltung des kompensatorisch bewirkten rückläufigen Energiestroms in zwei kleinere rückläufige Ströme verschiedener Energiearten durch geeignete Maschinenbedingungen nicht zu verhindern wäre, könnte es doch durch geeignete Maschinenbedingungen gelingen, die Spaltstücke dieser Spaltstücke bei der Umkehrung wieder zu verschmelzen und so einen vollständigen Kreisprozeß herzustellen (Ph. 1—21).

Die Spaltung der Energie beim Umsatz führt erst dann über den Satz des Geschehens hinaus, wenn sie durch keinerlei Maschinenbedingungen mehr ganz zu redressieren ist, d. h. wenn ein Teil der abgespaltenen Energie sich durch Zerstreuung der Rückverwandlung entzieht. Ob aber eine solche Zerstreuung stattfindet, die bei jedem Umsatz einen Teil der Energie von der Möglichkeit der Rückverwandlung ausschließt, darüber sagt der Satz des Geschehens nichts aus; das behauptet vielmehr erst der Satz der Energieentwertung. Dieser heißt darum der zweite Hauptsatz der Energetik, weil er in seiner negativen Fassung besagt, daß auch ein Perpetuum mobile zweiter Art unmöglich ist. Positiv besagt er: „Bei jedem Energieumsatz geht ein Teil der Energie durch Zerstreuung verloren, der nicht mehr in die ursprüngliche Gestalt zurückverwandelt werden kann.“ Da man den Wert aller Energiearten nach ihrer Verwertbarkeit, d. h. nach ihrer Fähigkeit, in Arbeit umgesetzt zu werden, bemäßt, so kann der zweite Hauptsatz auch so ausgedrückt werden: „Bei jedem Geschehen wird ein Teil der Energie

entwertet". Je öfter die Energie hin und zurückverwandelt wird, desto größer wird natürlich der entwertete Teil der konstanten Energie.

Man hat diese Verhältnisse zuerst an Wärmemaschinen zu untersuchen Anlaß gehabt und sie dann erst auf andere Maschinen und Energiearten übertragen; deshalb ist auch der Satz des Geschehens bisher so eng mit dem Satz der Entwertung verquickt geblieben, obwohl beide eine selbständige Bedeutung haben. Wenn ein gegebenes Wärmequantum von einer höheren Temperatur als die Umgebung durch die Maschinenbedingungen einer Wärmemaschine in Arbeit umgesetzt werden soll, so hat man dreierlei zu unterscheiden. Der theoretische Arbeitswert A_{th} des Wärmequants W ist gleich dem Produkt jW aus dem mechanischen Äquivalent j der Wärmeeinheit oder Kalorie und dem Wärmequantum. Dieser theoretische Arbeitswert wäre aber nur zu gewinnen, wenn man das Wärmequantum ohne Arbeitsaufwand auf den absoluten Nullpunkt der Temperatur abkühlen könnte, was unmöglich ist. Da man es ohne Arbeitsaufwand nicht unter die Temperatur der Umgebung, beziehungsweise des Kühlers, abkühlen kann, so ist sein reeller Arbeitswert A_r gleich der Differenz aus den beiden theoretischen Arbeitswerten der der Maschine vom Kessel zugeführten Wärme W_1 und der von ihr an den Kühler abgeführten Wärme W_2 , d. h. $A_r = jW_1 - jW_2 = j(W_1 - W_2)$. Da die zu- und abgeführten Wärmequanta sich verhalten wie ihre Temperaturen T_1 und T_2 , so ist das abgeführte Wärmequantum gleich dem Produkt aus dem zugeführten und dem Verhältnis beider Temperaturen $= W_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$, also $A_r = j(W_1 - W_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}) = jW_1 \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1} = A_{th} \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$. Der praktische Arbeitswert A_{pr} ist endlich gleich der Differenz aus dem reellen Arbeitswert A_r und dem Zerstreuungsverlust jWz , d. h. $= A_r - jWz = A_{th} \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1} - jWz = j(W_1 \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1} - Wz)$.

Daß der reelle Arbeitswert kleiner ist als der theoretische, würde nicht hindern, vermittelst einer Wärmemaschine ein Perpetuum mobile zweiter Art herzustellen. Denn wenn der ganze reelle Arbeitswert ohne Zerstreuungsverlust zu gewinnen wäre, so könnte man auch aus dieser Arbeit die Wärme, aus der sie gewonnen war, wieder zurückgewinnen. Das Zurückbleiben des reellen Arbeitswertes hinter dem theoretischen hat also mit dem

Sätze der Energieentwertung noch gar nichts zu tun und gehört noch ganz dem ersten Hauptsatz und dem Satze des Geschehens an. Erst der Wärmeverlust durch Zerstreuung bewirkt es, daß man weniger Arbeit gewinnt, als der reelle Arbeitswert angibt. Diese Zerstreuung ist eine doppelte; teils wandert Wärme durch die Maschinenteile vom Kessel zum Kühler, ohne Arbeit zu leisten, teils tritt solche vom Kessel und den Maschinenteilen an die Umgebung über. Die gleichen Formen gelten auch für Arbeitsmaschinen anderer Energiearten, wenn man unter W_1 das zugeführte Energiequantum und unter T_1 und T_2 die Intensitätsfaktoren der zu- und abgeföhrten Energie versteht. Nur pflegt bei anderen Energiearten der Zerstreuungsverlust verhältnismäßig geringer zu sein.

Je enger die verschiedenen Energiearten an der körperlichen Masse haften, desto weniger sind sie der Zerstreuung ausgesetzt, am wenigsten die potentielle, mechanische, molare Energie; je bedeutender die Rolle ist, die der Äther in ihrem Extensitätsfaktor spielt, desto schwerer sind sie abzuschließen und vor Zerstreuung zu bewahren, am schwersten die Wärme. Die Stufenleiter der Flüchtigkeit der verschiedenen Energiearten ist zugleich die Stufenleiter für die Leichtigkeit und Schnelligkeit ihrer Entwertung. Die Spaltung der Energiearten in den kompensatorischen Vorgängen eines Intensitätsabfalls trägt dadurch zur Energieentwertung bei, daß unter den abgespaltenen Energiearten sich auch solche von größerer Flüchtigkeit befinden. Die Energiererstreuung kann erfolgen erstens durch räumliche Ausbreitung der materiellen Teilchen, an denen die Energie haftet, z. B. durch ausgleichende Strömungen in Gasen oder Flüssigkeiten oder durch Ausbreitung eines Gases in einem luftleeren Raum, und zweitens durch Umsatz der Energie in strahlende Luft oder des Äthers. Die so in Strahlung umgesetzte Energie verwandelt sich teilweise beim Auftreffen der Strahlen auf materielle Teilchen wieder in andere Energiearten zurück; geschieht dies bei materiellen Teilchen auf molekulare Entfernung, so nennt man den Vorgang Leitung. Je leichter eine Energieart sich in strahlende Energie, insbesondere in solche des Äthers umsetzt, desto schwerer ist sie vor Zerstreuung zu schützen und restlos in die Maschinenbedingungen einer Arbeitsmaschine einzufangen und einzusperren.

Jedes geschlossene Gebilde muß nach und nach alle seine Energie in immer wertlosere und flüchtigere Formen umsetzen, die ihre Intensitätsunterschiede innerhalb des Gebildes mehr und mehr

ausgleichen. Zuletzt muß alle Energie in Wärme übergegangen und die Temperatur aller Stellen innerhalb des Gebildes sich ausgeglichen haben. Dann ist kein Umsatz mehr möglich, also auch kein Prozeß. Der Fehler, den man begeht, wenn man ein Gebilde als in sich abgeschlossen betrachtet, wird um so kleiner, je größere Gebilde man ins Auge faßt; er wird Null, wenn man die Welt als ein endliches Ganzes betrachtet. Jedes Sonnensystem zerstreut in seinem Lebenslauf seine Energie; das unsrige hat von der seinigen schon $353/354$ verloren. Durch Zusammenstöße bewegter kosmischer Massen kann immer von neuem kinetische Energie in thermische umgesetzt werden, aber nur so lange, als noch bewegte Massen vorhanden sind. Zuletzt muß auch im Weltall alle mechanische und sonstige Energie in Wärme umgewandelt werden und die Temperatur aller Teile sich so ausgleichen, daß jeder Prozeß, d. h. jeder Energieumsatz, aufhört.

Kosmische Systeme können sich auch durch Wanderung in wärmere kosmische Zonen wieder erwärmen, aber nur so lange, als sie selbst noch unverausgabte kinetische Energie besitzen. Zwei kosmische Systeme können in Energieentwertung und Wertsteigerung einander abwechseln, aber mit jeder Oszillation muß die Summe ihres Energiewertes abnehmen. Je näher der Weltprozeß dem völligen Ausgleich kommt, je kleiner seine Intensitätsunterschiede werden, desto langsamer erfolgt der Fortschritt im Ausgleich; bei unendlich kleinen Differenzen wird er unendlich langsam. Der Prozeß hört also in endlicher Zeit nicht ganz auf, gelangt aber in ihr dem Ausgleich unendlich nahe, so daß der unendlich lange Rest wegen seiner unendlich kleinen Vorgänge vernachlässigt werden kann. Der Satz der Entwertung lehrt, daß der Weltprozeß ausbummelt und daß er in endlicher Zeit zu einem Stadium gelangen muß, wo keine Energieumsätze mehr möglich sind, und zwar lange bevor die Temperaturunterschiede unendlich klein werden.

Hätte der Weltprozeß vor unendlich langer Zeit begonnen, so müßte der Zeitpunkt längst eingetreten sein, wo keine Energieumsätze mehr möglich sind; da tatsächlich Energieumsätze stattfinden, so folgt daraus, daß der Weltprozeß in der Vergangenheit ebenso endlich ist wie in der Zukunft. Der Glaube an die unendliche Dauer dieses uns gegebenen Weltprozesses ist lediglich eine falsche Folgerung aus dem ersten Hauptsatz, der doch tatsächlich gar nichts darüber aussagt, ob die konstante Energie in Ruhe oder im Prozeß ist. Durch den zweiten Hauptsatz wird

die Endlichkeit des Prozesses nach vorwärts und rückwärts als physikalisches Postulat an die Stelle dieses irrtümlichen Glaubens gesetzt. Die beiden Hauptsätze der Energetik haben ferner nur dann genaue Geltung, wenn die materielle Welt ihrer räumlichen Ausbreitung nach endlich ist, verlieren aber jeden Sinn, wenn sie unendlich ist.

Für die qualitative Energetik scheinen beide Hauptsätze miteinander unvereinbar; denn eine Energie, die völlig entwertet ist, sich im ruhenden Gleichgewichtszustand befindet und auf keine Weise mehr in Arbeit zurückverwandelt werden kann, spottet des ihr beigelegten Namens Energie. Unter dem Gesichtspunkt der mechanistischen Energetik allein verschwindet dieser Widerspruch. Verschiedene Energiearten gibt es da nur in Gruppen von molarer Größe, die unsere Sinne verschieden affizieren; aber der scheinbare qualitative Unterschied der Energiearten hört auf, sobald wir auf die Molekularvorgänge zurückgehen, aus deren Zusammenwirken für uns der subjektive Schein verschiedener Energiearten entspringt. Wenn molare kinetische Energie sich in andere Energiearten umsetzt, z. B. bei der Erwärmung eines im luftleeren Raume schwingenden und endlich zur Ruhe kommenden Pendels, so verwandeln sich erstens die gleichsinnigen und gleichphasigen Bewegungen der Moleküle des Pendels in ungleichsinnige und ungleichphasige (Erwärmung der Aufhängungsstelle durch Reibung), und zweitens gleichen sich die ungleichen Schwingungsausschläge an verschiedenen Stellen (die erhöhte Temperatur der geriebenen Aufhängungsstelle und die niedere der übrigen Teile des Pendels) allmählich aus, so daß überall Molekularschwingungen von gleicher Ausschlagsweite und Geschwindigkeit übrigbleiben (d. h. die Temperatur des ganzen Pendels gleichmäßig erscheint).

Die Welt ist also kein Perpetuum mobile in bezug auf molare Vorgänge, wohl aber ein Perpetuum mobile zweiter Art in bezug auf molekulare Vorgänge. Die Entwertung der Energie besteht in der Reduktion molarer Intensitätsdifferenzen und Umsätze auf molekulare. Die entwertete Energie zeigt nur noch Umsätze zwischen kinetischer und konfigurativer Energie der Moleküle und Atome, also Intensitätsdifferenzen nur noch auf molekulare Entfernung, nicht auf molare. Könnte es dann noch Organismen geben, die diesen Zustand wahrnahmen, so würde er ihnen als vollständige Ruhe der Materie mit völlig gleichmäßiger Temperatur an allen Orten erscheinen. Denn Um-

sätze einer Energieart in die andere wären unmöglich, weil dazu Intensitätsdifferenzen auf molare Entfernungen gehören (Ph. 21—39).

In den Lehrbüchern der theoretischen Physik und der Thermodynamik wird der zweite Hauptsatz gewöhnlich so formuliert: Die Entropie strebt dem Maximum zu. Der Entropiebegriff ist ein mathematischer Rechnungswert von unbestreitbarem Nutzen für die Lösung gewisser thermodynamischer Aufgaben; aber über seine reelle Bedeutung gehen die Ansichten noch sehr auseinander. Daß die Entropie in einem geschlossenen Gebilde wachsen müsse, ist nicht zweifelfrei nachgewiesen; insoweit der Nachweis gelungen erscheint, beruht er auf der offenen oder stillschweigenden Voraussetzung, daß beim Übergang vom Kessel zum arbeitenden Körper ein Teil der Wärme durch Zerstreuung verloren geht. Ein Wachstum der Entropie in allen wirklichen Prozessen folgt nicht einmal aus den zweifelfreien Formulierungen des Entwertungssatzes. Das Entropiewachstum ist deshalb keine für naturphilosophische Betrachtungen geeignete Formulierung des zweiten Hauptsatzes. (Ph. 42—73).

Der Satz der Energieentwertung geht von der Voraussetzung aus, daß der Wert der Energie in ihrer Umsatzfähigkeit in Arbeit liege, daß aber Arbeit oder mechanische Energie nur dann einen Wert habe, wenn sie sich als Ausgleich molarer Intensitätsunterschiede vollziehe. Es ist sehr begreiflich, daß vom Standpunkt der menschlichen Technik solche Bewertung Platz gegriffen hat; aber eine solche subjektive Bewertung für menschliche Zwecke kann nicht ohne weiteres als eine objektive Wertbestimmung angesehen werden. Warum soll vom Standpunkt der Natur betrachtet mechanische Energie einen höheren Wert haben als andere Energiearten und für diese den Wertmaßstab abgeben können? Was geht es die Natur an, ob ein Energieumsatz sich auf größere, molare oder auf kleinere, molekulare Entfernungen vollzieht, da wir doch groß und klein nur mit unsern menschlichen Leibesmaßen schätzen? Welches Recht haben wir, von Entwertung der Energie zu reden, sobald wir von ihrer Verwendung für maschinelle Technik absehen?

In der Tat besteht nur ein objektiv-realer Unterschied zwischen wertvoller und entwerteter Energie: die erstere kann unter günstigen Umständen durch ihre Umsätze auf molare Entfernungen Organismen hervorbringen, die letztere kann dies durch ihre Umsätze auf bloß molekulare Entfernungen nicht mehr. Von

Entwertung der Energie in der unorganischen Natur kann man also nur dann reden, wenn man die organische Natur als den Zweck der unorganischen anerkennt (Ph. 39—41).

Die Möglichkeit der Organismen hängt in energetischer Hinsicht von drei Bedingungen ab: erstens von einer gewissen absoluten Intensitätsgröße, z. B. Temperatur und Belichtung, zweitens von der Umsatzfähigkeit der Energiearten in einander, also von Intensitätsunterschieden, auf molare Entfernungen, und drittens von einer gewissen Größe dieser Intensitätsunterschiede.

Vielleicht haben bei höherer Temperatur auf der Erde Flammenorganismen und Siliciumorganismen bestanden, ehe es zu den jetzigen Kohlenstofforganismen kam. Jedenfalls bestand dann aber für jede Art dieser Organismen eine obere und eine untere Temperaturschwelle, wie für die Kohlenstofforganismen die Gefrierungstemperatur des Eiweiß und die Gefriertemperatur des Wassers. Zwischen je zwei solchen Organismenarten muß eine breite Lücke geklafft haben, wo keine von ihnen leben konnte. Bei weiterer Abkühlung der Erde sind keine andern Organismenarten mehr möglich, weil der feste und gasförmige Aggregatzustand ohne den tropfbar-flüssigen nicht ausreichen, um hinreichend labile chemische Verbindungen entstehen zu lassen. In dem Lebensgang der Kohlenstofforganismen oder Plasmaorganismen sind wie bei jeder andern möglichen Organismenart die beiden Schwellen am ungünstigsten, und liegt das Optimum zwischen den Schwellen; und zwar der kälteren Schwelle näher, weil alle Entwicklung durch Anpassung hinter der Veränderung der Umstände, der sie sich anpaßt, dreinhinkt. Bei dem Menschen, wo die technische Entwicklung die organische ablöst, wird die Verzögerung des Höhepunkts der Entwicklung hinter dem Optimum der äußeren Lebensbedingungen am größten. Aber auch seine technischen Leistungen sind an das ihm zu Gebote stehende Energiequantum gebunden und darum begrenzt.

Die Belichtung ist unentbehrlich für den Pflanzenwuchs, der wieder die Energiequelle des tierischen Lebens liefert; sonnenferne Planeten können deshalb nur ein dürftiges Leben tragen. Die im Dunkeln lebenden Organismen der Erde gehören niedrigen Stufen an und leben doch nur von den Abfällen der am Lichte gedeihenden Organismen. Je höher ein Typus organisiert ist, desto kleiner ist seine organische Anpassungsfähigkeit an veränderte Verhältnisse; wenn auch die menschliche Technik bis zu einem gewissen Grade die mangelnde organische Anpassungs-

fähigkeit des Menschen ersetzen kann, so wird sie doch niemals zu einer dichten Bevölkerung der Polarzone oder zu hohen geistigen Leistungen in den heißesten Erdstrichen befähigen. Nur in dem aufsteigenden Bahnast von der wärmeren Schwelle zum Optimum kann organische und geistige Entwicklung stattfinden; in dem absteigenden Bahnast vom Optimum zur kälteren Schwelle müssen die höheren, weniger anpassungsfähigen Organismen wieder aussterben und zuletzt nur noch die anpassungsfähigsten Einzelligen übrig lassen.

Die Pflanzen leben dadurch, daß sie strahlende Energie der Sonne in chemische umsetzen, die Tiere und Pilze dadurch, daß sie die von den Pflanzen aufgespeicherte chemische Energie in thermische, mechanische usw. umsetzen. Mit der Möglichkeit solcher Energieumsätze hört demnach auch die Möglichkeit pflanzlichen und tierischen Lebens auf. Wenn die Temperatur der Sonne von der der Erde nur noch sehr wenig verschieden wäre, so würde der Intensitätsunterschied beider keinen hinreichend kräftigen Ausgleich durch Strahlung mehr hervorbringen, um Pflanzenwuchs zu ermöglichen. Im Vergleich zu der Wichtigkeit der absoluten Intensität, ihrer Unterschiede auf molare Entfernungen und der absoluten Größe ihrer Differenzen tritt das Spannungsverhältnis sehr zurück. Wir kennen es überhaupt nur bei solchen Energiearten (mechanischen und thermischen), deren absoluten Nullpunkt wir kennen, bei allen andern nicht, und wir wissen nicht, wie die Organismen es anfangen, sich in gewissen Beziehungen und innerhalb gewisser Grenzen von der absoluten Größe der Intensitätsunterschiede durch besondere Anpassungseinrichtungen unabhängig zu machen und sich statt dessen auf die durchschnittlich weniger schwankenden Intensitätsverhältnisse einzustellen.

Die stetige Degression des Energiewerts im Weltprozeß fällt nicht mit stetiger Degression des Lebens zusammen, sondern führt auf jedem Lebensschauplatz zu einem Wechsel von Aufstieg und Abstieg des Lebens bis zum Erlöschen desselben auf allen Schauplätzen. Das endliche Aufhören der Lebensmöglichkeit im Universum mag dem eudämonologischen Optimisten minder erwünscht sein als die Aussicht auf unbegrenzte Fortdauer des Lebens; aber Grund zum Murren gibt es ihm nicht, sondern mahnt ihn zur Bescheidenheit und Dankbarkeit für den Bestand des Lebens in so ausgedehnten Zeiträumen. Für den eudämonologischen Pessimisten dagegen ist es tröstlich, daß das Leid

des Lebens auch nach rein physikalischer Gesetzmäßigkeit früher oder später ein Ende nehmen muß. Immerhin bleibt die aufsteigende Entwicklung der Organisation final unverständlich, wenn sie zu nichts weiter führt als zu dem nachfolgenden Abstieg und Verfall bis zum Erlöschen. Die Endlichkeit des Weltprozesses nach rückwärts und vorwärts, die aus dem Satz der Entwertung folgt, gibt indessen dem Gedanken Raum, daß der Naturprozeß doch einmal zu irgend einem Zeitpunkt durch Zurücknahme der Erscheinung in das Wesen plötzlich abgeschnitten werden wird, wie er einmal durch Heraussetzung aus der metaphysischen Sphäre plötzlich begonnen hat, und daß es keinen Sinn hat, diese Zurücknahme zum Stadium der Entwertung zu verschieben, statt sie in den Zeitpunkt des erreichten Optimums zu verlegen. Das Ausbummeln des Prozesses ist also eine Konsequenz der Naturgesetze, die sich niemals verwirklichen wird, weil die Naturgesetze lange vorher wieder aufgehoben und die Naturkräfte in das metaphysische Wesen zurückgenommen sein werden (Le. 401—412).

III. Die Materie.

In Bezug auf die Konstitution der Materie stehen die Stetigkeits-Hypothese und die Unstetigkeits-Hypothese einander gegenüber. Die erstere nimmt an, daß der Raum stetig und lückenlos von Materie erfüllt sei, die letztere, daß diskrete materielle Teilchen durch leere Lücken voneinander getrennt seien. Die erstere kann nur den flüssigen Aggregatzustand als den der Materie ursprünglichen betrachten, weil bei gleichmäßig fester Raumerfüllung Bewegung unmöglich wäre; die letztere dagegen wird die im Leeren schwebenden, beweglichen materiellen Teilchen vorzugsweise als feste zu denken geneigt sein. Beide Hypothesen übertragen eine in der Anschauung gegebene Gesamterscheinung auf die kleinsten konstituierenden Teilchen der Materie, ohne zu erwägen, ob diese Übertragung auch statthaft sei, ob nicht vielmehr die konstituierenden Elemente der Materie noch ganz frei von den Aggregatzuständen gedacht werden müssen, die erst durch eine bestimmte Anordnung größerer Gruppen von ihnen entstehen.

Fest oder flüssig heißen Körper, deren Teile einer Verschiebung gar keinen oder einen unendlich großen Widerstand entgegensetzen. In der Wirklichkeit gibt es keinen dieser fiktiven Grenzfälle, sondern nur Zwischenstufen zwischen ihnen, unvollkommene Flüssigkeiten und unvollkommene feste Körper. Je dünner eine Flüssigkeit ist, desto mehr nähert sie sich dem Zu-

stande vollkommener Flüssigkeit, d. h. reibungsloser Verschiebbarkeit der Teilchen gegeneinander. Das ist verständlich, wenn in der dünneren Flüssigkeit diskrete Teilchen größere Abstände voneinander haben, aber nicht, wenn die unmittelbar benachbarten Teilchen mit ihren ganzen Berührungsflächen gegeneinander reiben.

Soll die Materie durch ihr bloßes stoffliches Dasein den Raum ausfüllen, so darf derselbe Raum nicht durch zwei oder mehr stoffliche Teilchen eingenommen werden können. Ein Teilchen muß weichen, damit ein anderes an seine Stelle rücken kann; ein Teilchen kann aber bei stetiger Raumerfüllung wieder nur dann weichen, wenn ein Nachbar teilchen ihm Raum gibt und so fort. Jede kleinste Bewegung ist also nach der Stetigkeitshypothese nur möglich, wenn alle materiellen Teilchen in der Bewegungsrichtung bis an die Grenze der Welt Platz machen und die letzten ins Leere ausweichen. Bei stetiger Erfüllung eines unendlichen Weltraums wäre Bewegung überhaupt unmöglich, weil kein leerer Raum da wäre und keine Grenzteilchen des Weltalls, die in ihn ausweichen könnten.

Verdichtung und Verdünnung der materiellen Raumerfüllung ist bei stetiger Erfüllung durch eine homogene Flüssigkeit schlecht hin unmöglich; sie wird erst möglich, wenn mindestens zwei verschiedene dichte Grundflüssigkeiten (etwa Gas und Äther) da sind. Verdichtung wäre dann Ausweichen der dünneren Flüssigkeit in die Umgebung des Weltalls Verdünnung, Hineinströmen der dünneren Flüssigkeit aus der Umgebung zwischen die auseinanderrückenden Teilchen der dichteren. Die dichtere Flüssigkeit schwiebte dann in diskreten Teilchen in der dünneren etwa wie unlösliche suspendierte Tropfen oder gar wie geronnene Flocken. Die dünneren Flüssigkeit aber wäre auch noch nicht stetig zu denken, weil selbst die dünnste, der Äther, noch dielektrische Polarisierbarkeit zeigt, also aus ungleichen Bestandteilen zusammengesetzt sein muß.

Thomsons Wirbelringe der Grundflüssigkeit sollen für die diskrete Unstetigkeit der materiellen Teilchen Ersatz gewähren, vermögen dies aber nicht. Wir kennen in der Wirklichkeit keine Wirbelringe, die aus Flüssigkeiten, sondern nur solche, die aus staubartigen Wolken fester Teilchen bestehen (Tabakrauch, Salmiakstaub), und wir kennen keine Eigenschaften der Moleküle und Atome, die der Wandelbarkeit der Ringgestalten, ihrer Zerstreuung und Konzentration, ihrem Durcheinanderschlüpfen usw. entsprechen. Diese Hypothese kann daher bis jetzt nicht als eine wohlgegrundete gelten.

Wenn die den Raum stetig erfüllenden Teilchen in der Ruhelage keine Lücken zwischen sich lassen, so müssen sie die Gestalt regulärer Körper haben, also im Fall der Bewegung einander durch ihre Ecken und Kanten großen Widerstand entgegensetzen und bis zur Gewinnung einer neuen Ruhelage Lücken zwischen sich lassen. Wenn sie dagegen rundliche Gestalten haben, so bleiben schon in der Ruhelage Lücken zwischen ihnen. Werden diese Lücken durch kleinere Teilchen ausgefüllt gedacht, so gilt für diese kleineren Teilchen dieselbe Erwägung; sie brauchen wieder noch kleinere Teilchen, um ihre Lücken zu füllen, und so weiter. Bis zu welcher Größenordnung man auch hinabsteigen mag, immer brauchen die Teilchen noch kleinere zur Ausfüllung ihrer Lücken, verlieren aber mit der Gestalt auch die räumliche Größe, d. h. die Fähigkeit, eine wenn auch noch so kleine Raumlücke zu füllen. Dasselbe gilt, wenn die Teilchen bei der Bewegung ihre Gestalt verändern; denn diese Veränderung besteht nur darin, daß kleinere Teile von ihnen von einer Stelle ihrer Gestalt zu einer andern verschoben, d. h. bewegt werden.

Die Stetigkeitshypothese führt auf alle Fälle in den unendlichen Progressus der Geteiltheit, sei es, daß die Materie von Anfang an bis ins Unendliche geteilt gedacht wird, sei es, daß sie sich erst im Falle der Bewegung durch Gestaltveränderung ihrer Teilchen ins Unendliche teilt. Mit dieser Annahme steht die Stetigkeitshypothese mit der Logik im Widerspruch, ohne sie mit der Erfahrung; denn mit ihr behauptet sie die Vollendetheit einer unendlichen Teilung, ohne sie die Unmöglichkeit der Bewegung. Soweit die Stetigkeitshypothese die Materie mit Kräften ausstattet, muß sie auch diese Kräfte ins Unendliche geteilt und an den Stoff verteilt denken und alle Kraftwirkungen als solche der unmittelbaren Berührung, oder als Nahkraftwirkungen im eigentlichen Sinne auffassen, was beides, wie wir weiterhin sehen werden, unmöglich ist.

Die vom festen Aggregatzustand ausgehende Unstetigkeitshypothese mußte zunächst mit der Porosität der Körper sich abfinden und dann anerkennen, daß nicht feste Blätter und Balken, sondern Molekularkräfte den Zusammenhang der kleinsten Teilchen sicherten. Auch die Undurchdringlichkeit mußte auf Molekularkräfte bezogen werden, da Gase einander und die Ionen einer verdünnten Lösung ihre Lösungsflüssigkeit vollkommen durchdringen und der Äther alle Körper durchdringt. Das Verhältnis zwischen den Durchmessern der kleinsten Teilchen oder

Korpuskeln zu ihren Abständen voneinander mußte danach sehr klein angenommen werden, etwa wie dasjenige zwischen den Durchmessern der Himmelskörper zu ihren Abständen voneinander. Die kleinsten Teilchen der Materie waren außerdem mit einer Ätherhülle, d. h. einem Schwarm von diskreten Ätherteilchen umgeben zu denken, und zwar mindestens so weit hinab, wie die chemische Spaltbarkeit der Teilchen durch Ätherschwingungen, z. B. die Dissoziation durch höchste Hitzegrade oder starke elektrische Ströme reicht. Die Undurchdringlichkeit der Korpuskeln war dann auf die abstoßenden Kräfte dieser Ätherhülle zu beziehen wie die anziehenden Molekularkräfte auf die Korpuskeln selbst. Die Angaben der Physik über Molekülegrößen beziehen sich dann gar nicht auf die materiellen Korpuskeln selbst, sondern auf ihre Ätherhülle zuzüglich des doppelten Radius ihrer abstoßenden Molekularwirkung; denn erst durch diese zusammengesetzte Größe wird der Rayon ihrer Undurchdringlichkeit bestimmt (Ph. 145—146). Die Korpuskulartheorie hält aber daran fest, daß die kleinsten Teilchen sowohl der wägbaren Materie als auch des Äthers feste Körperchen von bestimmter Größe und Gestalt sind, die den von ihnen eingenommenen Raum ausfüllen, wenn er auch noch so klein ist. Als Atome werden sie nur in dem Sinne von ihr bezeichnet, daß wir bis jetzt keine Naturkräfte kennen, durch die ihre weitere Zerteilung physisch möglich wäre.

Die Schwierigkeit für die Korpuskulartheorie beginnt erst bei der Frage, wie die Kraft mit dem Stoff des Korpuskels verbunden, beziehungsweise auf dessen Stoffteilchen verteilt sei. Da die Kräfte der unorganischen Natur Zentralkräfte sein müssen, so fragt sich, wo das Kraftzentrum im Korpuskel seinen Sitz hat, ob in seinem Schwerpunkt oder in einem andern Punkte, und woher es kommt, daß bei einer Bewegung des Kraftzentrums das stoffliche Korpuskel mitgeht und umgekehrt. Ist die ganze Kraft des Korpuskels an dessen Schwerpunkt gebunden, so wird die Größe und Gestalt des Korpuskels physikalisch bedeutungslos. Soll der Größe und Gestalt des Korpuskels noch irgend welcher Einfluß zu kommen, so muß seine Kraft auf alle seine Stoffteilchen gleichmäßig verteilt, und die Kraft seines Schwerpunktes nur die Resultante aller seiner Kraftkomponenten sein. Bei den Teilchen des Korpuskels wiederholt sich aber dieselbe Alternative und führt zu einem Progressus ins Unendliche, solange die betrachteten Teilchen noch irgend welcher extensiven Größenordnung angehören und irgend welche Gestalt haben. Erst wenn man auf

mathematische Punkte ohne Ausdehnung und Gestalt zurückgeht, wird dieser Progressus ins Unendliche abgeschnitten.

Damit ist dann der Übergang von der Korpuskulartheorie zur Atomtheorie im engeren Sinne vollzogen; denn die Atome als mathematische Punkte sind nicht bloß physisch und reell unteilbar, sondern auch logisch und ideell unteilbar. Kein Vertreter der Korpuskulartheorie hat jemals die ideelle Unteilbarkeit seiner Korpuskel-Atome behauptet; aber auch kein Vertreter der Atomtheorie im engern und eigentlichen Sinne hat jemals die Ausgedehntheit seiner Atome behauptet. Nur die Konfusion der Korpuskulartheorie und eigentlichen Atomtheorie im Kopfe philosophischer Kritiker hat beide einem Widerspruch dahin unterstellt, als ob das Atom zugleich teilbar und unteilbar sein sollte. Die bedeutendsten Physiker und Mathematiker, die sich mit solchen Fragen beschäftigt haben, sind Anhänger der Atomtheorie im engern Sinne gewesen. Sie ist nichts weiter als die Vereinigung der beiden Gedanken, daß alles physische Wirken von Individuen ausgehen muß, und daß die Grundlage aller zusammengesetzten Individuen einfache Individuen, d. h. Zentralkräfte mit ausdehnungslosem Ausgangspunkte sein müssen.

Erst die Atomtheorie macht Ernst mit dem so nahe liegenden Gedanken, daß die letzten konstituierenden Bestandteile der Materie keine Ähnlichkeit mehr mit den aus ihnen resultierenden Gesamtphänomenen haben können, daß sie nicht nur für unsere, sondern für alle Sinneswahrnehmung, die auf Gesamtphänomene eingerichtet ist, unwahrnehmbar sein müssen, daß ihnen deshalb auch keine aus unserer Sinneswahrnehmung entlehnten Eigenschaften zugeschrieben werden dürfen, daß sie weder für fest, noch für tropfbar flüssig, noch für gasförmig, also in keinem Sinne für materiell gehalten werden dürfen. Sie können eben darum nicht materiell sein, weil sie materiierend sind, d. h. die objektiv-reale Erscheinung der Materie erst durch ihr Zusammenwirken hervorbringen, also selbst noch vor und jenseits derselben liegen (Ph. 162—182).

Es fragt sich bloß noch, als was wir die Atome zu denken haben, d. h. was das bewegliche Reale an ihnen ist, das mit Zeit und Raum zusammen die drei Grundbegriffe der theoretischen Physik ausmacht. Denn drei Grundbegriffe braucht die Physik, von denen zwei Zeit und Raum sind und nur der dritte fraglich ist; mit weniger als zwei Grundbegriffen ist nur für gewisse beschränkte Aufgaben auszukommen, und mehr als drei Grundbegriffe

ergeben etwas Überflüssiges. Man kann die Energie, die Masse, oder die Kraftäußerung als dritten Grundbegriff wählen, je nachdem es für die Rechnung bequemer scheint; denn da in jedem Falle die beiden nichtgewählten Begriffe durch den gewählten in Verbindung mit Zeit und Raum mathematisch ausdrückbar sind, so genügt jede Wahl den Anforderungen der Rechnung. Aus naturphilosophischem Gesichtspunkt dagegen ist es wichtig, die richtige Wahl zwischen den drei Begriffen zu treffen, d. h. die Entscheidung zwischen der energetischen, hylokinetischen und dynamischen Weltanschauung zu treffen (Ph. 186—190).

Die Energetik als qualitative glaubt die Individualisierung in Atome entbehren zu können, aber sie verzichtet damit zugleich auf eindeutige Bestimmung des Geschehens nach Raum und Zeit. Der Weg des Geschehens ist zwar zwischen zwei energetisch differenten Teilgebilden angebbar, aber nicht innerhalb eines jeden Teilgebildes, weil alle Energiearten außer der mechanischen keine Unterscheidung der Energie nach den drei Raumachsen zulassen, diese aber eigentlich schon nicht mehr der Energetik sondern der Mechanik angehört. Ebenso kann die Energetik wohl Zeitverhältnisse zwischen verschiedenen energetischen Vorgängen, aber nicht die absolute Dauer eines einzelnen angeben (Le. 386—387). Die Energie ist konstant, aber sie ist nicht die letzte Invariable und noch weniger ist sie die Substanz. Sie ist nur konstant, weil ihre beiden Faktoren konstant sind, und weil die Änderung ihrer Summanden eine kompensatorische ist. Die Zahl der Körperatome und der Ätheratome macht den Extensitätsfaktor der Weltenergie aus und ist ebenso konstant wie die Summe ihrer Geschwindigkeitsquadrate und Beschleunigungspotentiale. Die Konstanz der Energie ist also keineswegs etwas Ursprüngliches, sondern ein aus dem Zusammenwirken anderer Konstanten hervorgehendes Resultat.

Die qualitative Energetik möchte möglichst hypothesenfrei sein, aber die unwahrnehmbare und unangehbare Energie, die in allen qualitativen Erscheinungsformen der Energie dieselbe sein und nur ihre Quantität wechseln soll, ist selbst die kühnste Hypothese, eine rein metaphysische Entität. Nur die mechanistische Energetik löst diese Schwierigkeit, indem sie die potentielle und kinetische Energie der Atome als die beiden einzigen wirklichen Energiearten ansieht, aus denen je nach der Art der Kombination bald die molare mechanische Energie und bald die andern Energiearten als Gesamterscheinung resultieren. Die potentielle Energie ist von der Lage der Körper abhängig, aber auch von ihrer be-

sondern atomistischen Zusammensetzung und der Art der Ätherbeimischung; ihre Abhängigkeit von der Lage kann also nicht so allgemeingültig bestimmt werden, wie die der kinetischen Energie von der Geschwindigkeit. Die potentielle Energie kann auch negativ sein, die kinetische ist immer positiv, weil das Quadrat auch einer negativen Geschwindigkeit positiv ist. Auf den Widerspruch des Satzes der Energieentwertung mit dem der Energiekonstanz in der qualitativen Energetik ist schon oben hingewiesen worden; auch dieser Widerspruch löst sich nur durch die Zurückführung der qualitativen Energetik auf die mechanistische.

Wäre die Energie ein letztes Ursprüngliches und die Materie ihr Produkt, so wäre jede Wanderung von Energie zugleich Wanderung von Materie oder Äther; ein Wandern der Energie ohne Wanderung von Materie oder Äther oder gar in entgegengesetzter Richtung, wie die Materie oder der Äther wandert, wäre undenkbar. Energien verschiedener Art können alle denselben Raum erfüllen, und da sie alle positiv sind, können sie sich nicht so begrenzen, daß aus ihren Grenzflächen der Schein materieller Grenzen entspringt. Das können höchstens Potentiale leisten, die auch negativ sein können, nur durch sie können sich Grenzen bilden und der Schein der Undurchdringlichkeit entstehen. Qualitative Energien können nur insofern an Materie haften, als diese vorweg durch Potentiale konstituiert ist; diese Potentiale aber müssen auf Atom-Potentiale zurückweisen oder atomistisch gegliedert sein. Ein Atompotential ist wiederum nichts anderes als das integrale Arbeitsvermögen der Atomkraft in der gegebenen Lage, dessen stückweise Aktualisierung von Strecke zu Strecke nur durch die differentiale Kraftäußerung in der Zeit erfolgen kann. Wie die qualitative Energetik auf die mechanistische zurückweist, so diese auf den Dynamismus; denn das Potential ist nur ein Produkt aus Lage und Kraft.

Die Energie ist trotz ihrer Konstanz keine Substanz, sondern eine Beziehung, oder vielmehr ein ganzes System von Beziehungen, nämlich additiver Beziehungen zwischen ihren Summanden und multiplikativer Beziehungen zwischen ihren Faktoren. Die Energie in der Gestalt, in welcher allein sie die Konstitution der Materie zu erklären vermag, nämlich als Atompotential, ist auch nur eine Beziehung, nämlich zwischen der Kraft des Atoms und seiner Lage zu den übrigen Atomen. Eine Beziehung ist niemals etwas Selbstverständliches, sondern setzt etwas Beziehbares und Bezogenes voraus; wenn dieses Bezogene auch zunächst wieder als Be-

ziehung sich darstellt, so kann doch die Analyse der Beziehungen nicht ins Unendliche gehen, sondern muß früher oder später zu Bezogenen führen, die nicht wieder Beziehungen sind. Beziehung als solche ist außerdem zunächst etwas logisch Ideelles; soll sie mehr als dies, soll sie zugleich reale Beziehung sein, so ist dies nur dadurch möglich, daß die in ihr enthaltenen Bezogenen diese Realität herzubringen. So weist auch unter diesem Gesichtspunkt der Beziehung die Energie auf etwas Reales zurück, das noch nicht Energie ist, sondern erst die Energie produzieren hilft; dies kann nur entweder das Stoffliche, Hybride, oder das Dynamische sein. Wir müssen also von der Energetik entweder auf die Hylokinetik oder auf den Dynamismus zurückgehen (Ph. 190—199).

Die Hylokinetik sucht den Grund der Masse und des Beharrungsvermögens in der realen Stofflichkeit der Atome, leugnet die Kraft hinter der Kraftäußerung und sieht die Kraftäußerung als bloßes Produkt von Masse und gesetzlicher Beschleunigung an. Da die stofflichen Uratome unendlich klein gedacht werden, so sind sie alle gleich, und ihre Masse ist proportional ihrer Zahl. Da ihnen jede Kraft fehlt, so können die Abstände zwischen einer solchen Atomgruppe nur durch das Gesetz fixiert sein. Das Gesetz hat hier also eine doppelte Leistung zu vollbringen, einerseits die positive oder negative Beschleunigung der Atomgruppen gegen einander zu regeln und anderseits die Nullbeschleunigung oder die festen Abstände der Atome in einer absolut starren Gruppe aufrecht zu erhalten. So tritt das Gesetz ganz an die Stelle der Kraft; d. h. es wird eine abstrakte Fiktion des menschlichen Denkens mit der Macht ausgerüstet, die nur einem physischen Realprinzip zukommen kann.

Daneben bleibt aber die Alternative bestehen: entweder die stofflichen Atome haben noch Gestalt und Ausdehnung irgend welcher Größenordnung, und sind dann keine echten Atome, sondern bloße Korpuskeln, die in den Widerspruch eines unendlichen Progressus verwickeln; oder sie sind ausdehnungslose mathematische Punkte, enthalten dann aber auch Null-Stoffmenge in sich, sinken von mechanischen zu bloß phemonomischen Begriffen herab und können durch Addition von Null-Massen keine endliche Masse mehr liefern. Der Gedanke, daß die Masse nichts ist als die Zahl der Uratome, ist richtig; aber er gilt nur, wenn jedes Uratom etwas Reales ist, und dies ist es nicht, wenn das Reale an ihm der Stoff sein soll und seine Stoffmenge gleich Null ist. Ein mathematischer Punkt kann wohl als etwas Bewegliches

gedacht werden, aber er kann als kraftloser Punkt niemals mechanisches Beharrungsvermögen haben, und deshalb kann auch eine starre Gruppe solcher Punkte kein Beharrungsvermögen besitzen. Die Masse weist auf die Kraft, nämlich auf die Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung der Zentralkräfte zurück (Ph. 85—86, 88), und auch das mechanische Beharrungsvermögen ist selbst nur eine Konstante, die das Verhältnis zwischen Beschleunigung und Masse, oder die Beschleunigung, die zwei Uratome sich auf die Entfernungseinheit erteilen, festsetzt (Ph. 83—85). Aus diesem Grunde ist die Kraft ebenso unentbehrlich für die Mechanik, wie sie es ist, um nicht dem abstrakten Gesetze eine Macht und Realität aufzubürden, die ihm gar nicht zukommen kann. So weist die Hylokinetik ihrerseits auf den Dynamismus zurück (Ph. 182—185, 199—204; Au. 541—543).

Der Stoff hatte ursprünglich die Aufgabe, durch sein bloßes Dasein den Raum zu erfüllen, Masse, Beharrungsvermögen, Undurchdringlichkeit und Widerstand der Körper zu erklären. Die Raumerfüllung durch sein bloßes Dasein ist nur bei der Stetigkeithypothese aufrecht zu erhalten; wird diese aufgegeben, so ist es ein bloßes Haften an dem im Großen überwundenen sinnlichen Vorurteil, wenn man die Raumerfüllung durch sein bloßes Dasein für die unendlich kleinen diskreten Bestandteile der Materie festhält. Erfüllt wird der Raum nicht durch irgend welches passives Dasein oder Produkt einer früheren Schöpfertätigkeit, sondern durch stetige Produktivität, d. h. durch fortgesetzte dynamische Leistungen. Nur auf aktive, dynamische Atome ist Masse und Beharrungsvermögen zu beziehen, nicht auf passive Stoffteilchen. Undurchdringlichkeit und Widerstand der Körper sind längst als Wirkungen abstoßender Kräfte erkannt, und es ist nichts als ein atavistisches Überlebsel einer naiv-realistischen Ansicht, wenn wir trotz besseren Wissens doch immer noch unwillkürlich dazu neigen, sie, namentlich bei überraschenden Eindrücken, auf die vermeintliche Stofflichkeit der Dinge zu beziehen. Der Stoffbegriff ist für die physikalische Betrachtung schlechthin bedeutungslos, nichts erklärend, ein überflüssiger Ballast, der gedankenlos mitgeschleppt wird (U. II 106—115, 485—488). Die Kraft ist unentbehrlich; neben ihr aber hat der Stoff keinen Platz, weil drei Grundbegriffe physikalisch erschöpfend sind. Wer neben Zeit und Raum an Kraft und Stoff festhält, zeigt damit, daß er die Überbestimmtheit der theoretischen Physik durch vier Grundbegriffe noch nicht verstanden hat. Die Mechanik hat bis jetzt im allgemeinen noch

nicht den Mut gefunden, mit dem naiv-realistischen Wahnbild des Stoffes gründlich zu brechen; der Energetik dagegen gebührt das Verdienst, dies getan zu haben, was nicht verfehlt wird, mit der Zeit auch auf die Mechanik vorbildlich einzuwirken.

IV. Der Dynamismus.

Da sowohl die Energetik als auch die Hylokinetik auf den Dynamismus hinüberweisen, so kommt es zunächst darauf an, sich klar zu machen, was unter Kraftäußerung oder dynamischer Aktion zu verstehen sei. Wenn der Mensch einen Körper fortrücken will, so legt er die Hand an, schiebt mit einer Stange oder zieht an einem Seile; kurz, er hat die sinnliche Vorstellung, daß er den Körper mittelbar oder unmittelbar berühren müsse, um Druck, Zug oder Stoß auf ihn auszuüben. Wie die sinnliche Anschauung des festen und flüssigen Aggregatzustandes unwillkürlich auf die konstituierenden Elemente der Materie übertragen wird, so auch die der Kraftwirkung durch Berührung. Eine Denkweise, die allen Wert auf sinnliche Anschaulichkeit der Gedanken legt, läßt sich dieses sinnliche Vorurteil, daß alle Kraftwirkung auf körperlicher Berührung beruhen müsse, ungern rauben und behauptet deshalb, daß alle Kraftwirkungen in der Natur uns nur soweit begreiflich seien, als sie Berührungserscheinungen seien. Sie wird dadurch unterstützt, daß viele Kraftwirkungen, die früher als unmittelbare Fernwirkungen galten, durch die Physik in mittelbare, d. h. durch Ätherschwingungen vermittelte Kraftwirkungen aufgelöst worden sind und die Ätherwellen hylokinetisch als Druck- oder Stoßwirkungen durch unmittelbare Berührung gedeutet werden. Von der Gravitation, der einzigen noch bestehenden Fernkraft auf molare Entfernung wird erhofft, daß in Zukunft auch sie in vermittelte Kraftwirkung durch Übertragung aufgelöst werde. Die Nahwirkung erscheint selbstverständlich, weil sinnlich wahrnehmbar, die Fernwirkung als eine in sich widerspruchsvolle metaphysische Zauberei.

Diese noch jetzt vielfach, namentlich in populären Schriften und Laienkreisen verbreiteten Ansichten haben jedoch in wissenschaftlichen Kreisen bereits einen völligen Umschwung erfahren. Die scheinbare Berührung der Körper hat sich längst in molekulare Fernkraftwirkungen aufgelöst, und die Übertragungen, durch welche die molaren Fernkräfte, wie Elektrizität und Magnetismus, vermittelt werden, müssen nach der elektromagnetischen Wellentheorie ebenfalls als Fernkraftwirkungen der Äthermoleküle auf-

einander in molekularen Entfernungen gedeutet werden. Diese molaren Fernkräfte sind zwar durch molekulare Fernkräfte vermittelt, aber keineswegs durch Nahkräfte im Sinne unmittelbarer Berührung, und was man ungenau Nahkräfte nennt, sind tatsächlich Fernkräfte auf molekulare Entfernungen. Auch wenn es morgen gelänge, die Gravitation als eine durch Übertragung von Stelle zu Stelle zustande kommende nachzuweisen, so wäre auch damit nur die letzte molare Fernkraft in molekulare Fernkräfte aufgelöst; die Aussicht dazu hat sich aber um so mehr verringert, je genauer man alle dabei in Betracht kommenden Möglichkeiten durchforscht hat. Der elastische und unelastische Stoß sind ebenso wie der Druck bei Berührung der Physik immer unverständlicher geworden, je genauer man sie erwogen hat; sie sind nicht bloß nicht selbstverständlich, sondern ohne molekulare Fernkräfte in sich widerspruchsvoll und unmöglich.

Die Besorgnisse, daß der Begriff der Fernwirkung Widersprüche in sich trage, wird mit der Unterscheidung zwischen materieller und dynamischer Raumerfüllung hinfällig. Dem metaphysischen Gebiet gehört erst der naturphilosophische Begriff der Kraft, als der unräumlich-unzeitlichen Ursache der Kraftäußerung an; mit ihm aber hat die Physik als solche überhaupt nichts zu schaffen. Der Begriff der Kraftäußerung, der allein die Physik angeht, gehört als raumzeitlicher dynamischer Vorgang der Sphäre der Natur oder objektiv-realens Erscheinung und ist nichts Metaphysisches (Ph. 82—83, 86—87). Man hat sich mehr und mehr davon überzeugt, daß, abgesehen von den Formen der Räumlichkeit und Zeitlichkeit, die sinnliche, auf die Wahrnehmung gestützte Anschauung ein sehr unzuverlässiger Führer und Berater in den letzten Fragen der Physik ist, und daß an ihre Stelle die mathematische Formulierung auf Grund von Begriffen höchster Abstraktionsstufe zu treten hat (Ph. 149). Der Glaube an die Verständlichkeit der Nahwirkung ist so ziemlich verschwunden, aber die unbegründeten Bedenken gegen die Fernwirkung bestehen noch mit einem gewissen Beharrungsvermögen in vielen Köpfen fort.

Man gibt williger Fernkräfte auf molekulare als auf molare Entfernungen zu, obwohl doch die Größe der Entfernung für den Begriff der Fernkraft keinen Unterschied macht. Die Gesetze der molaren Fernwirkung sind Integralgesetze, die den Vorzug der Einfachheit haben, wo sie von der Erfahrung entlehnt sind oder bestätigt werden, d. h. wo die Kraftwirkung entweder von dem dazwischenliegenden Medium unabhängig (wie bei der Gravitation)

oder durch ein homogenes Medium vermittelt ist. Die Gesetze der molekularen Fernwirkung oder fälschlich sogenannten Nahwirkung sind dagegen hypothetische Differentialgesetze, die nicht empirisch zu bestätigen sind, und bei denen es immer zweifelhaft bleibt, ob sie einem wirklichen Zusammenhange der Natur entsprechen; wo aber die molare Fernwirkung durch ungleichartige Medien vermittelt ist, da ist ohne Differentialgesetze kaum durchzukommen (Ph. 142—144).

Zwei Körpermoleküle können sich ebensowenig berühren, wie zwei Körper; denn sie sind durch Ätherhüllen voneinander getrennt. Zwei Äthermoleküle können sich wiederum nicht berühren, weil sie einander abstoßen, und weil diese Abstoßung auf unendlich kleine Entfernungen unendlich groß wird. Könnten zwei Atome sich unmittelbar berühren, so könnten sie nicht mehr aufeinander wirken, weil ihre Kraftzentra in einen mathematischen Punkt fielen, also einander weder anziehen noch abstoßen könnten. Nur wenn die Atome als Korpuskeln von einer gewissen Größe und Gestalt gedacht würden, könnten sie aufeinander wirken, aber doch nur, weil ihre Kraftzentra als in ihren Schwerpunkten belegen, sich nicht berührten, sondern molekulare Fernwirkung aufeinander übten. Wären die Kräfte auf den ganzen Stoff der Korpuskeln verteilt, so könnten alle Punkte aufeinander wirken, die eine Entfernung zwischen sich haben, die beiderseitigen Grenzpunkte aber, die sich unmittelbar berührten, nicht (Ph. 141—142). Die Differentialgleichungen rechnen mit endlichen, wenn auch sehr kleinen Abständen zwischen den Kraftzentren und führen zu Widersprüchen, sobald diese Abstände gleich Null gesetzt werden (Ph. 144—145, 147—148). Im Gravitationsgesetz und im Coulombschen Gesetz offenbart der Widerspruch sich darin, daß die Entfernung im Nenner steht, also auf die Entfernung Null eine Division mit Null eintreten müßte, was sinnlos ist (Ph. 140; K. 259—261).

Zwei Äthermoleküle, die sich aufeinander zu bewegen, müssen in Hyperbeln aneinander vorbei, beziehungsweise zurückfliegen, desgleichen zwei mit Ätherhüllen umgebene Körpermoleküle; zwei nackte Anziehungsatome dagegen müßten, wenn sie sich genügend nahe kommen und keine zu große Anfangsgeschwindigkeit haben, in Ellipsen umeinander herumschwingen, wie die Glieder eines Doppelsterns. In dem unendlich unwahrscheinlichen Falle, daß die ausdehnungslosen Atome sich gradlinig aufeinander zu bewegen, würden bei abstoßenden Atomen die Hyperbeln, bei an-

ziehenden die Ellipsen zu geraden Linien; d. h. die abstoßenden Atome würden vor der Berührung ihre Bewegungsrichtung umkehren, und die anziehenden würden durcheinander hindurchschwingen. Die Berührungsduer wäre auch bei diesem Durcheinanderhindurchschwingen gleich Null (Ph. 140—141; U. II 483).

Ein elastischer Stoß ist nur als molekulare Fernwirkung erklärlich, bei einfachen Atomen zwischen den zusammentreffenden Atomen, bei zusammengesetzten auch noch zwischen den Teilen, aus denen sie zusammengesetzt sind. Wo molekulare Fernwirkung in beiderlei Sinne fehlt, kann nur noch von unelastischem Stoß die Rede sein, da bei sich schon berührenden Punkten jede Abstoßung wegfällt. Beim unelastischen Zusammenstoß zusammengesetzter Moleküle geht nach dem Gesetz der Energiekonstanz die scheinbar verschwindende kinetische Energie der ganzen Moleküle in kinetische Energie ihrer Bestandteile, d. h. in Wärme über. Da dies beim Zusammentreffen einfacher Atome unmöglich ist, so muß bei diesen auch der unelastische Stoß unmöglich sein, wenn nicht das Gesetz der Energiekonstanz für sie seine Gültigkeit verlieren soll. Der vollkommen elastische Stoß ist nur bei einfachen Atomen möglich, wo nichts in Wärme umgesetzt wird; bei allen Zusammenstößen zusammengesetzter Atome oder Moleküle oder Körper ist die Elastizität des Stoßes unvollkommen, weil ein Teil der Stoßenergie in Wärme umgesetzt wird. Alle Stoßwirkung zusammengesetzter Gebilde setzt sich aber letzten Endes zusammen aus den vielen, absolut elastischen Stößen der sie zusammensetzenden einfachen Uratome aufeinander, d. h. aus den Wirkungen ihrer molekularen Fernkräfte. Für die Druck- und Zugwirkung gilt das gleiche; innerhalb eines Körpers kann ebenso wie zwischen zwei Körpern aller Druck und Zug nur auf Fernwirkungen der Moleküle untereinander beruhen (Ph. 158—160).

Die Gravitation müßte, um aus einer molaren Fernkraft in die Wirkung molekularer Fernkräfte umgedeutet werden zu können, auf Druck- oder Stoßwirkungen eines Mediums beruhen. Da irgend welche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation nicht ermittelt ist, so müßte dieselbe, wenn sie doch bestände, jedenfalls sehr viel größer sein als bei der strahlenden Energie des Äthers; der Äther könnte also keinesfalls das Gravitationsmedium sein, sondern es müßte ein besonderer, noch sehr viel dünnerer Gravitationsäther supponiert werden. Die Druckvermittelung führt auf unlösbare Schwierigkeiten und Widersprüche. Die Stoßvermittelung scheitert daran, daß ganze Körper aufeinander eine

Schirmwirkung gegen die Stöße des Gravitationsäthers ausüben müßten, Teile desselben Körpers aber nicht. Bei Mondfinsternissen ist eine Schirmwirkung bisher nicht festgestellt worden, wie diese Theorie sie voraussetzen müßte. Bei jeder Vermittelung durch ein Medium müßte die Gravitation nicht bloß von der Entfernung der Körper, sondern auch von ihrer Geschwindigkeit und Beschleunigung in ihrer VerbindungsLinie abhängig sein; die Erfahrung zeigt aber bei der Gravitation keine solche Abhängigkeit, wie sie bei der elektrischen und magnetischen Anziehung empirisch bestätigt ist (Ph. 89, 154—158).

Die Unterscheidung zwischen molekularen und molaren Fernkräften müssen wir machen, weil wir von den Molekularkräften auf molare Entfernungen keine merkliche Wirkung mehr wahrnehmen. Ihre Wirkung wird eben darum auf molare Entfernungen unmerklich klein, weil sie einer höheren als der zweiten Potenz der Entfernung umgekehrt proportional ist. Die Gravitation ist die einzige unmittelbare Fernkraft, die auf molare Entfernungen noch merklich ist, weil sie die einzige ist, deren Wirkung nur der zweiten Potenz der Entfernung umgekehrt proportional ist. Durch die Gravitation erteilen sich zwei gleich große Massen auf die Entfernung von 1 cm in einer Sekunde eine Beschleunigung von 0,00000068 mm, auf die Entfernung von 0,0001 mm, die als die doppelte Wirkungsweite der Molekularkräfte gilt, eine Beschleunigung von 66,8 mm. Da nun die Moleküle und Atome in festen und tropfbar-flüssigen Körpern noch sehr viel enger aneinander liegen, als die doppelte Wirkungsweite der Molekularkräfte beträgt, so scheint die Gravitationsanziehung ausreichend, um die molekulare Anziehung zu erklären; insbesondere, wenn man noch die durch Ätherschwingungen bewirkten mittelbaren Fernwirkungen der Moleküle untereinander berücksichtigt, und es bedarf keiner zweiten unmittelbaren Fernkraft im anziehenden Sinne neben der Gravitation (Ph. 160—161).

Sieht man von dem falschen sinnlichen Vorurteil ab, als ob Nahwirkung verständlicher wäre als Fernwirkung, so läßt sich das Bedenken gegen die Fernwirkung so formulieren: Ein Körper kann nur da wirken, wo er ist, und es ist ein Widerspruch, daß er da wirke, wo er nicht ist. Richtig ist hieran so viel: Eine Kraftäußerung kann nur da wirken, wo sie ist, und es ist ein Widerspruch, daß sie da wirke, wo sie nicht ist; denn sie ist nur da, wo sie wirkt, und ist überall da nicht, wo sie nicht wirkt. Richtig ist ferner, daß ein Körper durch sein stoffliches Dasein,

wenn er mit ihm überhaupt wirken könnte, nur da wirken könnte, wo sein Stoff den Raum erfüllt. Unrichtig aber ist die stillschweigende Voraussetzung, daß die von einem Körper ausgehenden Kraftäußerungen keinen größeren Raum erfüllen können, als der Körper durch sein stoffliches Dasein erfüllt; denn damit würden auch die molekularen Kraftwirkungen der Teile des Körpers durch stofflich leere Zwischenräume unmöglich. Ein Körper erfüllt materiell denjenigen Raum, an dessen Grenzen die Abstoßung der Molekularkräfte und ihr Widerstand gegen Verdrängung merklich wird; diese Raumgrenzen sind aber keineswegs zugleich die Grenzen desjenigen Raumes, den die den Körper konstituierenden Zentralkräfte dynamisch erfüllen (Ph. 151—153, 179; K. 143—153).

Wenn einerseits die molekularen Anziehungskräfte, abgesehen von den durch Ätherschwingungen vermittelten, identisch sind mit der molaren Fernkraft der Gravitation und anderseits die molekularen Abstoßungskräfte auf dieselben molaren Entfernungen wie die Gravitation, obschon wegen ihres abweichenden Wirkungsgesetzes in unmerklicher Stärke, wirken, dann ist die dynamische Wirkungssphäre jeder Zentralkraft so groß, wie der materiell erfüllte Weltraum. Jede Atomkraft wirkt überall mit Ausnahme des Ausgangspunktes ihrer Wirkungen oder ihres Kraftzentrums. Wäre dies ihr „Sitz“, so wirkte jede Atomkraft überall mit Ausnahme ihres Sitzes, und wollte man diesen Sitz als die Stelle bezeichnen, wo sie ist, so wirkte sie überall mit Ausnahme der Stelle, wo sie ist. Diese Bezeichnung ist aber falsch; denn als metaphysische hat die Kraft gar keine räumliche Bestimmtheit, als physische aber ist sie da, wo sie wirkt, hat also den ganzen materiell erfüllten Weltraum zum Sitze mit Ausnahme des Ausgangspunktes ihrer Kraftäußerungen.

Alle Atomkräfte erfüllen dynamisch denselben Raum, sind also dynamisch nicht außereinander, sondern ineinander, weshalb auch ihre Wirkungen aufeinander dynamisch gar nicht als Fernwirkungen zu betrachten sind. Außereinander sind sie nur in bezug auf die Ausgangspunkte ihrer Kraftäußerungen, die eine verschiedene Exzentrizität im materiell erfüllten Weltraum haben, d. h. in bezug auf die einzigen Punkte, wo sie nicht wirken, also auch nicht sind. Außereinander sind ferner die Körper, die von verschiedenen Atomgruppen konstituiert werden, in bezug auf die von ihnen materiell erfüllten Räume, während die dynamisch erfüllten Räume auch für diese numerisch identisch sind.

Für die physischen Kraftäußerungen ist also die Fernwirkung nichts Wunderbares mehr, weil das Auseinandersein der Kraftzentra durch das Ineinandersein der Kraftäußerungssphären überwunden ist; für die metaphysischen Kräfte aber, die hinter den physischen Kraftäußerungen stehen, verliert der Begriff der Fernwirkung wie jede andere räumliche Bestimmung jeden Sinn, da die Kräfte nur schlechthin unräumlich zu denken sind (Ph. 148—153).

Das Ergebnis dieser Betrachtung ist: Die Kraftäußerung ist entweder Fernwirkung in bezug auf die Ausgangspunkte oder sie ist nicht. Wer Kraftäußerungen nicht entbehren zu können glaubt, muß sich mit der Fernwirkung vertraut machen, da eine dynamische Nahwirkung im strengen Sinne unmöglich ist und die gegen die Fernwirkung sprechenden Vorurteile grundlos sind (Ph. 142, 205).

Die Fernwirkung muß zwiefacher Art sein, anziehend und abstoßend, um die Materie konstituieren zu können. Mit bloß anziehenden Zentralkräften könnte die Welt nur bei dreiachsiger Rotation bestehen; die Tangentialgeschwindigkeit könnte dann als zentrifugaler Impuls die Abstoßung ersetzen, aber auch nur auf molare Entfernungen, während die Erscheinung der Un durchdringlichkeit dabei unerklärlich bliebe. Bloß abstoßende Kräfte ergäben Zerstreuung ins Unendliche. Die Frage ist nur, ob Anziehung und Abstoßung auf verschiedene Zentra verteilt sind, oder ob sie von denselben Zentris auf verschiedene Entfernungen ausgehen. Von diesen beiden Annahmen scheint die erstere einfacher und dem Tatbestand besser entsprechend. Körperatome wirken anziehend, Ätheratome wahrscheinlich abstoßend, so daß der Äther zwischen den Körperatomen dünner ist, als in einem von Körperatomen nicht erfüllten Raume. Zwischen Körperatomen und Ätheratomen wirkt gleichzeitig die Anziehung der ersten und die Abstoßung der letzteren, und zwar überwiegt auf kleinste Entfernungen die Abstoßung, auf größere die Anziehung, weil sie verschiedenen Potenzen der Entfernung umgekehrt proportional sind.

Die Ätheratome sind dielektrisch polarisierbar, können also nicht einfach sein, sondern müssen mindestens aus zwei Zentralkräften entgegengesetzten Vorzeichens zusammengesetzt sein. Ein solches Polpaar muß nach dem Coulombschen Gesetz, falls der Abstand seiner Polpunkte voneinander gegen den Abstand von andern Polpaaren vernachlässigt werden darf, andere gleiche Pol-

paare umgekehrt proportional der vierten, Massenpunkte umgekehrt proportional der dritten Potenz der Entfernung abstoßen, wenn jeder seiner Polpunkte umgekehrt proportional der zweiten Potenz der Entfernung wirkt. Hieraus erhellt, daß die einfachen Zentralkräfte (Uratome) sehr wohl ausnahmslos umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung wirken können, und die Wirksamkeit noch höherer Potenzen erst eine Folge ihrer Kombination sein kann. Daß die Körperatome in viel höherem Maße zusammengesetzt zu denken sind, als die Ätheratome, braucht nur erwähnt zu werden. Der Äther hat negative Schwere auf kleinste Entfernungen, wo zwischen Ätheratomen und Körperatomen die Abstoßung überwiegt, positive Schwere auf größere Entfernungen, wo die Anziehung zwischen beiden überwiegt. Da er aber sehr dünn verteilt ist im Vergleich zu den Körperatomen, so ist bisher sowohl seine negative wie seine positive Schwere für uns unmerklich geblieben. Seine positive Schwere auf große Entfernungen allein verhindert seine Zerstreuung ins Unendliche (Ph. 126—128, 130—131, 137—139).

Die Zentralkraft entfaltet ihre potentielle Kraftäußerung sphärisch kontinuierlich, ohne daß in ihr lineare Kraftstrahlen unterschieden werden dürften; die Summe ihrer gleichzeitigen aktuellen Kraftäußerungen aber entfaltet sie nur nach den Richtungen, wo andere Kraftzentra im Raume anzutreffen sind, deren Gegenwirkung der ihrigen begegnet, also in endlich vielen gradlinigen Kraftstrahlen. Die Summe dieser Kraftstrahlen ist eine „Dynamide“, das physisch Reale, dem eine bestimmte Stellung (Exzentrizität) in dem materiell erfüllten Weltraum und Beweglichkeit zukommt. Die Intensität der Kraftäußerung auf die verschieden weit entfernten andern Kraftzentra ist durch Gesetz geregelt; aber sie ist unbestimmte Intensität vor, beziehungsweise abgesehen von aller Regelung durch das Gesetz.

Die Bestimmtheit des Intensitätsgrades durch das Gesetz ist das Logische, Ideelle, intellektuell Begreifliche an der Natur; das Vorhandensein der Intensität als Nisus, Conatus, Realisationsmacht des Gesetzes nach Maßgabe der Situation ist etwas Unlogisches, intellektuell nicht mehr Faßliches, aber notwendig Vorauszusetzendes. Die gesetzliche Bestimmtheit des kronkreten Einzelfalls entspricht demjenigen, was an der potentiellen Energie die Lage oder Konfiguration zu bedeuten hat, die Realisationsmacht dem, was an ihr Potential, als Vermögen und Streben nach Realisierung des gesetzlich Vorgezeichneten ist. Die Gesetzlichkeit

macht das Sein zu einem System logisch-ideeller Beziehungen; die Kraftintensität wandelt das so bestimmte Beziehungs- system aus einem bloß idealen in ein zugleich reales um, ohne dabei seine logische Idealität zu alterieren. Die konkrete gesetzliche Bestimmung dessen, was in der gegebenen Lage zu geschehen hat, entspricht in der Natur dem, was im Bewußtsein Vorstellung (ideelle Antizipation) heißt, die Intensität des Strebens und Vermögens dem, was im Bewußtsein Wille genannt wird. Gesetz und Kraftäußerungsintensität drücken also in der Sphäre der objektiv-realen Erscheinung dasselbe aus, was in der Sphäre der subjektiv-idealen Erscheinung sich als Vorstellung und Wille darstellt (Ph. 208—209; U. II 116—123, 488—497).

Die aktuellen Kraftäußerungsstrahlen oder Kraftstrahlenbündel oder Büschel, in denen die Zentralkräfte wirken, erzeugen bei ihrer Durchschneidung diejenigen Raumgebilde, welche die synthetische Geometrie untersucht. Man kann daher sagen, die unorganische Natur, die bloß mit Zentralkräften arbeitet, treibt synthetische Geometrie, so aber, daß ihre Strahlenbündel nicht in Ruhe, sondern in Bewegung, und nicht bloß ideelle, sondern reelle dynamische Gebilde sind (K. 168—169). Die aktuellen diskreten Kraftstrahlen reichen nur bis zu den letzten Grenzatomen; die potentiellen, stetig sphärischen überschreiten diese Grenze und gehen ins potentiell Unendliche, setzen aber auch keinen aktuellen, dynamisch erfüllten, sondern nur einen potentiellen, möglichen Raum. Dieser jenseits des dynamisch erfüllten Raumes liegende mögliche Raum wird erst dann und erst so weit aktualisiert, wann und soweit die Grenzatome zu Bewegungen in denselben hinaus gesetzlich genötigt sind; die Grenze des wirklichen Welt- raums gegen den möglichen ist als eine mit den Grenzatomen selbst verschiebbare, fluktuierende zu denken (K. 148—151). Daß der wirkliche, materiell erfüllte Weltraum endlich sein muß, haben wir schon oben gesehen; seine Unendlichkeit wäre nicht nur logisch, sondern auch physikalisch unmöglich. Denn nicht nur würden in diesem Falle die beiden Hauptsitze der Energetik eine nur annähernde Richtigkeit haben, sondern es würde auch die Orientierung der Drehbewegungen nach drei festen Raumachsen wegfallen, und das Gravitationsgesetz gäbe für keinen Ort der Welt mehr einen bestimmten Wert (Ph. 30—31, 81—82, 155).

Solange das dynamische Atom als mathematischer Punkt betrachtet wurde, mußte es unteilbar sein, weil der Punkt unteilbar ist; seitdem wir es als raumsetzende und raumerfüllende Dy-

namide von dem Umfang des materiell erfüllten Weltraumes betrachten und sein Dasein am Zentrum leugnen, taucht die Frage der Teilbarkeit des Atoms von neuem auf. Daß die Dynamide als individuelle Kraftäußerungssphäre nicht extensiv in Stücke zerschnitten werden kann, ohne dem Gesetz ihrer Wirksamkeit zu widersprechen, ist selbstverständlich. Aber auch intensiv kann sie nicht geteilt werden, und zwar nicht etwa bloß, wie das Korpuskelatom, weil wir keine Kraft angeben können, die diese Teilung vollbringen könnte, sondern vielmehr, weil ihre Teilung durch eine innerweltliche, physische Kraft unmöglich ist. Man kann sich wohl eine Dynamide der Intensität nach in zwei halb so starke Dynamiden geteilt denken, aber sie würden immer untrennbar in derselben Exzentrizitätslage vereinigt bleiben, also den Eindruck einer ungeteilten Zentralkraft machen. Denn jede physische Kraft, die auf die eine Hälfte wirkt, muß auf die andere Hälfte genau ebenso wirken, so daß beide stets gemeinsam ihren Ort verändern. Eine metaphysische Macht hätte freilich statt der einen ganzen Kraft zwei halb so starke von Beginn des Prozesses an an verschiedene Orte setzen können, wenn das teleologisch gefordert gewesen wäre, aber das kommt für die Dauer des einmal bestehenden Weltprozesses nicht mehr in Betracht. So erledigen sich durch den Dynamismus ungezwungen die beiden Kantschen Antinomien betreffs der Endlichkeit oder Unendlichkeit der materiellen Welt und betreffs der endlichen oder unendlichen Teilbarkeit der konstituierenden Elemente der Materie (Kn. 197—215).

Der reale Raum ist nicht vor den realen dynamischen Beziehungen gegeben, sondern wird erst durch diese gesetzt. Die Kraftäußerung ist das genetische Prius des realen Raumes. Die Kraftäußerungen verschiedener Zentralkräfte könnten aber nicht einen gemeinsamen Raum produzieren, wenn sie gesonderte metaphysische Substanzen oder Funktionen wären. Sie würden sich so wenig als Wirkung und Gegenwirkung finden und treffen, wie etwa zwei Kometen sich treffen könnten, die gleichzeitig in zwei realen Räumen verschiedener, beziehungsloser Absoluta herumflögen. Da die potentielle Kraftäußerung aber erst durch das Sichfinden mit der ihr entgegenkommenden Kraftäußerung aktuell und wirklich wird, so sind reale dynamische Beziehungen überhaupt nur dann möglich, wenn die Zentralkräfte Glieder einer einheitlichen Weltkraft und die potentiellen Kraftäußerungssphären oder Dynamiden Glieder einer einheitlichen dynamischen Universalfunktion sind.

Wäre jede Dynamide eine gesonderte Funktion für sich, so

würden zwar so viel potentielle Räume gesetzt, wie Dynamiden sind; aber ein einheitlicher, für alle gemeinsamer, aktueller, objektiv realer Raum käme nicht zustande. Um diesen zu produzieren, müssen nicht nur die Dynamiden Glieder einer dynamischen Universalfunktion, sondern auch ihre potentiellen, möglichen, bloß ideellen Räume alle zusammen ein einziger ideeller Raum sein. Wie die in sich vielheitlich gegliederte dynamische Universalfunktion das Prius des realen Raumes sein muß, so muß wiederum der einheitliche ideelle Raum das Prius der dynamischen Beziehungen sein, weil diese dynamischen Beziehungen auf der verschieden exzentrischen Stellung der Kraftzentra im Raum beruhen und diese nur ideell, durch gesetzliche Bestimmung der Anfangskonstellation, geregelt sein kann. Viele ideelle Räume in den vielen Dynamiden würden ebensowenig reale dynamische Beziehungen zwischen diesen ermöglichen können, wie etwa die gleichzeitigen Träume zweier Freunde, sich besuchen zu wollen, diese einander näher bringen, oder die zweier Feinde, sich zu bekämpfen, ihnen Wunden beibringen (K. 152—164).

So weist der Dynamismus gebieterisch auf die Einheit der Weltkraft und der absoluten Idee zurück, d. h. in die monistische Metaphysik. In der Sphäre der Natur jedoch hat er es immer nur mit der Vielheit der Dynamiden zu tun. Ein nicht individualisierter, nicht atomistischer Dynamismus ist physikalisch und naturphilosophisch gleich unbrauchbar, weil er die Opposition der realen Beziehungen vermissen läßt und der Rechnung keine Handhabe gewährt (Au. 526—541). Ein stofflicher Atomismus kann physikalisch bis zu einem gewissen Grade brauchbar erscheinen, verwickelt aber in unlösliche naturphilosophische Widersprüche. Der atomistische Dynamismus wird den Ansprüchen der Physik und Naturphilosophie in gleichem Maße gerecht. Mit der Energetik stimmt er darin überein, daß die konstituierenden Elemente der Materie nicht stofflich, mit der Hylokinetik darin, daß sie punktuell sind und daß ihre Zahl den Extensitätsfaktor der mechanischen und der strahlenden Energie ausmacht. Aber der atomistische Dynamismus unterscheidet sich wiederum darin von der Energetik, daß er die Energien nicht als die Urbestandteile der Materie selbst auffaßt, sondern als komplizierte Produkte derselben, und darin von der Hylokinetik, daß er die Realität der Urelemente der Materie nicht in den punktuellen Atomen, sondern in den von ihnen ausgehenden Kraftstrahlenbüscheln oder dynamischen Beziehungen sucht (Ph. 204—205).

C. Die organische Natur.

I. Das Organische in seinem Verhältnis zum Unorganischen.

Ist alles Unorganische ein bloßer Niederschlag aus organischen Naturprozessen, oder haben beide von jeher nebeneinander bestanden, oder hat das Organische sich aus Unorganischem entwickelt? Alle drei Ansichten über diese Prioritätsfrage haben ihre Vertreter gefunden.

Schelling lehrte, daß die Natur ein Allorganismus sei. Fechner betrachtete die einzelnen Himmelskörper als kosmorganische Gebilde, die durch „bezugsweise Differenzierung“ Unorganisches und organische Sondergebilde aus sich hervorbringen, z. B. insulare Meeresgeschöpfe und wolkenartige Luftindividuen, die weiterhin Infusorienstaub von sich abspalten. Wie dieser Übergang vom Kosmorganischen zum Molekularorganischen sich vollziehen soll, bleibt ebenso unklar wie der kosmorganische Zustand selbst, der kalt und dunkel oder heiß und licht gewesen sein kann. Preyer entscheidet sich für das letztere, d. h. er faßt das Kosmorganische im Sinne von Flammenorganismen auf. Aber der Vergleich der Flamme mit dem Organismus zeigt den Unterschied, daß nur der letztere sich spontan ernährt und teilt, die erstere nur passiv ernährt und geteilt wird. Auch ist der Übergang von Flammenorganismen zu Plasmaorganismen unmöglich, weil durch eine breite Kluft der Temperatur geschieden, innerhalb deren keine von beiden Arten bestandfähig ist (Le. 178—184).

Der Schellingsche Gedanke bleibt insoweit richtig, daß die Natur nicht bloß eine kausale, sondern auch eine teleologische Einheit ist, in der alles Einzelne durch das Ganze bestimmt und auf dieses bezogen ist, daß die organischen Individuen dieses Verhältnis zwischen Ganzem und Teilen mikrokosmisch in sich wiederspiegeln, und daß das Unorganische seine Daseinsberechtigung nur im Dienste des Organischen hat. Aber organische Individuen können sich erst zwischen bestimmten Temperaturgrenzen bilden, und es ist vergeblich, nach Flammenorganismen

oder feuchten Wolkenorganismen auszuspähen, die nichts dazu beitragen können, die Entstehung der Plasmaorganismen zu erklären.

Die Annahme, daß Organisches und Unorganisches von jeher nebeneinander bestanden haben, ohne daß eines aus dem andern entstehe, schiebt das Wunder der Entstehung des Organischen auf den Zeitpunkt der Weltschöpfung zurück und verlangt den Nachweis der Möglichkeit, daß Organismen von einem Weltkörper auf den andern hinüberwandern. Denn auf jedem Weltkörper können Organismen nur in einer kurzen Zeitspanne seiner Lebensdauer bestehen; sie müssen einwandern aus Gebieten, wo sie bestehen konnten und von ihm auf neue Schauplätze übertragen werden, bevor sie auf ihm zugrunde gehen. Die Übertragung soll entweder durch Schwimmen in der Atmosphäre oder durch Meteoriten geschehen; beides scheint aber unmöglich, und damit wird diese ganze Hypothese hinfällig.

Staubteilchen von Lavaasche können durch Vulkanauswürfe hoch emporgeschleudert werden, enthalten aber keine organischen Keime; organische Staubteilchen werden auf der Erde nicht über eine Meile hoch gelangen. Der Austausch zwischen der Erdatmosphäre und der Atmosphäre unsres Planetensystems dürfte aber nicht näher als 10 Meilen an die Erdoberfläche heranreichen, so daß organische Staubteilchen niemals Aussicht haben, die Erde zu verlassen. Würden der Erde solche durch die Atmosphäre des Planetensystems zugeführt, so müßten sie bei der Eigengeschwindigkeit der Erde in den dichteren Schichten der Erdatmosphäre notwendig verbrennen, ehe sie zur Erdoberfläche gelangten.

Auch kleinere Meteorsteine verbrennen, größere zerplatzen, und nur die größten ihrer Bruchstücke gelangen mit stark erhitze Oberfläche zur Erde. Keime könnten nur in tiefen und durch Detritus verstopften Spalten vor dem Verbrennen bewahrt bleiben, wenn nur nicht gerade solche Spalten die Meteore zum Zerspringen brächten. Auch dann könnten nur Dauersporen von Spaltalgen und Spaltpilzen in Betracht kommen, die hohe Kältegrade vertragen, wenngleich es zweifelhaft ist, ob sie die Kälte des Welt- raums vertragen können. Sie müßten ferner durch ungeheure Zeiträume keimfähig bleiben, nämlich von der Zeit, wo ihr Himmelskörper bewohnbar war, bis zu der Zeit, wo er, in Meteore zerspalten, mit einem andern eben erst bewohnbar gewordenen Himmelskörper zusammenstößt. Nach allen unsern Erfahrungen

nimmt aber die Keimfähigkeit von Dauersporen mit der Zeit schnell genug ab, und die Keimfähigkeit von Mumienweizen gehört ins Bereich der Fabel. Wäre aber wirklich eine keimfähige Dauerspore in einer Meteorpalte unverbrannt auf die Erde gelangt, so dürfte sie auch beim Aufschlagen und Zerplatzen des Meteors nicht beschädigt oder erhitzt, aber doch aus ihrem Gefängnis befreit werden und müßte in Bedingungen gelangen, die denen ähnlich sind, unter welchen ihre Vorfahren gelebt haben. Sie dürfte also nicht ins Meer fallen, was doch das Wahrscheinlichste ist, weil Meeresbewohner nicht solche Dauersporen hervorzu bringen pflegen, müßte dagegen die Feuchtigkeit, den Luftdruck, die Temperatur und Belichtung, die Sauerstoffmenge und die Nährstoffe vorfinden, an die sie auf ihrem Weltkörper angepaßt war. Und selbst wenn es einem solchen eingewanderten Keime ausnahmsweise gelänge, sich zu einem fortpflanzungsfähigen Organismus zu entwickeln, so wäre doch der Weg von einer Spaltalge oder einem Spaltpilz bis zu den höheren Säugetieren noch viel weiter und wunderbarer als der von einem Molekül zur Spaltalge oder zum Spaltpilz. Von einer regelmäßigen Verbreitung des Organischen über alle Wohnplätze auf diesem Wege kann niemals die Rede sein (Le. 184—189).

Aus unorganischer Materie kann das Organische von selbst, d. h. nach unorganischer Gesetzmäßigkeit allein, nicht entstehen; denn erstens entstehen labile Verbindungen von bedeutender chemischer Spannkraft nicht von selbst aus stabilen, und zweitens entstehen aus organischen chemischen Verbindungen von selbst keine Organismen mit ihrer organischen Struktur. Wasser, Kohlensäure und Salpetersäure können nur durch Energieaufwand desoxydiert werden, der aus Sonnenstrahlung oder aus Verbrennung von Ammoniak oder Schwefelwasserstoff geschöpft werden kann. Sonnenstrahlung kann nur durch komplizierte Katalysatoren (wie Blattgrün) in chemische Energie umgewandelt werden; Ammoniak stammt selbst erst aus organischen Resten, und von Schwefelwasserstoffverbrennung leben nur die niedrigen Schwefelbakterien, die entweder eine rudimentäre Rückbildungsstufe anderer Bakterienarten oder einen abgesonderten Zweig des organischen Reiches darstellen. Um den Energiestrom so zu leiten, daß er aus Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure und Stickstoff, Albumine und Proteine bildet, dazu sind entweder künstliche oder organische Maschinenbedingungen nötig, wie sie vor Entstehung der Organismen auf der Erde unmöglich waren; ins-

besondere ist der chemische Bau der Katalysatoren allemal selbst schon komplizierter als derjenige der Stoffe, die mit ihrer Hilfe hergestellt werden. Die brennbaren Stoffe müssen bei der allmählichen Abkühlung der Erde stets zu den höchsten stabilen Oxydationsstufen verbrannt sein, ohne daß mittlere Zwischenstufen, wie Kohlenoxyd, salpetrige Säure und Pflanzensäure, Bestandsfähigkeit gehabt hätten.

Denkt man sich die Urorganismen noch so einfach und von submikroskopischer Kleinheit, so müssen sie doch, um leben und ihre Art erhalten zu können, die Fähigkeit der Assimilation, Dissimilation, der Atmung, Ernährung, des Wachstums, der regulatorischen Selbsterhaltung, der Zusammenziehung und Ausdehnung, der aktiven Anpassung und der Selbstteilung schon von Anfang an besessen haben. Diese Fähigkeiten kommen aber keiner wenn auch noch so komplizierten chemischen Verbindung als solchen zu, sondern erfordern zugleich eine gewisse organische (mikroskopische und submikroskopische) Struktur, die nicht mehr aus der chemischen Beschaffenheit allein folgt. Es gibt Proteine und Albumine, die noch im Dienste des Lebens stehen, und solche, die aus ihm ausgeschieden sind; nur die ersteren besitzen die organische Struktur, die sie zum Dienste des Lebens geeignet macht, während die letzteren sie rasch einbüßen, sie aber wieder erlangen können, wenn sie von einem lebenden Organismus aufs neue assimiliert werden (Le. 189—194).

Wenn nun das Organische weder das Prius des Unorganischen, noch mit ihm gleich ewig sein, noch auch nach unorganischer Gesetzmäßigkeit von selbst aus ihm hervorgehen kann, und doch aus ihm hervorgegangen sein muß, so bleibt nur noch die Möglichkeit übrig, daß es mit Hilfe höherer, ordnender, leitender und organisierender Kräfte aus ihm hervorgegangen ist. In porösen Oberflächenschichten (Sand, Lehm), wo die Molekularkräfte der festen, flüssigen und gasförmigen Körper zusammenwirken können, scheint bei genügender Wärme der günstigste Boden für die erste Entstehung des Lebens zu sein. Die Vorzeit mag durch reicheren Gehalt der Luft an Wasser, Kohlensäure und Salpetersäure den ordnenden Kräften die nötigen Materialien noch bequemer zur Verfügung gestellt haben, wogegen die Sonnenstrahlung durch die Dunstigkeit der Luft und stärkere Bewölkung mehr behindert war.

Die einmal gewonnene Basis der Organisation machte fortgesetzte Urzeugung überflüssig, selbst bei Fortdauer gleich günstig.

stiger Bedingungen für dieselbe. Die Natur benutzt überall die einmal errungenen Hilfen als Sprossen auf der Leiter des Aufstiegs und verschmäht es aus Zweckmäßigkeitsgründen, unnötigen Kraftaufwand zu vergeuden, wenn sie mit geringerem zum Ziele gelangen kann. Deshalb ist es nicht nur müßig, in der Gegenwart nach Urzeugung zu suchen, abgesehen davon, daß ihre unmittelbaren Ergebnisse sich durch submikroskopische Kleinheit der optischen Wahrnehmbarkeit entziehen müßten; es ist auch eine Verkennung des Prinzips des kleinsten Kraftaufwandes in der Natur, ihre Fortdauer hypothetisch anzunehmen. Die Unmöglichkeit der Urzeugung ohne organisierende Kräfte oder Vitalagens oder Lebensprinzip ist ein starker Beweisgrund für die Existenz eines solchen. Dieser Grund würde selbst dann übrigbleiben, wenn leitende und ordnende Kräfte für die Erhaltung, Fortpflanzung und Höherentwicklung der einmal entstandenen Organisation überflüssig wären; er erleichtert die Annahme, daß die einmal existierenden und bei der Urzeugung mitwirkenden Kräfte auch später nicht jede Betätigung eingestellt, sondern nur auf abweichende Ziele gerichtet haben (Le. 194—196; U. II 213—221, 540—541; U. III 77).

Der Unterschied des Organischen vom Unorganischen liegt weder im Stoff, noch in der Form, noch in einer bestimmten Verbindung beider, noch auch in der bloßen Erhaltung der Form im Wechsel des Stoffes, sondern in der Aktivität, mit welcher der Wechsel des Stoffes zur Erhaltung der Form herbeigeführt, und in der Veränderung der Form, durch welche diese etwaigen veränderten Stoffwechselbedingungen angepaßt wird.

Daß die organischen chemischen Verbindungen zum Teil auch außerhalb des Organismus künstlich dargestellt werden können, ist bekannt, und mit jedem Fortschritt der synthetischen Chemie erweitert sich das Bereich der künstlich darstellbaren organischen Stoffe. Aber auch die Formen der einfacheren organischen Gebilde kommen schon in der unorganischen Natur vor. Wo zwei Flüssigkeiten verschiedener Zähigkeit, z. B. Luft und Seifenschaum oder zwei verschieden konzentrierte Lösungen desselben Salzes, miteinander in Berührung treten, da entstehen durch die Molekularkräfte Oberflächenspannungen mit oder ohne elektrische Spannung, die zur Abrundung in Bläschen oder Schläuche führen. Diese können in allen möglichen Übergangsformen, Verknüpfungen und ineinanderlagerungen auftreten, durch Strömungen und Wirbel verbogen und schraubenförmig gedreht werden. So entstehen perl-

schnurartige Gebilde, Bläschen mit fußartigen oder geißelförmigen Hervorragungen, Schneckenformen, Wendeltreppen und pfropfenzieherartige Gestalten, Bläschen mit Kernen oder Körnchen, konzentrische Schichtungskörper, brombeerartige Kolonien und zentrifugale Strahlungsgebilde oder Büschel. Die Schlauchverzweigungen bilden die Grundlage zu Kristallbäumen, Kristallskeletten oder Dendriten, die Schlauchbüschel zu den Trichiten und Sphärokristallen erster Art, die Bläschenkolonien zu den Myelinformen und den Sphärokristallen zweiter Art. Alle diese Formen haben ihre Analogien im Pflanzen- und Tierreich.

Wenn durch einen größeren Flüssigkeitsabschnitt gleichmäßige Verhältnisse walten, lagern sich die Bläschen so zusammen, daß ihre Wände sich stützen und der Verschiebung durch ihre Zähigkeit einen gewissen Widerstand leisten, d. h. sie bilden einen Schaum, der früher oder später erstarrt. So bildet z. B. Kieselsäure drei Arten natürlicher erstarrter Schäume, Tabaschir, Hydrophan und porzellanartigen Kieselsäureschaum. Schäume, deren Bläschen mikroskopisch klein sind, heißen Gallerten, und zwar flüssige oder feste Gallerten, je nachdem ihre Schaumwände noch flüssig oder schon erstarrt sind. Geht die Erstarrung langsam vor sich, so stellen sich die Schaumlamellen je nach dem Verhältnis ihrer Oberflächenspannung in Winkel von 90, 120, 45 usw. Grad zueinander ein und liefern die Raumgitterschemata der Kristallisation, während bei rascher Erstarrung die Wände in allen möglichen Winkeln zueinander stehen und die Masse amorph wird. Bei kristallisierenden Lösungen, deren Schaumbläschen einen Durchmesser von mehr als 0,00025 mm haben, sind die organoïden Vorstufen der Kristallisation unter dem Mikroskop zu beobachten; bei den übrigen entziehen sie sich der Wahrnehmbarkeit und können nur nach Analogie vermutet werden.

Wie die Bläschenbildung durch Vermittelung der festen Gallerten die Grundlage der Kristallisation bildet, so durch Vermittelung der flüssigen Gallerten die Grundlage des Lebens. Erstarre Gallerten dienen in den Organismen nur als Stützgerüste, aber nicht als unmittelbare Träger der Lebensvorgänge; selbst in den kleinsten Plasmakörnchen mögen solche Stützgerüste vorkommen, bevor die Körnchen ganz erstarrt und durch Mauserung abgestoßen und durch neue ersetzt werden. Die Stoffwechselvorgänge des Lebens sind chemischer Art, also an flüssige Stoffe gebunden und damit von der osmotischen Durchgängigkeit der Schaumwände abhängig, die mit ihrer Erstarrung aufhört.

Jede Flüssigkeit, die sich in Fäden ziehen läßt, zeigt dadurch an, daß sie eine flüssige Gallerte ist; denn nur solange die Schaumwände noch flüssig sind, können sie gedehnt werden und mit anderen verschmelzen. Die meisten unorganischen Gallerten sind zu Lebensträgern ungeeignet, weil sie zu rasch erstarren; die langsamer erstarrenden, wie die Kieselsäure, sind nicht zu so mannigfachen chemischen Umsätzen geeignet wie die organischen aus Leim, Stärke, Eiweiß. Deshalb sind diese besonders geeignet zur Grundlage von Lebensvorgängen, weil sie die hinreichende Zeit gewähren, um erstarrende Teile durch neu gebildete Gallerten zu ersetzen und in diesem beständigen Kampf des Lebens gegen das Unbrauchbarwerden seiner stofflichen Grundlagen ihm den Sieg durch stete Mauserung und Verjüngung zu sichern.

Es gibt auch unorganische Gebilde, deren Form sich im Wechsel des Stoffes erhält, z. B. Wasserfall, Springbrunnen, Flamme. Aber für so lange, als die Bedingungen konstant sind, sind sie es ohne Zutun des Gebildes. Das Wasser strömt dem Wasserfall und Springbrunnen zu, ohne daß diese sich um seine Aufsuchung bemühen oder die ihnen zusagende Nahrung aus nichtzusagender auswählen; das Flußbett, das Röhrensystem ist beiden von außen gegeben. Die Flamme braucht, um eine einigermaßen beständige Form innezuhalten, künstliche Vorkehrungen, wie Docht oder Brenner, und eine gleichmäßige Beschickung mit Brennmaterial. Eine Teilung der Form kann nur durch äußere Umstände herbeigeführt werden, nicht durch Selbsttätigkeit des Gebildes; ebenso können Vorkehrungen zur Selbstregulierung wohl künstlich hinzugefügt, aber nicht durch aktive Anpassung der Gebilde hervorgebracht werden.

Wenn ein Tropfen, der von einer festen Spitze herabhängt und durch langsamen Zufluß von Flüssigkeit allmählich anschwillt, sich endlich teilt, so erfolgt diese Teilung von außen her, weil die Oberflächenspannung nicht mehr ausreicht, der Schwere der wachsenden Flüssigkeitsmenge das Gleichgewicht zu halten. Wenn dagegen eine organische Zelle sich teilt, so geht der Impuls zur Teilung von innen, vom Zentralkörperchen aus und von diesem auf den Kern und das Fäldchengewebe über und hängt keineswegs von Überernährung ab, sondern erfolgt oft im Hungerzustande mit Rücksicht auf die Erhaltung des ganzen Organismus oder der Art. Ein stehender Leimtropfen hat infolge der Schwere oben die dünnste Abschlußwandung und wächst daher bei weiterer Wasseraufnahme schlauchartig nach oben der Schwere entgegen,

weil in dieser Richtung der osmotische Druck den geringsten Widerstand an der Wandung findet; aber es fehlt das Leben, weil jeder Stoffwechsel fehlt (U. II 537—540).

Ein Chloroformtropfen löst Schellackstaub in sich auf, stößt aber mit diesem vermischte unlösliche Teilchen wieder aus. Wie das Wachsen des Leimtropfens nach oben dem Pflanzenwachstum ähnelt, so diese Hereinziehung des Löslichen und Ausstoßung des Unlöslichen durch den Chloroformtropfen der Verdauung und Ausscheidung. Aber auch hier findet kein Stoffwechsel statt, wie in der Zelle, die ihre eigenen durch Erstarrung unbrauchbar gewordenen Bestandteile ausscheidet, also sich selbst beständig abbaut und wieder aufbaut. Solche Ähnlichkeiten zwischen Organischem und Unorganischem gehen nicht über die von Menschen und Marionetten oder von einer wirklichen und der Vaucaonschen automatischen Ente hinaus, die auch fraß und entleerte. Sie können aber gleichwohl dazu beitragen, das Verständnis der mechanischen Grundlagen des Lebens zu fördern.

Wenn irrtümlich für entscheidend gehaltene Unterschiede zweier Gebiete sich als hinfällig erweisen, so taucht allemal zunächst die Neigung auf, die Grenzen beider Gebiete völlig zu verwischen, anstatt nach den wahren Unterschieden zu suchen. So war es, als es Woehler gelang, den Harnstoff synthetisch darzustellen, so jetzt wieder, wo die Einsicht in die organoïden Formen im Unorganischen nicht mehr zurückzuweisen ist. Einerseits sieht man darin die Besiegelung der mechanistischen Weltanschauung, und andererseits deutet man die mikroskopischen Gestalten unberechtigter Weise im Sinne der Funktionen, denen sie bei Organismen dienen. Einschlüsse in unorganischen Bläschen bedeuten z. B. etwas ganz anderes als Kern und Körnchen in einer Zelle, und ihre Entleerungen bei zufälligem Platzen der Hülle haben bei aller äußerer Ähnlichkeit nichts mit dem Austritt von Schwärmsporen zu tun. Bei den unorganischen Bläschen ist alles von außen durch die Spannungsverhältnisse der zusammenstoßenden Oberflächen bestimmt, und alle Gebilde sind nur An- und Ineinanderlagerungen gereckter, gedrehter und deformierter oberflächlicher Hüllen. Bei den organischen Zellen spielt dagegen die äußere Hülle nur eine nebенächliche Rolle; alles ist vielmehr durch die Struktur der inneren Teile bestimmt, auch die chemische Beschaffenheit der Säfte, von der die Hüllbildung abhängt. Bei unorganischen Bläschen hängt alle Bestimmtheit der Formbildung von final zufälligen äußeren Umständen ab, und die Teile

stehen untereinander nur in kausalen, physikochemischen Beziehungen; bei Zellen dagegen dient alle Formbildung der Funktion, und die Funktionen der Teile stehen untereinander und zu dem ganzen Formgebilde auch in finaler Beziehung.

Bei den unorganischen Bläschen strebt das labile Gleichgewicht nach Stabilisierung in erstarrten Schäumen, festen Gallerien, krystallinischem oder amorphem Bau; bei den organischen Gebilden strebt es nach seiner Erhaltung durch steten Stoffwechsel, Mauserung und Fortpflanzung. Will man die äußere, eben anschließende Schicht des in der Mutterlauge wachsenden Kristalls lebendig nennen, so lebt sie doch nur dem Tode, während der neueste Jahresring des Baumes dem Leben lebt, d. h. der Erhaltung und Fortpflanzung des ganzen pflanzlichen Organismus. Die Organismen benutzen die in der unorganischen Natur vorgefundenen Formen ebenso wie die in ihr vorgefundenen Stoffe und Gesetze, aber sie bilden die Formen und Stoffe nach ihren Zwecken um, indem sie ihre eigene organische Gesetzlichkeit über die unorganische überlagern. Schon die einzelligen Organismen bilden Formen aus, die in der unorganischen Natur kein Analogon haben; noch mehr differenzieren sich die mehrzelligen Organismen in ihren Formen, und wenn die ortsbeständigen Pflanzen noch an Kristallbäume erinnern, so entfernen sich die beweglichen Tiergestalten um so mehr von den unorganischen Vorbildern, je höher das Bewußtsein in ihnen entwickelt ist (Le. 196—209).

Um den Organismus mit Hilfe unorganischer Analogien zu begreifen, hat man ihn bald als Wärmekraftmaschine, bald als System osmotischer oder elektrischer Vorgänge, bald als chemische Fabrik zu deuten gesucht. Gewiß mit Recht, insofern er jedes von diesen wirklich ist, aber mit Unrecht, sofern das Wesen des Lebens in einem von diesen oder in ihrer Verbindung gesucht wird. Der Organismus benutzt thermodynamische, osmotische, elektrische und chemische Vorgänge, aber sein Leben erschöpft sich nicht in ihnen, sondern er ist mehr als sie alle, und zeigt das dadurch, daß er sie in ganz anderer Weise verwendet, wie sie in der unorganischen Natur und in der Technik vorkommen. Seine Aktivität, oder was dasselbe sagt, seine Lebensbetätigung liegt gerade in der Art und Weise, wie er alle diese unorganischen Vorgänge vorbereitet, ordnet und leitet, und sie dadurch seinen Zwecken dienstbar macht.

Das Tier kann bis zu 20% des Wärmewertes seiner Nahrungs-

mittel in mechanische Arbeit umsetzen, die Pflanze nur einen verschwindend kleinen Prozentsatz; dagegen nutzt das Tier seine stickstoffhaltigen Maschinenteile mit oder ohne Arbeitsleistung ziemlich gleichmäßig ab und scheidet Stickstoff aus, die Pflanze fast gar nicht. Auf die Pflanze paßt also der Vergleich des Organismus mit der Wärmemaschine fast gar nicht, nur auf das Tier; bei diesem aber ist es wunderbar, daß es seine Maschinenteile beständig verbrennt und neubildet, von den zugeführten Brennstoffen aber nur so viel, als es jeweilig braucht, und den Rest zwischen den verbrennenden Maschinenteilen im Brennraum selbst als Vorrat einlagert. Diese Auffassung verleitet ferner zu dem Irrtum, den Wert der verschiedenen Nahrungsmittel für den Organismus ihrem Brennwert proportional zu setzen; der Organismus selbst dagegen schätzt die Nahrungsmittel in erster Reihe nach ihrem Bauwert ein, der ein ganz anderer als ihr Brennwert ist. Es gibt Brennstoffe, die im Organismus wirklich verbrannt werden und doch keinerlei Nährwert besitzen, d. h. andere Brennstoffe nicht ersetzen können; solche sind z. B. Alkohol, Glyzerin, Milchsäure, verschiedene Pflanzensäuren und Harnsäure. Der Organismus verbrennt alle Brennstoffe bei einer ungewöhnlich niedrigen Temperatur, verbrennt immer nur einen seinem Bedarf entsprechenden Teil der im Brennraum aufgespeicherten Brennstoffe, läßt aber diesen Verbrennungsvorgang in den Muskeln auf innere Reize (motorische Nervenimpulse) explosionsartig auflodern und schützt dabei doch den Rest des Brennvorrats und die leichter verbrennlichen Maschinenteile vor Mitverbrennung. Durch alle diese Umstände steht der thermodynamische Vorgang im Tierkörper außer aller Analogie zu demjenigen in den Wärmemaschinen der Technik.

Die osmotische Theorie scheint besser auf die Pflanzen als auf die Tiere zu passen, weil nur bei den ersteren die Zellen der Regel nach durch osmotische Hämpe gegeneinander abgegrenzt sind. Aber auch hier gehorcht der Saftdruck und das Zellwachstum keineswegs bloß den osmotischen Gesetzen, sondern außerdem noch ganz anderen organischen Gesetzen, die sich über die osmotischen überlagern. Saftwanderung und Wachstum erfolgen meist nur in bestimmten Richtungen, während der osmotische Druck alle Teile der Zellwand gleichmäßig trifft. Bei der Osmose ist der Durchtritt wechselseitig, bei den Zellen oft nur einseitig, und an verschiedenen Stellen derselben Zelle kann er verschieden sein. Die Zellwand übt eine zweckmäßige Auswahl

in den Stoffen, die sie ein- und austreten läßt, und begrenzt die Menge des Eintritts; sie produziert oft erst die Stoffe, die sie ausscheiden will, und ihre Aufnahme und Ausscheidung wird durch Temperaturveränderung anders beeinflußt als die Osmose. Wurzelspitzen und Vegetationspunkte ohne Zellhöhlen zeigen doch eine lebhafte Aufsaugung. Wasser dringt in die Darmwand 26mal schneller ein als nach den Gesetzen der Osmose. Vom Darm- und Nierenepithel werden sogar ungelöste Stoffe, wie Fett und Eiweiß, aufgesogen und weitergegeben. Die Drüsensekrete gar sind umgewandelte und verflüssigte Drüsenzellen, die durch neue ersetzt werden.

Auch die lange Zeit beliebten Analogien zwischen Nervenstrom und elektrischem Strom, Drüsenabsonderung und elektrischer Osmose gelten jetzt nicht mehr als haltbar. Die Leitungsgeschwindigkeit in Nerven beträgt nur einige Zentimeter bis 30 m in der Sekunde; geschlossene Stromkreise sind im Organismus nicht nachweisbar, elektrische Ströme in undurchschnittenen Muskeln höchst zweifelhaft. Die Nerven leiten Elektrizität nicht besser als andere Gewebe, bleiben aber elektrische Leiter, auch wenn sie unterbunden werden und dadurch aufhören, Nervenimpulse zu leiten. Die Markscheiden sind keine elektrischen Isolatoren. Die Muskeln zucken auf andere Reize ebenso wie auf elektrische. Überall, wo Saftströme im Organismus sich an Wänden reiben und chemisch verschiedene Stoffe sich berühren, müssen natürlich auch elektrische Spannungen entstehen, die sich ausgleichen. Sie können in besonderen Organen gesteigert und in den Dienst des Lebens gestellt werden, wie z. B. bei den elektrischen Rochen und Aalen. Daß aber das Leben selbst in elektrischen Vorgängen bestehe, darf heute als ein völlig überwundener Irrtum gelten.

Der Organismus ist ein chemisches Laboratorium; denn sein Hauptgeschäft besteht darin, chemische Veränderungen hervorzubringen. Dies bewirkt er mit Hilfe von Fermenten, die er im geeigneten Augenblick aus vorbereiteten und richtig verteilten Profermenten bildet. Aber woher kommt die Vorbereitung und richtige Verteilung der Profermente? Wodurch werden sie hergestellt, ohne daß wir mit dem Rückgang auf weitere Fermente in einen unendlichen Regressus geraten? Irgendwo muß doch dieser fehlerhafte Zirkel dadurch unterbrochen werden, daß chemische Vorgänge durch höhere, ordnende Kräfte zur Bildung von geeigneten Fermenten planmäßig geleitet werden! Ebenso muß

bei der thermodynamischen Theorie der Bau der Wärmemaschine durch noch andere als bloß thermodynamische Vorgänge, bei der osmotischen Theorie der Bau der osmotischen Membranen von bestimmter Durchlässigkeit durch noch andere als bloß osmotische Prozesse, bei der elektrischen Theorie der Bau der elektrischen Kraftquelle und ihrer Leitungen durch andere als bloß elektrische Erscheinungen bewirkt worden sein.

Der Organismus ist eine chemische Fabrik, aber eine solche, die ihre Tiegel und Retorten beständig zerstört, verbrennt, ausscheidet und durch neugebildete ersetzt. Die Nahrungsmittel, die im Körper verbrannt werden, ohne vorher in ihn eingebaut worden zu sein, mögen (wie die Kohlen im Ofen) zur Erwärmung des Körpers ihren Beitrag liefern, aber schwerlich (wie die Kohlen unter dem Dampfkessel) zu seinem Umsatz von Wärme in Arbeit. Warum derselbe Reiz den Organismus zur Selbstzerstörung und Selbstwiederherstellung anregt, und warum für den Wiederaufbau die noch nicht assimilierten Nährstoffe vor den bereits assimilierten Bestandteilen bevorzugt werden, bliebe uns ganz unverständlich, wenn wir nicht wüßten, daß das Abgebaute eine schon im Erstarren begriffene oder doch der Erstarrung näher gerückte, das neu Einzubauende aber eine der Erstarrung noch ferner stehende flüssige Gallerte ist. Die Mauserung oder Metabolie ist in den Tieren und Pflanzen ebensowohl ein Mittel zur Erhaltung des Lebens durch Abwehr der Erstarrung, wie sie nebenbei in den Tieren ein Mittel zum thermodynamischen Umsatz ist; in beiderlei Hinsicht dient sie dem Leben, aber sie ist nicht das Leben. Keine chemische Verbindung ist als solche schon lebende Substanz; lebend heißt die materielle Substanz nur, sofern sich das Leben in ihr abspielt, aber es gibt keine lebende materielle Substanz in dem Sinne, daß sie mehr als Träger, daß sie Produzent des Lebens wäre. Jede jeweilig gegebene chemische Verbindung im Organismus kann Durchgangspunkt des Lebens sein, insofern sie Ergebnis voraufgegangener Lebenstätigkeit ist, und zum Stützpunkt und mechanischen Hilfsmittel nachfolgender Lebenstätigkeit wird; aber das Leben selbst wurzelt weder in ihr, noch erschöpft es sich in den rein chemischen Vorgängen, die vielmehr auf eine sie leitende Lebenstätigkeit zurückweisen (Le. 101—113).

II. Das Leben der Zelle.

Die Zelle ist der Mikrokosmos des Lebendigen als individualisiertes Plasma. Es gibt viele hüllenlose und manche kernlose

Zellen; deshalb sind Zellhülle und Zellkern erst sekundäre Bildungen zum Abschluß nach außen, beziehungsweise zur Konzentration der Körnchenfunktionen. Das Zellplasma besteht aus kontraktilen Fäden von festerem Bau und aus einer mehr flüssigen Zwischensubstanz, die von ihnen durchsetzt ist und zum Teil schaumige Struktur erkennen läßt. Es schließt ferner saftefüllte Hohlräume von veränderlicher Größe, noch unverdaute Nahrungsmittel, Nährstoffvorräte und noch nicht ausgestoßene Exkremeante ein. Außer diesen unlebendigen Einschlüssen enthält die Zelle aber auch lebendige, nämlich erstens die stärker lichtbrechenden farblosen Physoden, die (ähnlich wie im Säugetier die roten Blutkörperchen) der Atmung zu dienen scheinen, zweitens die gefärbten Chromatophoren, Farbträger oder Pigmentkörper, die den Ernährungsfunktionen vorstehen (z. B. das Blattgrün, das die Kohlensäure im Lichte zerlegt), und drittens die Reizkörper, die im Verlaufe der kontraktilen Fasern, an der Basis der hervortretenden Wimpern und vorzugsweise an der Kreuzungsstelle von Fäden sitzen und die aufgenommenen Reize in motorische Impulse umsetzen. Das wichtigste aller Reizkörperchen ist das Zentralkörperchen, das neben dem Kern in einer ihn umgebenden dichteren Plasmahülle wie die Spinne im Mittelpunkt ihres Netzes sitzt.

Der Kern besteht aus einem mit Farbträgern durchsetzten Fadengerüst, das durch eine feine Hülle von dem übrigen Zellplasma abgeschieden ist, und ein oder mehrere Kernkörperchen, d. h. dichter zusammengedrängte Gruppen von Farbträgern enthält. Die meisten Zellen haben nur einen Kern, manche mehrere, sei es in typisch bestimmter, sei es in unbestimmter Anzahl. Das Zellplasma selbst, der Kern, die Farbträger und Zentralkörperchen können nur durch Teilung aus ihresgleichen hervorgehen, und dasselbe gilt wahrscheinlich für alle Nähr- und Reizkörnchen, aus denen der Kern und die größeren Farbträger zusammengesetzt sind, und für die lebendige Fadensubstanz, die sich wohl ausschließlich durch Längsspaltung vermehrt, aber auch durch Verlängerung wächst. Die Zellhülle und die Hohlräumchen, sowie die sie ausfüllenden Säfte, Ausscheidungen und Vorratsstoffe sind Produkte des Protoplasma selbst.

Die Zelle, wie sie uns vorliegt, ist nach alledem schon ein äußerst kompliziertes Gebilde von sehr verwickelter Struktur, die nur unter günstigen Verhältnissen oberhalb der Grenze der Sichtbarkeit liegt. Bei vielen kleineren Zellenarten sind bald die einen,

bald die andern Organe submikroskopisch, ohne daß sie deshalb zu fehlen brauchen. Einige Bakterien scheinen nur aus Kern und Markschicht zu bestehen; bei gewissen Zellen haben sich die Körnchen noch nicht zu einem Kern zusammengeballt, sondern versehen dessen Aufgabe in zerstreuter Stellung. Bei den meisten ist der Kern in eine typische Anzahl von Bandstückchen oder Schleifen gegliedert, die aber erst beim Teilungsvorgang geordnet auseinandertreten. Die eigentliche Lebenstätigkeit scheint ihren unmittelbaren Angriffspunkt in den einfachen Körnchen zu haben; ob von jeher Nährkörnchen und Reizkörnchen gesondert waren, oder ob beide sich erst aus solchen ursprünglichen Körnchen, die beiden Funktionen zugleich vorstanden, durch Arbeitsteilung herausdifferenziert haben, wird schwerlich zu entscheiden sein.

Die Fädchensubstanz reagiert zwar auf Reize, ist aber zu geordneten (rhythmischen, welligen, spiralen usw.) Bewegungen ohne Leitung von Reizkörnchen unfähig. Ob ihre dichtere Gallerte sich von jeher von der dünnflüssigeren der Zwischensubstanz unterschieden hat, oder ob sie sich erst nachträglich aus dieser durch Arbeitsteilung herausdifferenziert hat, wird uns auch für immer verborgen bleiben. Der Unterschied zwischen Nähr- und Reizkörnchen einerseits und kontraktilem Plasma in Faden- und Zwischensubstanz andererseits dürfte stammesgeschichtlich am wenigsten zu überbrücken sein. Die Vorgeschichte des Lebens bis zur Entstehung der Zelle wird, wenn es eine solche gibt, uns wohl für immer in Dunkel gehüllt bleiben, teils weil ihre etwaigen Vertreter längst ausgestorben sind, teils weil sie sich in submikroskopischen Abmessungen bewegen (Le. 210—218).

Während wir die Kompliziertheit der submikroskopischen anatomischen Struktur der Zelle nur vermuten können, liegt die Kompliziertheit ihrer chemischen Struktur bereits deutlich zutage. Dem Gewicht nach in erster Reihe stehen die Phosphorproteine, die das Grundgerüst, die Fäden, den Kern und die Körnchen bilden; in zweiter Reihe folgen die Eiweißstoffe mit Schwefel, aber ohne Phosphor, die in manchen niederen Pflanzen auch ganz fehlen können, in dritter Reihe die Kohlehydrate (Zucker, Glykogen, Stärke) und die Fette. Jede dieser Gruppen enthält eine unübersehbare Mannigfaltigkeit von Verbindungen, und insbesondere zeigen in verschiedenen Spezien die homologen Phosphorproteine und Schwefelalbumine eine verschiedene Zusammensetzung. Ganz entzogen haben sich bisher die Fermentstoffe der Untersuchung, weil sie sich bei jedem Versuch, sie

zu behandeln, verändern. Von allen diesen Stoffarten kommen dann noch die verschiedensten Stufen der Zersetzung und Umbildung vor.

In der Leberzelle eines Wirbeltiers, die etwa den tausendsten Teil eines Stecknadelknopfes einnimmt, können wir schon jetzt eine Menge chemischer Vorgänge unterscheiden. Aus Glykogen wird der dem Blute nötige Zucker gebildet, und der in ihm überschüssige in Glykogen umgewandelt; aus Amidosäuren und Ammoniak wird Harnstoff und Harnsäure hergestellt; Hämoglobin wird zerlegt und der aus ihm abgespaltene Farbstoff in Bilirubin umgewandelt; die aus noch unbekanntem Material gebildete Cholsäure wird mit Glykokoll und Taurin gepaart; Phenole werden mit Schwefelsäureresten zu Esterschwefelsäure verbunden; zugeführte Gifte können festgehalten oder unschädlich gemacht werden. Auch die Zelle des Nierenepithels leistet Bewunderungswürdiges im Ausscheiden alles Schädlichen und Wertlosen aus dem Blute und im Verschmähen der dem Blute fernerhin noch wertvollen Bestandteile; zum Teil sogar zerlegt sie die aus dem Blute entnommenen Stoffe und fördert den wertvollen Teil der Zerlegungsprodukte ins Blut zurück. In alledem arbeiten Leber- und Nierenzellen unabhängig von jedem Nerveneinfluß und doch für die Bedürfnisse des Ganzen, solange sie lebend und nicht durch Medikamente künstlich gelähmt sind. Die Epithelzelle der Milchdrüse arbeitet sogar für die Bedürfnisse des Säuglings, indem sie jeden Bestandteil des Blutes in einem andern Verhältnis herauszieht, als er im Blute enthalten ist, aber in einem solchen, wie der Säugling ihn braucht. Die Zellen der Drüsen ohne Ausführungs-gang wandeln Blutbestandteile um, meist wohl in Fermente oder ähnliche Stoffe, und stoßen Produkte in die Blutbahn zurück. Aufnahme und Abgabe jedes Stoffes scheint vom mechanischen Druck des Blutes so gut wie unabhängig und nur durch die auswählende Tätigkeit der Zellen selbst bedingt zu sein.

Alle Energie, mit denen das Organismenreich der Erde arbeitet, stammt, abgesehen von den Schwefelbakterien, aus der strahlenden Energie der Sonne; die Organismen leben davon, daß es ihnen gelingt, von diesem großen Energiestrom durch ihre maschinellen Einrichtungen einen kleinen Teil auf ihre Mühle zu leiten. Unmittelbar kommt alles auf Reduktion der Kohlensäure an; diese erfolgt nur durch bestimmte lebende Farbträger (Chlorophyll, Phäophyll, Rodophyll, Cyanophyll) unter dem Einfluß des Lichtes; durch Anästhetisierung gelähmte Farbträger sind ebenso unwirksam wie

tote oder Extrakte aus ihnen. Das tote Chlorophyll setzt Lichtstrahlen von stärkerer Brechbarkeit in Fluoreszenzlicht von bestimmter Wellenlänge um; das lebende zeigt diese Erscheinung nicht, sondern verwendet die Energie zur Kohlensäurezerlegung anstatt zur Fluoreszenz. Das Ergebnis der Kohlensäurereduktion ist neben einigen Aldehyden Traubenzucker; aus diesem bilden andere Farbträger, die Leukoplasten oder Amyloplasten, Stärke. Aus Traubenzucker ohne sonstige organische Nährstoffe bilden die Schimmelpilze Fette und bei Anwesenheit von schwefelsauren, salpetersauren und phosphorsauren Salzen auch Albumine und Phosphorproteine. Nur die Stickstoffbakterien können mit Hilfe der von ihnen entwickelten aktiven Wasserstoffs Stickstoff unmittelbar aus der Luft binden, schöpfen aber die dazu nötige Energie schon aus dem Verbrauch anderswo entstandener organischer Überreste.

Die Pilze und Tiere leben ebenfalls von der chemischen Energie, die die grünen Pflanzen für sie aufgespeichert haben, hauptsächlich dadurch, daß sie Brennstoffe verbrennen, sei es unmittelbar durch Sauerstoffzufuhr (Atmung), sei es mittelbar durch Gärung, d. h. durch eine Zersetzung, bei der in geringerem Maße Energie frei wird. Die Atmung ist eine Oxydation bei niedriger Temperatur, die durch Autoxydatoren vermittelt wird. Diese spalten die Sauerstoffmoleküle, aktivieren dadurch den Sauerstoff, verbinden ihn zunächst mit sich selbst und geben ihn dann an andere Stoffe weiter. Solche Autoxydatoren sind z. B. das Rhodogen in der Zuckerrübe, das Hämoglobin in den roten Blutkörperchen der höheren Tiere, eine Kupferverbindung in dem blauen Blute der Cephalopoden und Krustazeen, die Physoden im Zellplasma. Solche Autoxydatoren verändern sich selbst im Endergebnis nicht, während sie die Stoffe verändern, mit denen sie in Berührung kommen; sie fallen also unter den Begriff der Katalysatoren, d. h. der Stoffe, die durch ihre Gegenwart chemische Veränderungen auslösen oder verhindern, oder die Geschwindigkeit des Ablaufs in bereits vor sich gehenden Veränderungen positiv oder negativ beeinflussen.

Eine andere und noch wichtigere Art von Katalysatoren sind die Fermente oder Enzyme, die Gärungserreger in stickstofffreien und stickstoffhaltigen Verbindungen. Aus der Hefenzelle hat man vier verschiedene Fermente herausgezogen: Diastase, Invertase, Maltase und Zymase; in der Leberzelle kennen wir bereits zehn, deren jedes zur Zerlegung anderer Verbindungen dient. Manche Fermente (z. B. das des Chlorophylls) scheinen

nicht vom lebendigen Protoplasma isolierbar zu sein, weil es nicht gelingt, die Umwandlung dieser äußerst labilen Verbindungen zu verhindern. Die Lebenstätigkeit offenbart sich in solchen Beispielen eben darin, daß sie die Umwandlung des Ferments verhindert und es in seiner zweckdienlichen Beschaffenheit erhält, aber nicht etwa darin, daß sie ohne Fermente arbeitet und selber die Stelle des Ferments vertritt.

Von den Mitteln, durch die im Organismus die chemischen Synthesen bewirkt werden, wissen wir noch gar nichts, und können nur vermuten, daß auch hierbei, ebenso wie bei der Verbrennung, Katalysatoren anderer Art eine Rolle spielen, da die Mittel des chemischen Laboratoriums (hoher Druck, hohe Temperatur, starke galvanische Ströme, konzentrierte Mineralsäuren, freies Chlor) sämtlich ausgeschlossen sind. Wir wissen nur, daß bei allen diesen organischen Synthesen (mit Ausnahme der Molekularverdichtungen) eine gewisse Energie verbraucht wird, die aber geringer ist als die zur Spaltung der Kohlensäure erforderliche, und daß die Hauptarbeit der chemischen Synthesen ebenfalls dem Pflanzenreich zufällt. Das Tierreich vollzieht zwar auch noch Synthesen, aber nur solche, die einen geringeren Arbeitsaufwand erheischen als die der Pflanzen; es verbraucht dafür desto mehr Energie für die mechanische Arbeit der Ortsbewegung und der Atmungs- und Verdauungsmuskulatur. Die Energiequelle für die chemischen Synthesen wie für die Lokomotion liegt in der Atmung, nicht nur bei den Tieren, sondern auch bei den Pflanzen, die nur einen Teil des selbstbereiteten Sauerstoffs verbrennen und den Rest ausatmen.

Die Verbindungen im Plasma sind alle mehr oder weniger labil und in langsamerem oder schnellerem Umsatz begriffen. Alles kommt darauf an, daß das Leben weder in zu tragen Umsätzen versumpft, noch in allzuraschen, explosionsartigen sich verzehrt, und daß die Geschwindigkeit in dem Ablauf der verschiedenen gleichzeitigen Verhältnisse in dem rechten Verhältnis steht. Dies alles bewirken die Katalysatoren, und zwar innerhalb des Rahmens der energetischen Sätze, die über die absolute Geschwindigkeit des Überganges von einer Anfangslage in eine Endlage nichts aussagen. Die Katalysatoren regeln also den Ablauf der chemischen Prozesse im Dienste des Lebens; es kommt darauf an, daß sie stets an der rechten Stelle vorhanden sind und zum rechten Zeitpunkt aktiv werden. Ihr Aktivwerden hängt zum Teil nur von dem Eintritt eines bestimmten Reizes ab, z. B. von dem Vor-

handensein des zu zerlegenden Stoffes oder von dem Scheinen des Lichtes, zum Teil aber auch noch von dem Eintritt leichter chemischer Umwandlungen, durch die erst das Proferment die Eigenschaften des Ferments erlangt. In letzterem Falle kommt es darauf an, daß die Profermente richtig vorbereitet und verteilt sind, und daß auf die entsprechenden Reize rechtzeitig ihre Umwandlung in die Fermente erfolgt.

Die höheren Organismen mit reicher Zelldifferenzierung verfügen über eine große Zahl fein differenzierter Profermente als erbliches Eigentum; zu je tieferen Organismen wir dagegen hinabsteigen, desto mehr muß die passive Angepaßtheit der Profermente zurücktreten und durch aktive Anpassung des Zellplasma an seine chemischen Aufgaben ersetzt werden. So ist z. B. das Verdauungsferment in den höheren Säugetieren in die Fermente des Mundspeichels, des Magensaftes, des Darmsaftes, der Galle und des Bauchspeichels zerlegt, während den Walen der Mundspeichel, den Schnabeltieren und Ameisenigeln die Magenfermente, den Wirbellosen auch die Galle fehlt und das Analogon des Bauchspeichels alle Leistungen zugleich vollbringen muß.

Jede Änderung der sichtbaren Struktur der Organismen entsteht aus einer Zusammensetzung mikroskopischer und submikroskopischer Strukturveränderungen; jede solche aber, mag sie nun in Veränderung der Durchlässigkeit einer osmotischen Membran, in Kontraktionen oder Elongationen oder im Wachstum bestimmter Teile nach bestimmten Richtungen oder in der Änderung elektrischer Spannungen ihren Grund haben, führt zuletzt auf chemische Veränderungen als ihren Ausgangspunkt zurück, und jede solche wird durch die Wirksamkeit eines vorher nicht in gleicher Weise wirksamen Katalysators herbeigeführt. Diese Änderung in den Katalysatoren auf Grund der wahrgenommenen Reize ist es also, wodurch die Lebenstätigkeit sich im normalen Verlauf des Lebens am unmittelbarsten bekundet, abgesehen von der zweckmäßigen Anpassung der Katalysatoren an neue, ungewohnte Reize. In der kleinsten Zelle drängen sich fortwährend unzählige gleichzeitige Reize auf, denen die entsprechende chemische Reaktion zuteil werden muß, wenn das Leben Bestand haben soll. Sie alle zugleich zu verfolgen und richtig zu beantworten, wäre selbst für die menschliche Intelligenz eine Aufgabe, die für ihre beschränkte Aufmerksamkeit und bei ihren chemischen Kenntnissen unlöslich wäre; um wieviel mehr müßte solche Aufgabe das Bewußtsein der Zelle übersteigen! (Le. 218—240, 100).

Die Zelle baut sich beständig ab und wieder auf; in der Jugend bewirkt die Überkompensation das Wachstum, im Reifealter die Fortpflanzung, während im höheren Alter Unterkompensation stattfindet. Alle Bewegungen und Veränderungen sind Reaktionen auf innere oder äußere Reize. Der Reiz ist eine „Auslösung“, d. h. ein im Verhältnis zu der durch ihn entbundenen Energie schwacher Impuls; die Auslösung heißt Reiz, wenn die auf sie erfolgende Reaktion den Zwecken des Lebens dient, insbesondere der Atmung, Verdauung und Ausscheidung, der Aufsuchung und Aufnahme der Nahrung, der Flucht vor Schädlichkeiten, der Zellteilung und Zellverschmelzung usw. Die Wiederherstellung eines beschädigten Krystalles oder durchschnittenen Tropfens, die Bildung einer Schaumstruktur in einem Öltröpfchen unter Zufuhr von Seifenlösung, die Teilung eines hängenden Tropfens bei zu starkem Flüssigkeitszufluß, das Leuchten geriebenen Phosphors, die Entladung einer Leydener Flasche sind keine Lebensvorgänge, weil kein Leben vorhanden ist, dessen Zwecken sie dienen. Dagegen die Wiederherstellung einer durchschnittenen oder beschädigten Zelle, die Bildung von Hohlräumchen im Plasma, die der Zelle als chemische Retorten dienen, die Teilung einer Zelle in zwei, das Leuchten gereizter Zellen im Seewasser, das stärkere Atmung anzeigt, oder dasjenige, welches dem Zusammenfinden der Geschlechter oder der Aufsuchung der Nahrung auf dem dunkeln Meeresboden dient, die Entladungen des elektrischen Rochens und Aales zur Überwältigung der Beute oder zur Abwehr von Feinden, sind sämtlich Lebenserscheinungen, weil sie Mittel zum Zwecke der Erhaltung und Förderung des Lebens sind.

Ein Reiz, der eine bestimmte Stelle des Zellplasma trifft, muß durch die Fäden fortgeleitet werden, damit auch die andern Stellen sich an der Reaktion, soweit dies nötig ist, beteiligen können. So wird z. B. ein die Wurzelspitze treffender Reiz nach rückwärts geleitet zu Teilen, welche eine Krümmung der Wurzel ausführen können, wenn solche nützlich scheint. Die feinen Plasmafäden, welche die Zellen untereinander verbinden, leisten in mehrzelligen Organismen dieselben Dienste wie die innere Fädchenstruktur des Zellplasma bei einzelligen. Ein Rhizopode unterscheidet, ob er mit einem vorgestreckten Scheinfuß einen zweiten des eigenen Leibes oder den eines andern artgleichen Individuums berührt; im erstenen Falle läßt er beide Scheinfüße zusammenfließen, im letzteren Falle zieht er den seinigen zurück. Wo

bereits Zentralisation besteht, senden alle Teile ihre Reize zum Zentrum, und dieses erteilt die nötigen Bewegungsimpulse. Wo mehrere Zentra in einer Zelle bestehen, z. B. Kern und Zentralkörperchen, wirken diese harmonisch zusammen, so insbesondere bei der Zellteilung.

Innere Lebensbewegungen der Zelle sind die Zusammenziehungen, Verlängerungen, Verschiebungen, Teilungen und Verschmelzungen des Fädchenplasma, die aktiven Wanderungen der Körnchen an den Plasmafäden entlang, die Bildung und Auflösung, Vergrößerung und Verkleinerung und die Spaltung von Hohlräumchen und Luftblasen, die passiven Wanderungen des Zellsaftes und die Veränderungen der osmotischen Durchlässigkeit der Zellhülle, Kernhülle und Hohlräumchenwände. Wenn die vielkernige, einzellige Süßwasseralge *Vaucheria* verletzt wird, so ziehen sich die sonst der Wand zunächst liegenden Atmungskörnchen (Physoden) zurück und die Kerne rücken heran, um den Schaden durch Ernährung auszubessern.

Äußere Lebensbewegungen sind die der Wimpern, Geißeln und Scheinfüße, die amöboide Bewegung durch Hineinfließen des Zellinhalts in einen ausgestreckten Scheinfuß und die Glitschbewegung der kieselchaligen Diatomeen und zellstoffschaligen Oszillarien. Bei der amöboiden Bewegung ist das Nachlassen der Oberflächenspannung an einer Stelle und die Steigerung an den übrigen, wodurch der Zellinhalt nach der ersten Stelle hingedrängt wird, selbst schon eine Lebenserscheinung, ebenso wie die Absonderung eines klebrigen Saftes, der die nötige Reibung auf der Unterlage sichert. Die Glitschbewegung wird durch eine dünne körnerlose Plasmaschicht bewirkt, die die Schale überzieht. Zwei Zellen, z. B. zwei getrennte Furchungszellen eines Froscheis, verhalten sich ganz anders zueinander wie zwei Tropfen, machen z. B. ruckweise Bewegungen aufeinander zu, Drehungen und Gleitbewegungen aneinander (Le. 240—245).

Am deutlichsten zeigen sich die zweckmäßigen Lebensbewegungen innerhalb der Zelle bei der mitotischen Teilung, die durch Narkose unterbrochen wird, also von einem nervenähnlichen Einfluß abhängig ist. Sie geht vom Zentralkörperchen aus, ergreift den Kern und das ganze Fadengerüst, spaltet alle Teile der Länge nach, verschiebt sie und ordnet sie so wieder zusammen, daß anstatt eines zentralisierten Zellinhalts zuletzt deren zwei vorhanden sind, die sich voneinander abschnüren. Man könnte sich eine

Uhr denken, die zu einem gewissen Zeitpunkt alle ihre Achsen und Rädchen spaltet; aber es würde schwer halten, die Hälften zu zwei gangbaren Uhren sich von selbst zusammensetzen zu lassen, und ganz unmöglich, die Fähigkeit der weiteren Selbstteilung auch den aus der Teilung hervorgegangenen Uhren mit auf den Weg zu geben. Bei der mitotischen Teilung quillt die Zelle stark auf durch Veränderung der osmotischen Beschaffenheit der Zellhülle; um dem vermehrten Innendruck das Gegengewicht durch Zug zu halten, muß das vom Zentralkörperchen ausgehende Fadengerüst sich stark anspannen, und wird dabei sichtbar auch in solchen Zellen, wo es für gewöhnlich unsichtbar ist. In gewissen, allerdings seltenen Fällen hat das Zentralkörperchen in sich nicht die Tendenz zur Zweiteilung, sondern die zur Dreiteilung oder Vierteilung; daraus ist zu erkennen, daß auch bei der Zweiteilung der Impuls vom Zentralkörperchen ausgeht (Le. 245—249).

Der Zellteilung geht öfters eine Zellverschmelzung voran, z. B. eine Kopulation von Schwärmsporen, ein Kernschleifenaustausch zwischen Infusorien und eine Befruchtung; auch hierbei zeigen sich auffällige Lebensbewegungen. Das Ei der Seesterne bildet eine warzenartige Erhebung um die kleine Eingangspforte (Mikropyle), wenn eine Spermie sich nähert, und weist ihr dadurch gleichsam den Weg. Sobald eine Spermie in das Ei eingedrungen ist, bildet dieses eine Hülle um sich, die weiteren Spermien die Eingangspforten versperrt. Die zunächst senkrecht zur Oberfläche eingedrungene Spermie wendet sich alsbald zum Eikern hin, der schon vor der Berührung mit ihr in heftige amöboide Bewegungen gerät. Die Leitung der Kernverschmelzung übernimmt das Zentralkörperchen der Spermie, während das des Eis unsichtbar bleibt und wahrscheinlich resorbiert wird. Nur bei der Jungfernzeugung tritt das Zentralkörperchen des unbefruchteten Eis hervor und übernimmt die Leitung. Die Verschmelzung der Kerne vollzieht sich dadurch, daß die Kernschleifen beider zusammenrücken und die typische Zahl der Art wiederherstellen, während im Ei und in der Spermie nur die halbe Zahl der Kernschleifen vorhanden ist. Erst bei der ersten Zellteilung (Eifurchung) legen sich die Hälften je einer männlichen und einer weiblichen Kernschleife unmittelbar nebeneinander; eine wirkliche Verschmelzung beider tritt aber auch da und in sämtlichen Körperzellen noch nicht ein, sondern erst viel später bei der Reifung neuer Fortpflanzungszellen (Le. 249—253).

III. Die Abstammungslehre.

Jedes Lebewesen stammt von Eltern ab, die ihm zwar nicht völlig gleich, aber doch ähnlich sind; die Abweichungen zwischen Kind und Eltern schwanken in der Regel um einen normalen Typus, wie das Pendel um seine Gleichgewichtslage, ohne sich allzuweit von ihm zu entfernen (fluktuierende Variation). Die Erfahrung zeigt ferner, daß Varietäten und Spielarten, die ihren Typus in sich erblich festhalten, von mehr oder weniger abweichenden Stammarten abstammen. Daß auch die Abstammung artungleicher Organismen voneinander beobachtet worden sei, können nur solche behaupten, die jeden Unterschied zwischen Spielarten und echten, Linnéschen Arten leugnen. Die Abstammung artungleicher Individuen voneinander ist also keine Erfahrungstatsache, sondern bloß eine Hypothese, aber eine Hypothese, die von mehr als neun Zehntel der heutigen Biologen angenommen wird, die sich als heuristisches Prinzip in der Biologie vielfach bewährt und fruchtbar bewiesen und für viele schon die Glaubhaftigkeit eines Axioms erlangt hat. Wir haben zu prüfen, ob diese Hypothese möglich, und ob sie wohl begründet ist.

Möglich ist die Abstammungshypothese nur dann, wenn die Art nicht etwas absolut Festes ist, sondern wenn die festen Arten erst allmählich verfestigte Produkte der Artentstehung durch Artumwandlung sind. Ordnung, Familie, Gattung, Art, Spielart sind Begriffe, die sich durch nichts anderes unterscheiden als durch den Grad der Differenzierung. In vergangenen geologischen Perioden sind wohl für die heutigen Ordnungen, Familien und Gattungen entsprechende Vertreter zu finden, aber nicht für die heutigen Arten, soweit diese nicht schon als ganz dieselben vorkommen; die früheren Vertreter der heutigen Familien unterscheiden sich nur wie Gattungen, in noch früheren Perioden nur wie Arten. Die Differenzierung der Organismen hat also in der Erdgeschichte beständig zugenommen und scheint noch immer in Zunahme begriffen, indem gewisse Spielarten im Begriff stehen, sich zu echten Arten auszuwachsen, und flüssige Arten in der Befestigung begriffen sind, wie z. B. die Menschenrassen. Die Fruchtbarkeit der Kreuzung ist kein sicheres Kennzeichen zur Unterscheidung der Spielart und echten Art, da sich einerseits auch manche echte Arten fruchtbar kreuzen lassen, und andererseits auch die Kreuzung mancher Varietäten schon verminderte Fruchtbarkeit zeigt. Wohl aber ist die Fruchtbarkeit ein allgemeines

Kennzeichen dafür, wie weit die Differenzierung der gekreuzten Typen schon fortgeschritten ist, und wie weit sie das Optimum für die Fortpflanzung schon überschritten hat (U. II 229—232; U. III 365—370). Die Abstammung verschiedener Arten von einander ist also darum möglich, weil die Art selbst in geologischen Zeiträumen betrachtet etwas Flüssiges ist und sich erst durch fortschreitende Differenzierung bildet und verfestigt.

Die Gründe für die Annahme der Hypothese werden häufig an unrechter Stelle gesucht, z. B. in dem Vorurteil, daß jede systematische Verwandtschaft auf genealogische gegründet sein müsse, oder in dem Irrtum, als ob die Paläontologie oder die Embryologie die Abstammung beweise.

Es gibt vielerlei systematische Verwandtschaft, die nicht auf genealogischer Verwandtschaft beruht, sondern auf Verwandtschaft der Bildungsgesetze. Das natürliche System der chemischen Elemente und das System der Kristalle zeigen uns, wie viel systematische Verwandtschaft der Typen mit allen möglichen Abstufungen in der Natur vorkommt, ohne daß dabei an Abstammung voneinander gedacht werden kann. Die Kunstile (z. B. die römische Markthalle, die Basilika, der romanische und der gotische Dom) verdeutlichen uns, wie systematische Verwandtschaft realer Dinge aus ideeller Verwandtschaft ihrer Typen entspringen kann. Die Nebeneinanderlagerung aller möglichen Übergangsformen in derselben Generation lehrt uns, daß auch das Vorkommen solcher keineswegs aus genealogischen Übergängen in einer Reihe von Generationen zu entspringen braucht. Die ringförmige und netzförmige Verwandtschaft endlich, die in manchen Organismengruppen besteht, stellt es außer Zweifel, daß von ihnen mancherlei Ähnlichkeitsbeziehungen mindestens der größere Teil unabhängig von genealogischer Verwandtschaft entstanden sein muß. Die genealogische Verwandtschaft kann also wohl einer der Vermittelungswege sein, auf denen systematische Verwandtschaft erzielt wird, aber keinesfalls der einzige, und deshalb ist der Rückschluß von dieser auf jene in vielen Fällen voreilig.

Die Paläontologie beginnt erst mit der kambrischen Periode, in der die Hauptstämme der wirbellosen Tiere bereits völlig gesondert auftreten; sie wird also niemals in der Lage sein, über ihren Ursprung Aufschlüsse zu geben. Aber auch zwischen den Ordnungen der Wirbeltiere fehlt jede Brücke, und was als solche gedeutet wurde, hat sich neuerdings vielfach als ein seitlicher Abweg oder eine Rückbildungsform herausgestellt (z. B. die Flug-

echsen und die Ichthyosaurier). Nur die Säugetiere sind mit einiger Zuverlässigkeit durch eine Reihe genealogischer Perioden zu verfolgen, und selbst für diese ist es zweifelhaft geworden, ob sie alle gemeinsamer Abstammung sind, ob nicht vielmehr die Ursäuger, Beuteltiere und höheren Säugetiere drei genealogisch zusammenhangslose Stämme darstellen. Der Vergleich von paläontologischen Jugendformen liefert noch weniger sichere Ergebnisse als der der Endformen (Le. 36—39).

Darwin hatte Recht, als er in dem Embryo ein verwaschenes Bild von der gemeinsamen Stammform aller Glieder der Tierklasse sah, ebenso von Baer mit der Behauptung, daß die Keimesentwicklung von dem allgemeinsten Typus zu immer spezielleren Typen hinführe, also von der Ordnung durch die Familie, Gattung und Art zum Individuum. Die einfacheren Formen gehen in der Individualentwicklung wie in der Stammesgeschichte den entwickelteren voran, und diese differenzieren sich aus ihnen heraus. Die Keimstufen entsprechen morphologisch bis zu einem gewissen Grade den stammesgeschichtlichen Entwickelungsstufen, sind aber sowohl nach ihrer physiologischen Funktion, als auch nach ihrer submikroskopischen Struktur etwas ganz anderes, weil sie unter ganz anderen Bedingungen leben und ganz andere Anlagen für die weitere Entwicklung in sich tragen.

Haeckels biogenetisches Grundgesetz, nach welchem die Stufen der embryonalen Entwicklung ererbte Niederschläge und abgekürzte Wiederholungen der stammesgeschichtlichen Entwicklung sein sollen, paßt für das Pflanzenreich gar nicht und begegnet auch im Tierreich großen Schwierigkeiten, weil mehr zeitliche und örtliche Verschiebungen als wahre Rekapitulationen vorkommen, weil die speziell für das embryonale Leben angepaßten Neubildungen kein Analogon in der Stammesgeschichte haben können, und weil die notwendigen Abkürzungen des Weges wichtiger stammesgeschichtlicher Stufen das Analogon in der Keimesentwicklung rauben. Deshalb ist es nicht zulässig, aus der Keimesentwicklung Rückschlüsse auf die Stammesgeschichte zu ziehen, soweit man diese nicht direkt kontrollieren und mit der Keimesentwicklung vergleichen kann. Die stammesgeschichtliche Entwicklung ist keinesfalls die zureichende mechanische Ursache der Keimesentwicklung; vielmehr entspringt die Ähnlichkeit zwischen beiden in erster Reihe aus dem Walten verwandter Entwicklungsgesetze. Soweit Vererbung früherer stammesgeschichtlicher Entwickelungsstufen im Embryonalleben mitspielt, ist

auch dies nur ein mitwirkender mechanischer Behelf, dessen die Entwicklungsgesetze sich zur Erleichterung bedienen, um ihre Ziele zu verwirklichen, unbeschadet dessen, daß in der Vererbung selbst schon andere als mechanische Faktoren tätig sind (Le. 340—341, 348).

Zwingende Beweise der Abstammungslehre liegen in diesen Erwägungen nicht, auch nicht, wenn man sie alle zusammenfaßt. Wohl aber sind sie geeignet, eine Präsumtion zugunsten der Abstammung der Arten voneinander zu erwecken. Die fortschreitende Differenzierung, die die Paläontologie zeigt, scheint auf divergente Deszendenz hinzudeuten und bestärkt in der Vermutung, daß heutige Varietäten in ihrem fortschreitenden Differenzierungsprozeß zu echten Arten führen, und der Vergleich mit der Embryologie bestärkt in der Annahme, daß in der Stammesgeschichte ebenso wie in der Keimesentwicklung die einfacheren Formen die gesetzmäßige Vorstufe der verwickelteren sind und diese genetisch aus sich hervorgehen lassen. Manche systematische Reihen, wie z. B. die Vorläufer des Pferdes in verschiedenen geologischen Perioden, legen ja den Gedanken sehr nahe, daß wir darin wirkliche Deszendenzreihen vor uns haben, und doch ist es selbst vom Boden der Abstammungslehre aus ebensogut möglich, daß die aufgefundenen älteren Formen nur Seitenzweigen gemeinsamer noch älterer Vorfahren angehören, also keine direkten Vorfahren unseres Pferdes sind. Wir lernen aus solchen Beispielen immer nur, wie die genetischen Vorstufen eines heutigen Typus ausgesehen haben können, nicht wie sie wirklich ausgesehen haben.

Zu einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit wird die Abstammungslehre nicht durch empirische Tatsachen, sondern lediglich durch rationelle Erwägungen erhoben. Eine Zeit, die sich darin gefiel, den Schöpfer dadurch zu erheben, daß sie ihm möglichst viele und möglichst große Schöpfungswunder zuschrieb, durfte sich die unmittelbare Schöpfung hochentwickelter Typen aus dem Nichts, sei es in erwachsener, sei es in embryonaler Gestalt, nicht rauben lassen, hatte also ein religiöses Interesse daran, soviel unmittelbare Schöpfungswunder wie echte Arten anzunehmen. Sobald man es dagegen für einen höheren und würdigeren Gottesbegriff erachtet, daß alles nach Gesetzen verläuft und die Allmacht Gottes sich als die gesetzmäßige Entwicklung des Natürlichen offenbart, schlägt jenes Interesse in sein Gegenteil um. Nun heißt es: Jedes Lebende aus einem Ei, jedes Ei aus einer Mutter.

Es wäre Gottes nicht würdig, weder erwachsene Tiere durch ein Wunder zu erschaffen, statt sie aus einem Ei gesetzmäßig zu entwickeln, noch auch, ein Ei mit allen Anlagen zu einem höheren Tiere durch ein Wunder zu erschaffen und es einer Pflegemutter anzuvertrauen, anstatt es von einer rechten Mutter auf natürlichem Wege hervorbringen zu lassen.

Das Prinzip des minimalen Kraftaufwandes und das Prinzip der gesetzmäßigen Entwicklung gelten beide für die gesamte Natur und sind nachgerade zu einer axiomatischen Geltung gelangt, obwohl das erstere zunächst an der unorganischen Natur, das letztere zuerst an der Kulturgeschichte der Menschheit und an der Embryologie uns zum Bewußtsein gekommen ist. Diese axiomatische Geltung strömt von ihnen auf ihre unmittelbare logische Konsequenz, die Abstammungslehre hinüber. Es widerspräche dem Prinzip des minimalen Kraftaufwandes, wenn die Natur andere als die allerniedrigsten und einfachsten Lebewesen durch Urzeugung hervorbrächte, oder von den Eltern zum Kinde größere Entwicklungssprünge mache, als die histologischen Bedingungen für den Fortschritt zu einer höheren Stufe es unumgänglich notwendig machen. Die Kluft zwischen den durch Urzeugung entstandenen Urorganismen und den heute die Erde bewohnenden Organismen ist nur durch Deszendenz auszufüllen, und hierin liegt die unausweichliche Nötigung, die Abstammungslehre anzunehmen (U. II 222—226; U. III 350—351). Sie ist bis jetzt keineswegs die empirische Konstatierung einer Tatsache, sondern eine rein spekulative, naturphilosophische Hypothese, die aus selbst hypothetischen naturphilosophischen Prinzipien deduziert ist.

Die Anerkennung der Abstammungslehre schließt nun aber keineswegs die Behauptung ein, daß der Stammbaum aller irdischen Organismen einstammig sei, oder auf eine einzige Wurzel zurückführe. Dies hat nicht einmal Haeckel behauptet, der die Vielstammigkeit der niedrigsten Lebewesen (Protisten) zugibt und nur die Einstammigkeit des Tierreichs auf Grund seiner Gasträatheorie annimmt. Aber weder ist das Gastrulastadium in der tierischen Keimesentwicklung so allgemein, wie Haeckel annimmt, noch wird aus der Allgemeinheit des Gastrulastadiums im Keime die Existenz einer freilebenden Gasträa als Stammutter des Tierreichs folgen, wenn das biogenetische Grundgesetz nicht die ihm von Haeckel zugeschriebene Bedeutung hat. Seit Cuvier haben namhafte Zoologen stets 4—17 verschiedene Stämme im

Tierreich angenommen, und es ist fraglich, ob diese Zahl ausreicht. Die Aufstellung möglicher Abstammungsreihen ist nicht ohne Wert für das Verständnis der Formen, aus denen sich die heutigen Typen entwickelt haben können, sind aber nicht als wirkliche Stammbäume anzusehen, da die wirklichen Vorfahrenreihen vielleicht spurlos verschwunden sind. Wenn unter Umständen mehrere artgleiche Individuen gleichzeitig stark abweichende Varietäten hervorbringen, so sind diese Varietäten als solche vielstammigen Ursprungs, mag auch die Stammart, aus der sie hervorgehen, einstammiger Herkunft sein. Als die äußeren Umstände der Urzeugung günstig waren, können an vielen getrennten Örtlichkeiten zugleich Urorganismen entstanden sein; wenn diese alle Nachkommen hatten, so muß der Stammbaum der Organisation vielstammig sein, da bei der örtlichen Erschwerung nicht anzunehmen ist, daß ein Geschlecht alle übrigen verdrängt habe. Das Prinzip der Entwicklung verlangt nur, daß die Anfänge der Organisation die denkbar einfachsten waren, aber nicht, daß sie nur in einem einzigen Exemplar gegeben waren (U. III 373, 375; Le. 362—366). Da das Interesse der Wissenschaft nicht auf das einzelne Exemplar, sondern auf den Typus geht, so interessiert es uns auch gar nicht, ob verschiedene Arten von einem und demselben Exemplar abstammen, sondern nur, ob sie von Exemplaren eines gleichen Typus abstammen. Wenn alle Urorganismen demselben Typus angehört hätten, so würde man mit Recht von typischer Einstämmigkeit der organischen Reihe reden können, unbeschadet dessen, daß die vielen Urmütter innerhalb ihres gemeinsamen Typus individuell verschieden und genealogisch nicht verwandt gewesen wären.

Entwickelungsreihen können parallel, divergent oder konvergent sein. Zum Parallelismus drängt die Gleichheit der inneren Entwicklungsgesetze hin; da aber jede Entwicklung zugleich Anpassung an äußere Umstände ist, und diese an verschiedenen Örtlichkeiten niemals ganz gleich, sondern nur ähnlich sind, so werden auch die Ergebnisse paralleler Entwickelungsreihen niemals ganz gleich, sondern nur ähnlich ausfallen. Zur Divergenz der Entwicklung führt die Tendenz zu fortschreitender Differenzierung beim Aufstieg, durch die die Varietätsunterschiede zu Artunterschieden, Gattungsunterschieden, Familienunterschieden usw. gesteigert werden. Nicht nur innerhalb jedes einstammigen Stammbaums zeigt sich diese Tendenz zur Differenzierung bei gleichzeitiger Steigerung der Organisationshöhe, sondern auch beim

Vergleich aller Stammbäume der irdischen Organisation. Die Konvergenz gewisser Entwicklungsreihen ergibt sich aus der Anpassung verschiedenartiger Organismen an ähnliche oder gleiche Lebensumstände, wenn sie unter Abänderung der gewohnten Lebensbedingungen in solche versetzt werden. So bilden z. B. Wassertiere der verschiedensten Ordnungen, wenn sie zur Luftatmung genötigt sind, Lungen aus; Insekten, Echsen (Archäopteryx), Vögel und Fledermäuse versehen sich mit Flügeln, um sich in die Luft erheben zu können; Echsen (*Ichthyosaurus*) und Wale nehmen fischartige Gestalt an, um das Wasser besser zu durchschneiden; verschiedene Läusearten, die an Haaren klettern, bilden das eine oder das andere Fußpaar zu einem Klammerorgan um.

Die Divergenz entspricht der Grundtendenz der Organisation, die nur durch Differenzierung im Aufstieg sich vervollkommen und zugleich alle Lebensgelegenheiten ausnützen kann. Die Konvergenz stellt sich überall ein, wo ursprünglich verschiedene oder durch Divergenz verschieden gewordene Typen sich an eine gleichartige Abänderung der Lebensbedingungen anpassen müssen. Parallelität verschiedener Entwicklungsreihen kann divergente und konvergente Vorgänge innerhalb einer jeden Entwicklungsreihe umspannen, wird aber immer nur auf begrenzten Strecken vorkommen, weil auf längeren Strecken örtlich gesonderter Entwicklungsreihen die Verschiedenheit der äußeren Umstände ihre Gleichheit überwiegt. Da das Prinzip der Entwicklung die größtmögliche Einfachheit der Urorganismen verlangt, diese aber die Geringfügigkeit ihrer Unterschiede voneinander einschließt, so muß die divergente Entwicklung erst längere Zeit gewaltet haben, ehe für den Eintritt konvergenter Entwicklung der Boden bereitet ist (Le. 68—71, 362—366).

Das philosophische Hauptinteresse der Abstammungslehre konzentriert sich auf die Abstammung des Menschen, weil im Menschen die organische Entwicklung in die kulturgeschichtliche übergeht. Der Mensch ist ein Säugetier, darum schließt die Frage nach der Abstammung des Menschen die nach der Abstammung der Säugetiere ein. Diese ist bis jetzt ebenso unaufgeklärt, wie die Abstammung der Wirbeltiere, die sich wahrscheinlich in weichen Vorfahren vollzogen hat, von denen die Gesteinschichten keine Reste aufbewahren konnten. Ansätze zu einem inneren Skelett zeigen sich in verschiedenen Tierordnungen (z. B. der *Sepia*); deshalb ist die Knorpelseite des Lanzettfischchens noch

kein Beweis einer genealogischen Verwandtschaft zwischen ihm und den Knorpelfischen. Daß die Fische ebenso wie die Vögel bloße Seitenzweige des Wirbeltierstammes bilden, ist ebenso wahrscheinlich, wie daß die Entwicklung der Säugetiere durch lurchartige Typen hindurchgeführt hat. Dagegen ist es schon zweifelhaft, ob die Entwicklung vom Lurch zum Säugetier durch die Stufe der Echse hindurchgegangen ist, oder diese übersprungen hat. Die Ursäuger (Schnabeltier und Ameisenigel) stellen einen abgesonderten Zweig dar, weil ihre Säugedrüsen umgewandelte Schweißdrüsen, nicht wie bei den höheren Säugetieren umgewandelte Hauttalgdrüsen sind, und da auch die Beuteltiere schwerlich als genealogische Vorfahren der höheren Säugetiere aufzufassen sind, so besteht zwischen diesen und den Lurchen eine fast ebenso große unüberbrückte Kluft, wie zwischen den Lurchen und Weichtieren.

Die großen Saurier sind wahrscheinlich durch kleine, bewegliche und angriffslustige Säugetiere von der Erde vertilgt worden. Diese besaßen größere Lebhaftigkeit durch ihre höhere Bluttemperatur, die sie wiederum durch ihre gefältelte Lunge und ihr Haarkleid gewonnen hatten, während die Amphibien bis heute mit einem glatten, ungefältelten, einfachen oder zweiteiligen Sack als Lunge begnügen. Die geschlossene Ländermasse Asiens und Europas, insbesondere ihre dem Wechsel der Eiszeiten ausgesetzten nördlicheren Teile, gewährte durch möglichst großen Wechsel der äußeren Lebensumstände den Organismen möglichst starke und mannigfaltige Reize zur Differenzierung und Höherbildung, während abgeschlossene kleinere Gebiete und Inseln solcher Reize ermangeln. In der Sekundärzeit gab es an Wirbeltieren nur Ursäuger und Beuteltiere, die sich bis nach Australien verbreiteten. Die Insektenfresser verdrängten sie dann in Asien, konnten aber weder Australien noch Südamerika erreichen, die damals also von Asien und Nordamerika abgetrennt gewesen sein müssen. Die Halbaffen gelangten bis Madagaskar, das damals noch mit den übrigen Kontinenten zusammenhing. Die Wanderung der Breitnasenaffen führte bis nach Südamerika, die der Schmalnasenaffen nur bis Nordamerika. Während die frühere Fauna in den offenliegenden Teilen der Erde jedesmal durch die überlegene spätere verdrängt wurde, konnte sie sich in den abgeschlossenen und gegen die nachdrängende Konkurrenz geschützten Bezirken behaupten (Le. 362—368).

Die vorgeschichtlichen Menschen, die wir aus Gräberfunden

jetzt in einer hinreichenden Zahl von Exemplaren kennen, um ihren Typus zu bestimmen, hatten kleinere Schädelkapazität, flachere Stirn, stärkere Augenwülste, vorspringende Kiefern und schwächeres Kinn, standen also dem Affen näher als die heutigen Menschen. Das von Eugen Dubois in Java gefundene Schädeldach steht dem *Dryopithecus*, einer ausgestorbenen Gibbonart, nahe, zeigt aber eine größere Kapazität als dieser und eine geringere als der vorgeschichtliche Mensch. Das Individuum, dem es angehörte, bildete also eine systematische Zwischenstufe zwischen beiden, gleichviel, welche Benennung man ihm beilegen mag. Der Fund rechtfertigt die Vermutung, daß der Mensch von allen anthropoïden Affenarten am nächsten mit dem Gibbon systematisch verwandt ist, aber keineswegs die Annahme, daß diese systematische Verwandtschaft zugleich als genealogische zu deuten sei. Die ganze direkte Vorfahrenreihe des Menschen kann uns unverwundbar verloren sein, und wenn doch der Zufall uns irgend ein Bruchstück derselben in die Hände spielen sollte, so würden wir keine Mittel haben, es als solches festzustellen. Nichtsdestoweniger ist es unzweifelhaft, daß der Mensch nur aus einer tierischen Vorfahrenreihe hervorgegangen sein kann, und daß in ihr die systematischen Stufen der Affen, Halbaffen und Insektenfresser vertreten gewesen sein müssen (Le. 368—372).

Der Mensch ist das, was er ist, gleichviel, wie er dazu gekommen ist, das zu werden, was er ist; nur die Prognose, was noch weiter aus ihm werden könne, wird eine andere sein, je nach der Art, wie er zu dem geworden ist, was er ist. Am schlechtesten wären seine Aussichten, wenn er ein gefallener Engel wäre, d. h. aus einer Devolution entsproßt wäre; nicht viel besser, wenn er durch ein einmaliges Schöpfungswunder aus Gottes Hand fix und fertig hervorgegangen wäre und sich seit der Schöpfung nicht verändert hätte; auch noch schlecht genug, wenn er durch blinde mechanische Notwendigkeit oder Zufall aus tierischen Vorfahren entstanden wäre; am besten, wenn er durch eine final geleitete Entwicklung aus niederen Anfängen zu seiner jetzigen Höhe gelangt ist. Das Produkt einer Devolution kann nur durch göttliche Wunderhilfe vor weiterer Degeneration bewahrt werden; der Stillstand in der Vergangenheit läßt auch für die Zukunft nichts besseres erwarten; die naturalistische und mechanistische Auffassung gibt auch die Zukunft der Menschheit der blinden, mechanischen Notwendigkeit und teleologischen Zufälligkeit preis; nur eine final geleitete Entwicklung in der Vergangenheit läßt die

Hoffnung auf fernerren Aufstieg gerechtfertigt erscheinen. Diese aber ist ausschließlich auf Grund der Abstammungslehre möglich und darum ist diese das wichtigste Palladium des Glaubens an die Zukunft der Menschheit, freilich nur dann, wenn sie im Sinne einer teleologischen Weltanschauung verstanden wird.

Durch die von Darwin angebahnte Verquickung der Abstammungslehre mit der Selektionstheorie ist der falsche Schein erweckt worden, als stände die Abstammungslehre ausschließlich im Dienste der naturalistischen und mechanistischen Weltanschauung. Die Gegner der letzteren wurden dadurch zugleich zu Gegnern der ersteren, weil sie sich die untrennbare Zusammengehörigkeit beider von der herrschenden Richtung der Naturwissenschaften suggerieren ließen und sie ungeprüft annahmen. Es kommt aber alles darauf an, welcher Art die Ursachen sind, durch die eine Spezies sich in eine andere umwandelt, ob sie rein mechanischer Art sind, oder ob solche nicht ausreichen und ordnende und leitende Kräfte höherer Art entscheidend eingreifen. Die Selektionstheorie behauptet das erstere und deshalb wird zunächst zu prüfen sein, ob sie mit dieser Behauptung recht hat. Erst nachdem sich gezeigt hat, daß die Selektion außerstande ist, die Abstammung einer Art von der andern begreiflich zu machen, wird die Bahn frei sein, um die wirklichen Ursachen der Artentstehung zu untersuchen.

IV. Die Selektionstheorie.

Damit Auslese im aktiven oder passiven Wettbewerb (U. III 389) um die Möglichkeit des Lebens eintreten kann, müssen mehrere Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein (U. III 415; Le. 77).

1. Die Existenzmöglichkeit darf nicht so reichlich sein, daß mehr Individuen, als vorhanden sind, zu leben haben; beziehungsweise die Vermehrung der Art darf nicht so spärlich sein, daß der ganze Nachwuchs zu leben findet. Für manche niedere Organismen ist die Gelegenheit zum Fortkommen allwärts geboten; bei manchen höheren Tieren ist der Nachwuchs so spärlich, daß die Individuenzahl auch ohne Selektion ziemlich konstant bleibt. Unzulänglichkeit der Lebensbedingungen für alle Individuen, beziehungsweise Überproduktion der Art im Nachwuchs ist demnach die erste Voraussetzung für das Zustandekommen einer Selektion (U. III 397; Le. 32).

2. Die Auslese der Überlebenden darf nicht vom Zufall abhängen, sondern von individuellen Eigenschaften, die einen Vorsprung in der Ausnützung der Lebensmöglichkeiten gewähren.

Im Kriege fallen nicht die Untüchtigsten am meisten, und welche der vielen Eier eines Bandwurms in einen Zwischenwirt gelangen, hängt nicht von ihrer individuellen Beschaffenheit ab, sondern vom Zufall (U. III 389—390; Le. 32, 54).

3. Es müssen Abänderungen bei der Fortpflanzung auftreten, die im Wettbewerb um die Lebensbedingungen nützlich sind. Nützlich im Wettbewerb sind nur solche Eigenschaften, die entscheidend im Daseinskampf zwischen mehreren Konkurrenten wirken, und zwar von ihrem ersten Auftreten an, nicht erst nach allmählicher Steigerung durch mehrere Generationen, weil es gar nicht zu einer solchen kommen könnte, wenn nicht schon die ersten Stufen selektiv wirkten. Nützlich sind sehr selten Eigenschaften, die im geringsten Maße auftreten; meist tritt ihre Nützlichkeit erst hervor, wenn sie durch allmähliche Steigerung im Laufe mehrerer Generationen einen gewissen Grad erreicht haben. Zwar der Züchter bei der künstlichen Zuchtwahl kann auch solche Abänderungen isolieren und konservieren, die im geringsten Maße seiner Absicht entsprechen; die Natur aber kann bei der natürlichen Zuchtwahl nur mit entscheidenden Abänderungen operieren, und deshalb sind die Erfahrungen der künstlichen Zuchtwahl nicht ohne weiteres auf die natürliche Zuchtwahl zu übertragen (Le. 66). Eigenschaften, die für ihre Besitzer bloß angenehm, aber nicht nützlich sind, können keine Selektion bewirken (U. III 391, 393, 395—396; Le. 31, 62). Am nützlichsten können solche Eigenschaften sein, die gleich bei ihrem ersten Auftreten eine starke Abänderung zeigen, d. h. aus den minimalen Variationen der gewöhnlichen Fortpflanzung heraustreten.

4. Die nützlichen Eigenschaften müssen als isolierte auftreten, um selektiv wirken zu können. Denn wenn, wie gewöhnlich infolge des Korrelationsgesetzes geschieht, ein ganzer Komplex gleichzeitiger Abänderungen verschiedener Eigenschaften auftritt, die teils nützlich, teils schädlich, teils indifferent sind, so kann nicht eine von diesen entscheidend wirken und noch weniger eine allmähliche Steigerung einer einzelnen durch Selektion eintreten.

5. Die nützlichen Eigenschaften müssen sich vererben, wenn sie nicht bloß dem Individuum, sondern auch seinen Nachkommen zugute kommen und zur Abänderung der Art beitragen sollen. Die zufälligen minimalen Abänderungen bei der Fortpflanzung zeigen aber keine besondere Neigung zur Vererbung, sondern fluktuiieren um den normalen Typus herum wie ein Pendel um seine Gleichgewichtslage und zeigen eine um so stärkere Neigung

zum Rückschlag in die Stammart, je weiter sie sich schon von dieser entfernt haben. Nur bei stark abweichenden, sprunghaften Abänderungen ist bisher eine Vererbungstendenz beobachtet worden; deshalb bieten diese der Selektion einen günstigeren Boden dar als die minimalen fluktuierenden Abänderungen.

6. Die nützlichen Abänderungen müssen nicht nur erblich sein, sondern auch vor Wiederuntergang in die Stammart durch Kreuzung bewahrt bleiben. Dies kann geschehen durch aktive Absonderung von der Stammart (Auswanderung), durch passive Absonderung von ihr (Eingreifen der absichtlichen Tätigkeit des Züchters oder geologische Umwälzungen) oder dadurch, daß die Abänderung nicht bloß vereinzelt, sondern in gleicher Weise in einer größeren Zahl von Individuen auftritt, sei es gleichzeitig, sei es in rasch aufeinander folgenden Generationen. Wo es sich bloß um zufällige, minimale, individuelle, und doch nützliche Abweichungen handelt, wird diese Bedingung selten genug erfüllt sein.

Da alle sechs angeführten Bedingungen zusammen treffen müssen, d. h. da überall jede einzelne von ihnen erfüllt sein muß, damit Selektion möglich wird, so sieht man daraus, daß die Entstehungsgelegenheit für Selektion in der freien Natur keineswegs so unbeschränkt ist, wie der Darwinismus annimmt. Innerhalb der so abgesteckten Grenzen kann aber Selektion wirken, und ihre Leistungen im Haushalt der Natur dürfen nicht unterschätzt werden. Ihre Leistungen sind hauptsächlich folgende:

1. Sie fixiert einen einmal an seine Umgebung angepaßten Typus und schützt ihn gegen Entartung, indem sie die mit minder nützlichen Eigenschaften ausgerüsteten Individuen ausmerzt. Sie wahrt ferner einen modifizierten, d. h. innerhalb seiner Artgrenzen vom normalen Stammtypus abgewichenen Typus vor seiner Rückschlagstendenz, insofern der Stammtypus der Umgebung weniger gut angepaßt ist als der modifizierte. Sie bekämpft endlich die Gefahr des Wiederunterganges des modifizierten Typus durch Kreuzung mit dem Stammtypus, wenn dieser neben ihm noch fortsetzt. Die Gesamtheit dieser biologischen Leistungen der Selektion entspricht derjenigen der Sperrklinke in einem mechanischen Triebwerk.

2. Sie trägt zur Veredelung des Typus innerhalb der Artgrenzen bei, indem sie die schwächeren, untüchtigen, unharmisch gebauten, kränklichen und gebrechlichen Individuen ausschaltet und nur die kräftigeren, tüchtigeren, harmonischen, wohl angepaßten und gesunden übrig läßt (U. III 387—388).

3. Sie wirkt eliminierend nicht nur innerhalb der Individuen einer Art, sondern auch zwischen Varietäten, Rassen, Unterarten und nahestehenden Arten, gleichviel wie dieselben entstanden sind. Daß von den unzähligen Arten und Varietäten, die die Erde bisher schon bewohnt haben, nur so wenige jetzt noch leben, und daß das System der jetzt lebenden Organismen ein Netz mit so vielen Lücken darstellt, das ist Wirkung der Selektion (U. III 416—417).

4. Sie würde auch im Sinne einer mechanischen Koppelung wirken, nämlich das Zurückweichen gewisser Eigenschaften, die mit anderen in Wechselwirkung stehen, verhindern können, wenn diese Koppelung nicht schon in ausreichendem Maße durch das Korrelationsgesetz gegeben wäre. Da das letztere in vielen Fällen diese Koppelung allein bewirkt, wo die Selektion nicht wirken kann, so wird es an der Koppelung wohl auch in solchen Fällen die Hauptsache bewirken, wo die Selektion mitwirken und es unterstützen kann (U. III 417).

5. Sie kann bei wechselnder äußerer Umgebung auf Grund der fluktuiierenden Variation eine indirekte Anpassung des Typus innerhalb der Artgrenzen zustande bringen, vorausgesetzt, daß nicht schon die direkte Anpassung und der Einfluß der äußeren Umstände ihr darin zuvorkommen. Letztere beiden bewirken in vielen Fällen eine Abänderung innerhalb der Artgrenzen, wo Selektion nicht wirken kann; deshalb werden sie wohl auch in solchen Fällen die Hauptsache bewirken, wo Selektion mitwirken und sie unterstützen kann.

Alle diese Leistungen sind wesentlich negativ bis auf die Veredelung des Typus innerhalb seiner Artgrenzen; aber auch dieses positive Ergebnis wird indirekt durch negative Mittel, d. h. durch Ausmerzung des minder Tüchtigen hervorgebracht. Auch so könnte das Endergebnis kein positives sein, wenn nicht vor Eintritt der Auslese schon positive Prinzipien produktiv tätig wären, die der negativen Auslese ein geeignetes Material darbieten. Zugeleich ist zu beachten, daß die Selektion zwischen Varietäten und Arten nur dadurch wirkt, daß sie sich nicht auf minimale Abänderungen der fluktuiierenden Variation beschränkt, sondern alle Abweichungen, große und kleine, sprunghafte und allmähliche, planmäßig geordnete und zielstrebig oder zufällig entstandene umfaßt (U. III 386).

Was die Selektion als solche nicht leisten kann, das ist positive Produktion. Sie kann nicht einmal innerhalb eines

Artypus Abänderungen hervorbringen, wenn diese sich nicht von selbst durch Variation einstellen, durch Vererbung fixiert werden und ihr nun die Aufgabe übrig lassen, die nicht abgeänderten Exemplare der Art zu vernichten. Sie kann noch weniger Abänderungen hervorbringen, die die Artgruppen überschreiten, wenn diese nicht von selbst, sei es durch Häufung kleinster Abänderungen, sei es durch sprunghafte Abänderung auftreten und ihr nur die Aufgabe übrig lassen, die rückständigen Exemplare der Stammart zu vernichten. Sie kann morphologische Abänderungen, die keinen Nützlichkeitswert im Kampf ums Dasein haben, weder hervorbringen, noch auch, sofern sie unabhängig von ihr entstanden sind, in ihrem Bestande unterstützen. Es gibt ja morphologische Abänderungen, die durch Häufung physiologischer über ein gewisses Maß hinaus entstanden sind, und bei solchen kann die Selektion negativ mitwirken in jener Entstehungszeit, wo die Abänderungen noch physiologischen Charakter und durch ihn einen Nützlichkeitswert haben, aber nicht mehr in der Periode, in der sie morphologisch verfestigt sind und beides verloren haben. Die wichtigsten morphologischen Unterschiede, z. B. der Ordnungen voneinander, sind aber überhaupt nicht aus physiologischen Abänderungen hervorgegangen und haben zu keiner Zeit einen Nützlichkeitswert im Kampf ums Dasein besessen; gleichwohl sind sie die allerbeständigsten Merkmale, obwohl sie der Selektion keine Angriffspunkte bieten (U. III 397—399, 402). Auch erschöpft sich die Zweckmäßigkeit der Organisation nicht, wie der englische Utilitarismus meint, in der bloßen Nützlichkeit im Daseinskampf, sondern drückt sich noch weit mehr in der Organisationshöhe aus, d. h. in den rein morphologischen Merkmalen ohne Selektionswert (U. III 401, 403).

Die Selektion kann überhaupt nichts hervorbringen, was nicht schon in ihren Voraussetzungen, der Variation und Vererbung, drinsteckte. Wenn also als Ergebnis der Selektion etwas Zweckmäßiges oder eine indirekte Anpassung hervortritt, so muß dieses Zweckmäßige oder Angepaßte durch zweckmäßige oder sich anpassende Variation entstanden und durch Vererbung vor dem Wiederuntergang geschützt worden sein. Die Selektion hat dabei nichts zu tun, als das Unzweckmäßige oder schlechter Angepaßte auszuschalten, trägt aber zur Entstehung des Zweckmäßigen oder besser Angepaßten nicht das Mindeste bei. Wenn die Verhältnisse der Umgebung sich ändern, so daß ein Typus nicht länger bei ihnen bestehen kann, so stirbt er eben aus, wie dies unzähligen

Typen in der Erdgeschichte widerfahren ist; die Selektion vermag ihn dagegen in keiner Weise zu schützen, beschleunigt vielmehr seinen Untergang. Nur wenn er sich durch allmähliche oder sprunghafte zweckmäßige Abänderungen den veränderten Umständen anpaßt, kann er fortbestehen; ob er dies aber vermag oder nicht, darauf hat die Selektion keinen Einfluß (U. III 400; Le. 45, 54, 129—130). Die Zweckmäßigkeit oder Angepaßtheit wird also keineswegs durch die Selektion hervorgebracht, sondern nur, sofern sie unabhängig von derselben auftritt, durch sie bis zu einem gewissen Grade unterstützt, nämlich im Kampf gegen das Überwundenwerden durch minder Zweckmäßiges. Die zweckmäßige Anpassung als Lebenstätigkeit ist also die Voraussetzung der Selektion und keineswegs ihr Produkt.

Wenn die Selektion ohne die Voraussetzung zwecktätiger Anpassung zweckmäßige Angepaßtheit sollte hervorbringen können, wenn mit anderen Worten die Selektion eine rein mechanische Erklärung zweckmäßiger Ergebnisse sollte liefern können, so müßte die Variabilität rein zufällig, richtungslos und unbegrenzt, und die Vererbung aller so entstandenen Abänderungen mechanisch gesichert sein. Daß diese Voraussetzungen sämtlich nicht zutreffen, darüber ist man sich heute einig. Die Variabilität entfaltet sich gesetzmäßig nur in bestimmten Richtungen, steigert sich in derselben Richtung nur bis zu einem gewissen Grade und zeigt unverkennbar in sehr vielen Fällen eine zwecktätige Anpassung an die Veränderung der äußeren Umstände (U. III 405—410; Le. 30—31). Die Vererbung konserviert die Abänderungen um so weniger, je kleiner, je zufälliger und je zweckloser sie sind, und je mehr sie sich schon in derselben Richtung gehäuft haben. Die Vererbung geht ebensowenig eigensinnig ihre eigenen Wege, wie die Variabilität, und beide arbeiten einander final in die Hände. Der Anspruch der Selektionstheorie, die Zweckmäßigkeit des Organischen, wo nicht gar das Leben selbst, auf rein mechanischem Wege erklären zu können, ist schlechterdings unhaltbar, gleichviel, wie man im einzelnen über die Grenzen ihrer Wirksamkeit denken mag (U. III 383—405).

Im ganzen ist das Ansehen der Selektionstheorie in dem letzten Jahrzehnt sehr zurückgegangen, ja sogar in eine gewisse Unterschätzung umgeschlagen (Le. 30—77). Selbst die früheren Paradestücke der Selektionstheoretiker, die Schutzfärbung und die natürlichen Masken (Mimicry) werden jetzt überwiegend anders gedeutet (Le. 25—26, 45—46, 55). Aber ehe man eine solche

Theorie, die ein Menschenalter geherrscht hat, durch andere ersetzt, sucht man zunächst sie durch Erweiterungen zu vervollständigen und dadurch ihr Anwendungsgebiet auszudehnen. So ergänzte schon Darwin die natürliche Zuchtwahl durch die geschlechtliche, und Roux und Weismann fügten zu der Individualselektion die Kormalselektion, Histonalselektion und Germinalselektion hinzu, d. h. die Selektion unter Stöcken, Geweben und Keimteilchen.

Die geschlechtliche Zuchtwahl kommt nur bei höheren Tieren, insbesondere bei einem Teil der Säugetiere und Vögeln vor; denn sie setzt eine Auswahl der Männchen unter den verfügbaren Weibchen oder eine Auswahl der umworbenen Weibchen unter den Bewerbern voraus. Die Vererbung bei der geschlechtlichen Zuchtwahl ist besonders launenhaft, bald eingeschlechtlich, bald zweigeschlechtlich, und steht in noch engerer Verknüpfung mit der Abänderungstendenz als bei der natürlichen Zuchtwahl. Die Merkmale, nach denen die geschlechtliche Auswahl erfolgt, sind teils Stärke und architektonische Wohlgestalt im allgemeinen, teils sekundäre Sexualcharaktere. In ersterer Hinsicht wirkt die Sexualselektion kräftigend und veredelnd auf die Art, in letzterer Hinsicht züchtet sie stärker hervorstechende sekundäre Sexualcharaktere, die teils häßlich (z. B. Stinkdrüsen), teils schön sind. Auch die schönen Merkmale wirken nicht dadurch, daß sie schön sind, sondern dadurch, daß sie geschlechtlichen Reiz hervorbringen. Daß sie dies aber tun, und daß sie dadurch nebenbei und unwissentlich zur Veredelung und Verschönerung des Typus beitragen, beruht auf einer eminent teleologischen Einrichtung der geschlechtlichen Instinkte und ihrer Reizempfänglichkeit. Während bei der natürlichen Zuchtwahl zwar Variation und Vererbung nicht mechanisch sind, und nur die Auslese im Kampf ums Dasein mechanisch ist, sind bei der geschlechtlichen Zuchtwahl alle drei Faktoren nicht mechanisch, die geschlechtliche Auswahl sogar bewußt-psychisch und unbewußt-final. Eine Abänderung des Typus, die die Artgrenzen überschritte, kann durch Sexualselektion niemals zustande kommen; für den bei weitem größten Teil der Organismen (Pflanzen und niedere Tiere) spielt sie gar keine Rolle (U. III 431—444; Le. 56).

Bei der Stockselektion tritt die Schwierigkeit ein, daß der Träger der Variation und der der Selektion nicht mehr identisch sind; denn ersteres sind die einzelnen Personen, letzteres der Stock als Ganzes. Wo die Personen miteinander verwachsen sind, wie bei einem Baume, einem Korallen- oder Siphonophoren-Stock,

da soll der gemeinsame Saft- oder Blutumlauf eine mechanische Korrelation hervorbringen. Aber eine solche Korrelation tritt auch in vielen Fällen ein, wo die Personen räumlich getrennt sind, z. B. bei den zwei Geschlechtern oder den verschieden ausgestalteten Individuenarten der Ameisen- und Bienenstaaten. Dasselbe Prinzip, das bei getrennten Personen für zweckmäßige Korrelation der polymorphen Typen sorgt, kann es auch bei verbundenen Personen im Stock tun. Ist doch die gleichzeitige Ausbildung mehrerer Merkmale, deren jedes nur unter Voraussetzung des andern nützlich ist, überhaupt nicht durch Selektion zu erklären, gleichviel, ob sie sich an getrennten Individuen oder an den verschiedenen Teilen eines Individuums entwickeln, sondern weist auf eine final-korrelative Variation zurück (U. III 492—494; Le. 30—31).

Die Gewebeselektion setzt einen Kampf der Teile im Organismus um Nahrung und Raum voraus; der Mangel an Überproduktion soll durch funktionelle Anpassung ersetzt werden, d. h. dadurch, daß die Funktion der Teile auf sie als Ernährungsreiz wirkt. Weder zu starke noch zu schwache Anspannung wirkt als Ernährungsreiz, sondern nur eine gewisse mittlere, und daß sie dies tut, ist selbst schon eine zweckmäßige Einrichtung des Organismus. Während im Alter die Funktion aufhört, als Ernährungsreiz zu wirken, ist sie in der embryonalen Periode des Wachstums unnötig; diese erstreckt sich aber mit einem Teil des Keimplasma in die Periode der Vollkraft hinein und lagert sich über die funktionelle Anpassung über. Soweit solche besteht, ist sie eine Folge zweckmäßiger Reaktion des Zellplasma, gehört also unter das Lamarcksche Prinzip, nicht unter das Darwinsche, wie der irreleitende Titel Gewebeselektion vermuten läßt (Le. 26—30).

Bei den Teilchen eines Keimes fehlt, solange sie im Keimzustande bleiben, ebensosehr die funktionelle Anpassung wie die Überproduktion; in Ermangelung beider sollen die Keimteilchen durch Zufälligkeiten ihrer Lage in bezug auf den Saftstrom der Keimzelle verschiedene Ernährungsgelegenheit haben, dadurch verschieden schnell wachsen, und die rascher gewachsenen sollen dann um so mehr Nahrungsstoff an sich reißen und dadurch in der einmal eingeschlagenen Entwicklungsrichtung verharren. Es sind aber weder die Ernährungsmöglichkeiten der Keimteilchen innerhalb einer Keimzelle wesentlich verschieden, noch hängt das Wachstum bloß von äußerer Nährstoffzufuhr ab, noch auch steigt der Appetit mit dem Grade der Sättigung. Die ganze Germinal-

selektion ist ein Hypothesengebäude auf unhaltbarem Fundament (Nord und Süd, Heft 325, April 1904, S. 78—81; Le. 39—41).

Daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung und bei Stöcken und Tierstaaten die Selektion überhaupt Angriffspunkte findet, beruht auf teleologischen Instinkten und Korrelationen; die Gewebeselektion wird nur uneigentlich zur Selektionstheorie gerechnet, weil die funktionelle Anpassung vielmehr eine direkte zwecktätige Reaktion des Zellplasma ist, und die Keimselektion ist eine wertlose Fiktion. Die von diesen Erweiterungen der Selektionstheorie erhoffte Stärkung derselben ist also fehlgeschlagen und es behält bei dem oben abgegebenen Urteil über die natürliche Zuchtwahl sein Bewenden.

V. Die Wege der Artentstehung.

Die Erfahrung hat uns bis jetzt kein Beispiel geliefert, in welchem die Entstehung einer echten, Linnéschen Art von uns hätte beobachtet werden können. Dagegen ist die Entstehung von Rassen, Varietäten, Spielarten oder Unterarten vielfach von uns beobachtet worden. Bei der oben (S. 138—139) dargelegten Flüssigkeit des Artbegriffes dürfen wir annehmen, daß dieselben Ursachen, die sich bei der Bildung von Unterarten betätigen, bei wiederholter oder fortgesetzter Wirksamkeit auch ausreichen werden, um den Übergang von einer Art in die andere zu bewerkstelligen, soweit ein solcher überhaupt erfolgt. Erfahrungsgemäß bedient die Natur sich dreier Wege, um ohne Mitwirkung künstlicher Züchtung neue Unterarten hervorzubringen, der Bastardierung, der direkten Anpassung an veränderte äußere Umstände und der sprunghaften Abänderung. Bei jedem dieser drei Wege ist stillschweigend vorausgesetzt, daß das so entstandene Neue durch Vererbung erhalten wird, und die Erfahrung bestätigt dies in allen drei Fällen wenigstens bis zu einem gewissen, praktisch ausreichenden Grade.

1. Die Bastardierung führt zu keinen neuen Merkmalen, sondern nur zu einer bisher nicht dagewesenen Mischung der Merkmale der gekreuzten Arten. Die Bastarde sind unfruchtbar untereinander, wenn die gekreuzten Arten zu weit voneinander verschieden sind. Auch wenn sie fruchtbar sind, treten in den nachfolgenden Generationen die gemischten Merkmale häufig wieder auseinander, d. h. ein Teil der Nachkommen schlägt in die Stammarten zurück. Es gibt aber auch Bastardrassen, die sich in dem Mischungsverhältnis ihrer Merkmale konstant erhalten,

z. B. eine Anzahl Handelsblumen. Wo der Schein auftritt, als ob durch die Bastardierung neue Merkmale entstanden wären, handelt es sich allemal um Atavismus, d. h. um die Auslösung von Keimanlagen, die in den gekreuzten Arten latent geworden waren. So kann z. B. die Bastardierung als ein Reiz wirken, um bunte Blütenfarben, die den Stammarten in einfaches Weiß verloren gegangen sind, wieder hervortreten zu lassen. Die Kreuzung führt weder zu einer Anpassung, noch zu einer Steigerung der Organisation; sie erscheint mehr als ein Naturspiel, das für die Gesamtentwicklung der Organisation von verschwindender Bedeutung ist.

2. Die direkte Anpassung vereinigt in sich die Prinzipien Geoffroy St. Hilaires und Lamarcks, nämlich den direkten Einfluß äußerer Umstände und den Einfluß des Gebrauchs und Nichtgebrauchs auf die Organe.

Der Einfluß äußerer Umstände auf Organismen ist stets vermittelt durch eine Reaktion in dem Verhalten der Organismen selbst; Anpassung ist diese nur, wenn die eintretende Veränderung die Lebensfähigkeit und Widerstandsfähigkeit der Organismen unter den veränderten Umständen erhöht, d. h. wenn sie zweckmäßig ist. Es gibt stürmische Reaktionen, die ihr Ziel verfeheln und den Untergang nicht hindern; in anderen Fällen führen aber stürmische Reaktionen zu einer zweckmäßigen Anpassung an plötzlich stark veränderte Umstände. Wenn die Umstände, z. B. Salzgehalt des Wassers, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, sich langsam und stetig ändern, kann auch die reaktive Anpassung allmählich vor sich gehen und sich auf viele Generationen verteilen. Wenn eine Art plötzlich in wesentlich veränderte Verhältnisse gebracht wird, so pflegt sie in spätestens fünf Generationen ihre Anpassungsfähigkeit erschöpft zu haben; was sie bis dahin an Abänderungen nicht erreicht hat, gelingt ihr überhaupt nicht zu erreichen (Le. 71—73). Manche Arten zeigen große Schmiegsamkeit in der Anpassungsfähigkeit, andere eine auffallende Starrheit. Die Abänderungen, die so entstehen, pflegen nicht einzeln, sondern in zusammengehörigen Gruppen aufzutreten, wie das Korrelationsgesetz es verlangt. Sie sind zunächst nicht erblich und schlagen in die Stammart zurück, sobald der Reiz der äußeren Umstände aufhört, durch die sie reaktiv hervorgerufen waren; je länger aber diese Umstände andauern, desto mehr befestigen sie sich, werden erblich und bestehen dann auch nach dem Wiederaufhören der Umstände fort, wofür nicht eine im entgegengesetzten Sinne wirksame neue Anpassung sie zurückbiegt (U. III 420—422).

Der Einfluß des Gebrauchs und Nichtgebrauchs tritt an ganzen Organen am auffälligsten in die Erscheinung, muß aber ebensogut wie der Einfluß äußerer Umstände bei den Geweben und Zellen seine Hebel ansetzen. Während bei dem Einfluß der äußeren Umstände noch gar keine Aktivität der Bewegung zutage tritt, spielt diese bei dem Gebrauch und Nichtgebrauch und der verschiedenartigen Gebrauchsweise der Bewegungsorgane die Hauptrolle. Während dort die reaktive Anpassung unmittelbar eine nutritive ist, tritt hier ein veränderter Bewegungstrieb oder Instinkt als Vermittler auf, der die Funktionsweise modifiziert, und erst die abgeänderte Funktionsweise wirkt als der Reiz, auf den der Organismus mit einer abgeänderten Ernährung reagiert. In der Mitte zwischen beiden steht die bloß passive Inanspruchnahme von Bindegewebsfasern und Knochenbälkchen durch Zug und Druck, auf die sofort eine nutritive Reaktion erfolgt. Der Gebrauch stärkt und verfeinert alle Organe, und zwar nicht bloß in bezug auf nützliche, sondern auch in bezug auf bloß angenehme Eigenschaften, z. B. die Ausübung von Talenten; der Nichtgebrauch läßt sie verkümmern, ohne sie ganz vernichten zu können (U. III 422—431).

Je mehr Generationen hindurch die Verkümmерung eines Organs andauert, in desto frühere embryonische Entwickelungsstadien des Organs greift sie zurück. Ebenso wirkt die Stärkung und Verfeinerung eines Organs um so nachhaltiger auf die embryonische Entwicklung desselben ein, je länger sie schon angedauert hat. Individuell erworbene Merkmale müssen nach dem Korrelationsgesetz nicht nur alle übrigen Teile des Organismus beeinflussen, sondern vor allem auch das Keimplasma der Fortpflanzungszellen. Je deutlicher der finale Charakter der funktionellen Anpassung erkannt wird, desto näher liegt die Einsicht, daß dieselbe Finalität, die diese Anpassung zu einer zweckmäßigen macht, auch um so mehr Sorge für ihre Vererbung tragen wird, je wichtiger dieselbe für den Organismus ist. Während passive peripherische Eindrücke (Verletzungen, Verstümmelungen, Gedächtniseindrücke der Großhirnrinden) nicht vererbbar sind, wächst die Vererbungsfähigkeit um so mehr, je näher die Eindrücke das Zentrum des Lebens berühren, je tiefer sie die submikroskopische Molekularstruktur des Zellplasma erschüttern, und je mehr sie auf aktiver Gegenwirkung des Organismus selbst gegen die Außenwelt beruhen. Wenn auch manche früher angenommenen Fälle von Vererbung erworbener Eigenschaften sich vor der Kritik als nicht

stichhaltig erwiesen haben und die Zahl der beglaubigten Fälle vorläufig noch gering ist, so ist doch der indirekte Beweis aus der Abstammungslehre völlig zwingend. Weder eine divergente noch eine konvergente Umwandlung durch Abstammung, die zugleich fortschreitende Anpassung zeigt, ist möglich ohne die Vererbung der individuell erworbenen Anpassungen. Am deutlichsten wird dies bei dem geistigen Fortschritt der Menschheit in der Kulturgeschichte, d. h. bei der allmählichen Gehirnvervollkommnung der Menschenrassen. Wenn wir auch die Wege, auf denen der korrelative Einfluß übermittelt wird, noch nicht genau verfolgen können, so bieten doch die chemischen Wirkungen des gemeinsamen Saftstroms, zu dem jede Zelle ihren eigenartigen Beitrag liefert, und die dynamischen Wirkungen der Nerven und übergreifenden Plasmafäden Mittel genug, so daß man nicht nötig hat, zu der Hypothese zu greifen, daß organisierte Teilchen (Pan-gene) von allen Zellen auf die Fortpflanzungszellen übertragen werden (Le. 41—42, 52—53, 56—58, 328—336; U. II 267—271; Nord und Süd 1904, Nr. 325, S. 75—78).

Die direkte Anpassung, die das St. Hilairesche und das Lamarcksche Prinzip in sich vereinigt, ist das Prinzip des Neu-lamarckismus und stellt sich der selektiven indirekten Anpassung als dem Prinzip des Darwinismus gegenüber. Während bei letzterer eine zufällige und richtungslose Variabilität angenommen wird, behauptet die erstere in Übereinstimmung mit der Erfahrung eine tendenziöse, bestimmt gerichtete Variabilität. Während es bei der letzteren vom Zufall abhängt, ob unter den vielen zufälligen Abänderungen auch angepaßte vorhanden sind, die nach dem Walten der Selektion allein übrigbleiben, kann bei der ersten nur dann von wirklicher Anpassung die Rede sein, wenn die einzige gegebene reaktive Variationstendenz sich in Anbetracht der veränderten äußeren Umstände als nützlich erweist. Während die letztere nur mit Abänderungen rechnet, die sich bei der Fortpflanzung ergeben, umspannt die erstere sowohl diese als auch die während des Individuallebens eintretenden Abänderungen und sieht in den Abänderungen der Fortpflanzung nur die Fortpflanzung und Steigerung der individuellen Abänderungen.

Die direkte Anpassung bringt unmittelbar nur physiologische Abänderungen hervor, und erst mittelbar können diese mit der Zeit auch zu morphologischen Abänderungen führen, indem die Verkümmерung einzelner Organe und die Vergrößerung und Umgestaltung anderer den ganzen Typus auch morphologisch um-

wandeln. Aber das Grundschema des Baues bleibt doch durch die direkte Anpassung unberührt, wie sehr auch die morphologischen Glieder ihr Aussehen und damit das des Ganzen verändern mögen. Morphologische Umwandlung eines Grundtypus in einen andern vermag die direkte Anpassung niemals zu leisten; denn eine solche ist nur durch einen Sprung möglich, und Sprünge sind der direkten Anpassung ebenso versagt wie der indirekten.

Der Neulamarckismus hat neuerdings unter den Biologen in demselben Maße an Boden gewonnen, wie die Selektionstheorie verloren hat; die meisten Botaniker und viele Paläontologen haben ihn akzeptiert, und er würde noch weit mehr Anerkennung finden, wenn nicht die mechanistische Weltanschauung und die Abneigung der meisten Naturforscher gegen unbewußte Naturfinalität ihm im Wege ständen. Ein großer Teil der Anhänger des Neulamarckismus macht es sich nicht klar, daß bewußte Absicht nur bei höheren Tieren, und auch da nur in sehr beschränktem Maße mitspielen kann, daß die direkte Anpassung in der Hauptsache auf nutritiven Vorgängen beruht, die der bewußten Absicht selbst da, wo solche besteht, entzogen sind, und daß das zweckmäßige Ergebnis der bestimmt gerichteten reaktiven Variabilität demnach nur noch auf unbewußter Naturfinalität beruhen kann. Ein Teil der Naturforscher, der diesen Zusammenhang durchschaut und nichts so sehr scheut, als durch die Anerkennung unbewußter Naturfinalität dem Vitalismus in die Arme getrieben zu werden, hält sich dem Neulamarckismus mißtrauisch fern und klammert sich lieber mit krankhafter Ängstlichkeit an die Selektionstheorie in irgend einer ihrer Gestalten trotz aller ihr entgegenstehenden Bedenken, bloß darum, weil sie die letzte Hoffnung vorspiegelt, mit der mechanistischen Weltanschauung in der Biologie auszukommen (Le. 50—52, 41—42, 64—65, 68, 115—116, 120—121).

3. Die sprunghafte Abänderung, von Kölliker „heterogene Zeugung“, von de Vries „Mutation“ genannt, galt vor einem Menschenalter noch als eine bloße Hypothese, die, weil sie weder in das alte System der konstanten Arten, noch auch in das der gehäuften kleinsten Abänderungen paßte, mit äußerstem Mißtrauen betrachtet wurde; sie ist aber neuerdings durch einen zunehmenden Kreis von Erfahrungen (Korschinsky, Gautier, Standfuß, de Vries, Müller, Dreyer usw.) sicher gestellt worden und findet jetzt ein rasch zunehmendes Interesse. Während die fluktuiierende Variabilität und die direkte Anpassung allgemein verbreitete Erscheinungen sind, kommt die sprunghafte Abänderung nur ausnahms-

weise vor und gelangt deshalb auch verhältnismäßig selten zur Beobachtung.

Während die direkte Anpassung nach einer einzigen bestimmten Richtung geht, um die verlorene Harmonie mit der Umgebung herzustellen, zeigt die sprunghafte Abänderung ebenso wie die fluktuierende Variabilität gewöhnlich ein gleichzeitiges Auseinandergehen nach verschiedenen Richtungen, die teils unzweckmäßig, teils zweckmäßig in bezug auf die gegebenen Umstände sind und deshalb der Selektion Gelegenheit zur Betätigung geben. Während die fluktuierende Variabilität Rückschlags tendenz zeigt, und die direkte Anpassung nur bedingungsweise mit einer Vererbungstendenz der durch sie erlangten Abänderungen zusammentrifft, sind die durch sprunghafte Abänderung entstandenen Formen sofort erblich. Wie die direkte Anpassung je nach den Umständen zur Rückbildung, Umbildung auf gleicher Stufe oder Höherbildung führen kann, so sind auch alle drei Arten der Metamorphose unter den Produkten der sprunghaften Abänderung vertreten. Indem die Selektion die jeweilig unangepaßten Formen beseitigt und nur die zu der Umgebung passenden übrig läßt, wirkt das Vorhandensein von besser angepaßten Formen unter den Ergebnissen der explosiven Zersplitterung als teleologisches Moment. Je nach den Umständen kann bald die eine, bald die andere der vielen entstehenden Formen die zweckmäßigste sein und sich behaupten, vielleicht gar die Stammform verdrängen.

Wir wissen bis jetzt nichts darüber, welche inneren oder äußeren Reize die Keimanlagen einer Art so beeinflussen, daß sie zu sprunghafter Abänderung befähigt werden, ob diese Umwandlung schnell oder sehr allmählich in latenter Weise erfolgt, und durch welche Reize die ausgebildete Keimanlage für sprunghafte Abänderung ausgelöst wird. Dagegen lehrt die Erfahrung, daß bei der sprunghaften Abänderung nicht wie bei plötzlich auftretenden Monstrositäten ein einzelnes Merkmal abgeändert wird, sondern gleich ein ganzer zusammenhängender Komplex von Merkmalen, daß also das Korrelationsgesetz auch bei ihr seine Herrschaft behauptet. Jede morphologische Abänderung muß letzten Endes durch eine vom Stammtypus abweichende embryonische Entwicklung entstehen, durch eine Zellteilung in einer Entwicklungsphase, welche beim Stammtypus keine enthält, oder durch das Unterbleiben einer Zellteilung zu einer Zeit, wo sie für die Stammart typisch ist. Hier liegt der Sprung in der Abänderung,

der seine Erklärung fordert und im weiteren Verlaufe so bedeutende Abweichungen zur Folge hat.

Alle morphologischen Typenverschiedenheiten, die nicht auf Vergrößerung, Verkleinerung oder Umbildung schon bestehender Organe, sondern auf einer Änderung der Zahlenverhältnisse oder auf wesentlich veränderter Stellung der Organe zueinander beruhen, können nicht anders entstehen als durch sprunghafte Abänderung. Solche morphologischen Verschiedenheiten sind aber grundlegend für den Unterschied der Arten, Familien und Ordnungen und sind die allerbeständigen, obwohl sie keinen erkennbaren Vorteil im Kampf ums Dasein gewähren. In ihnen vollzieht sich der Aufstieg der Organisation von einfachen und niederen zusammengesetzten und höheren Typen; sie bilden das Gerippe des Systems der Organismen, das durch die direkte Anpassung nur mit Fleisch, Fettpolster und Haut bekleidet wird. Die direkte Anpassung kann deshalb Artumwandlung nur innerhalb desselben Typus hervorbringen, z. B. durch Anpassung von Tieren und Pflanzen an ein Schmarotzerleben; wie sehr dabei auch das Aussehen des fertigen Organismus sich durch Verkümmерung von Organen ändern mag, die Embryologie zeigt doch, daß der Grundtypus unverändert bleibt. Die direkte Anpassung allein könnte daher auch niemals den ganzen Stammbaum der Organisation aus sich hervorbringen, während die sprunghafte Abänderung es sehr wohl kann, wenn auch mit Fortlassung der feineren Übergänge.

Direkte Anpassung und sprunghafte Abänderung reichen in ihrer Verbindung ohne jede Selektion nicht nur aus, um alle jetzt lebenden Organismen entstehen zu lassen, sondern auch um alle ausgestorbenen hervorzubringen, die in früheren Erdperioden längere oder kürzere Zeit gelebt haben. Die Selektion hat bei dieser Hervorbringung keine Rolle gespielt, sondern nur bei der Vernichtung der ausgestorbenen Arten, bei dem Ausjäten und dem Reißen der großen Lücken, die das System der Organismen zu jeder Zeit gezeigt hat. Wenn die direkte selektive Anpassung eine Art bis an die Grenze ihres Typus umgebildet hat und der Rückenschlagstendenz zum Trotz auf dieser Grenze erhält, so mag die so umgebildete Art sich noch so nahe mit gewissen Varietäten einer anderen Art berühren — ein Umschlag der einen in die andere Art kann doch nur durch sprunghafte Abänderung der Vererbungstendenzen erfolgen. Eine solche Abänderung der Vererbungstendenzen in den Keimanlagen mag sich in latenter Weise allmäh-

lich vorbereiten oder nicht, jedenfalls ist ihr offenes Hervortreten der Augenblick einer sprunghaften Abänderung, und der Selektion fehlen die Bedingungen, um sich in solcher Abänderung zu betätigen (U. III 352—364, 371—372; Le. 33—36, 54, 64—65, 75—76 328—330).

Die beiden größten Sprünge im System der Organismen sind einerseits der Übergang von den einzelligen zu den mehrzelligen, andererseits der vom Tier zum Menschen.

Die einzelligen Organismen sind der größten Anpassung fähig und behaupten sich überall im Daseinskampf; es kann also nicht die direkte oder indirekte Anpassung sein, die sie über sich hinaustreibt und sie veranlaßt, die Produkte ihrer Zellteilung nicht voneinander zu lösen, sondern ihren ererbten Tendenzen zuwider zu Zellfäden oder Zellästen zu gestalten und diese zunächst lose durch eine Gallerte zu verbinden und endlich zu einem dichten Gewebe zu verfilzen. Während bei den einzelligen Organismen jede Zelle Fortpflanzungszelle ist, werden bei den mehrzelligen besondere Zellen dazu bestimmt und diese behalten die Tendenz zur Ablösung und Auswanderung, die ursprünglich allen Zellen gemein war, während sie in den übrigen Zellen der entgegengesetzten Tendenz zur Verwebung weicht. Die Fortpflanzungszellen übermitteln aber beide entgegengesetzten Tendenzen als erbliche Anlage an die Körperzellen und künftigen Fortpflanzungszellen. Die Zweckmäßigkeit dieser Vorgänge erweist sich nicht durch irgend welche Nützlichkeit oder Überlegenheit im Daseinskampf, sondern lediglich durch die Steigerung der Organisationshöhe, die auf diesem Wege erreicht wird. Zwar gibt es auch einzellige Algen, die mit ihrer einen vielkernigen Riesenzelle Wurzeln, Stengel und Blätter ausbilden; aber diese Formprinzipien gelangen doch erst in den vielzelligen Pflanzen zu gesicherter, vom umgebenden Medium unabhängiger Ausbildung. Die einzelligen Tiere bleiben auf sehr tiefer seelischer Stufe, und erst die Mehrzelligkeit gestattet eine höhere Geistesentwickelung. So erscheint der Übergang zur Mehrzelligkeit als ein vorbereitender Schritt, dessen zweckmäßige Wirkungen erst auf viel späteren Entwicklungsstufen zutage treten (Le. 254—267), ebenso wie dies auch von dem Ersatz der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch die geschlechtliche gilt.¹⁾

¹⁾ Die geschlechtliche Fortpflanzung leistet nichts anderes und nicht mehr für die auf sie eingerichteten Arten, wie die ungeschlechtliche Fortpflanzung für die auf sie eingerichteten Arten leistet, weder in Bezug auf

Der Mensch zeigt einen besonders großen Sprung in der Schädelkapazität, die in der Kindheit, also vor vollem Gebrauch des Gehirns, durch Verwachsen der Schädelnähte festgelegt wird. Wenn ein größeres Gehirn einmal gegeben ist, kann es durch Gebrauch vervollkommen und feiner durchgebildet werden; aber es muß erst gegeben sein und keinesfalls kann der Gebrauch des Gehirns den Erwachsenen nachträglich die Schädelkapazität vergrößern. Die menschliche Vorausüberlegung, das Mitteilungs- und Sprachbedürfnis sind spezifisch anders als bei den klügsten Tieren, und zwischen den vorweltlichen Gibbons und den ältesten Menschenrassen klafft in der Schädelkapazität eine gewaltige Lücke. Kein Affe hat durch Gebrauch sein Gehirn zur Sprachfähigkeit und Menschenähnlichkeit entwickelt; man muß vielmehr annehmen, daß das größere Gehirn, durch das der Mensch über den Affen hinausgehoben wurde, ihm als ein Geschenk der Natur durch sprunghafte Abänderung plötzlich zugefallen ist, und daß erst dieses größere Gehirn einem vergrößerten Bedürfnisse nach bewußter Überlegung und festen Begriffszeichen Raum gab (Le. 369—375).

Betrachtet man die fluktuierende Variabilität, wie sie der Selektionstheorie, die forschreitende, bestimmt gerichtete Abänderung, wie sie der direkten Anpassung zugrunde liegt, und die sprunghafte Abänderung, so haben alle drei Abänderungsweisen das gemein, daß nicht vereinzelte Merkmale allein abändern, sondern daß jede Abänderung eines Merkmals sofort mit der Abänderung einer ganzen Gruppe anderer Merkmale verbunden auftritt. Hierin drückt sich die gesetzmäßige Korrelation der Teile des Organismus aus. Der Organismus ist kein Mosaik, das

Variationsspielraum noch in Bezug auf Regulation der Artkonstanz; sie gewährt also keinen Vorteil im Kampf ums Dasein und bietet der Selektion keinen Angriffspunkt. Sie leistet aber auf erkennbare mechanische Weise, was uns bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in seiner Vermittelung dunkel bleibt. Sie vermehrt nämlich durch die Kreuzung zweier Erbmassen die Spielraumgröße und die Wahrscheinlichkeit fluktuierender Variation innerhalb der Artgrenzen und andererseits die Bürgschaft des Rückschlags in den Stammtypus und damit die Konstanz der Art. Sie bereitet aber auch der geschlechtlichen Selektion unter den höheren Tieren den Boden vor und wird noch wichtiger dadurch, daß sie die Grundlage der Familie bildet und aller der Gemütsbeziehungen, die aus dem Familienleben erwachsen und in der Menschheit erst die Kultur ermöglichen. Aber wie lange besteht die geschlechtliche Fortpflanzung im Pflanzen- und Tierreich ohne deutlich erkennbaren Zweck, ehe dieser indirekte Zweck auf späten hohen Entwicklungsstufen zum Vorschein kommt! (Le 352—361).

sich gleichgültig dagegen verhält, wenn man eines seiner Steinchen herausnimmt und durch ein anderes ersetzt, sondern ein zusammengehöriges Ganze, das von sich aus die Teile bestimmt. Die Harmonie der Teile im Ganzen erfordert gewisse Korrelationen in ihren Größenverhältnissen und ihrer relativen Beschaffenheit. Die Einsicht in diese morphologische Korrelation in jedem normalen Typus und in verschiedenen Speziestypen ist schon sehr alt; sie findet ihren wissenschaftlichen Ausdruck in richtig, d. h. naturgemäß gebildeten Art- und Gattungsbegriffen und der Zusammengehörigkeit ihrer spezifischen Merkmale. Die physiologische und evolutionistische Betrachtung schob diese ältere Einsicht bei Seite, um statt ihrer die Korrelativität eintretender Abänderungen zu betonen. Die mechanistische Weltanschauung faßte die Korrelation eines jeden gegebenen Typus lediglich als kausales Produkt der eingetretenen korrelativen Abänderungen und diese als das Ergebnis unorganischer Naturgesetzmäßigkeit auf. Aus morphologischem Gesichtspunkt erscheint dagegen das harmonische Gleichgewicht des Ergebnisses zugleich als der Zweck, zu dessen Herbeiführung die korrelativen Abänderungen bloß dienende Mittel sind (Le. 47—50).

Die eine Abänderung, die zunächst ins Auge fällt, und sich am deutlichsten als Anpassung an die veränderten Umstände darstellt, wird als die Ursache angesehen, die die übrigen korrelativen Abänderungen durch eine meist noch völlig unbekannte physiologische Vermittlung als ihre Wirkungen nach sich zieht. In der Tat ist aber auch schon die zuerst in die Augen fallende adaptive Abänderung eine Reaktion des ganzen Organismus auf die veränderten Umstände, und diese Reaktion schließt die korrelativen Abänderungen unmittelbar in sich, so daß zunächst kein Grund besteht, die eine als Ursache und die andere als Wirkungen im physiologischen Sinne anzusehen. Höchstens könnte man die eine adaptive Abänderung als den Zweck ansehen, zu dessen Herbeiführung der ganze Komplex korrelativer Abänderungen als Mittel gesetzt wird.

Das Korrelationsgesetz erscheint so als das höhere Gesetz, dem die Gesetze der fluktuierenden Variabilität, der direkten Anpassung und der sprunghaften Abänderung untergeordnet und unterworfen sind. Es schließt nicht nur die Korrelation der Teile in fertigen Typen, sondern auch die Korrelativität der Abänderungen bei aller Typenumwandlung in sich. Es bezieht sich nicht nur auf die Teile der Zelle untereinander, auf die Zellen und Organe in mehrzelligen Organismen und auf die Personen an einem Stock,

sondern auch auf die Korrelation der Individuen verschiedenen Geschlechtes in derselben Art, auf die polymorphen Individuen der Insektenstaaten, auf die Algen und Pilze in den Flechten, auf das Pflanzenreich und Tierreich im Naturhaushalt überhaupt und auf die Blüten und die sie bestäubenden Insekten im besonderen. Kurz das Korrelationsgesetz ist das umfassende Gesetz der organischen Natur, das die Harmonie in ihr hervorbringt und aufrechterhält, d. h. den Schöpfungsplan in Raum und Zeit verwirklicht. Es ist ein inneres Entwicklungsgesetz der Organisation, aber nicht in dem Sinne, als ob es sich dabei um die Außenwelt gar nicht kümmerte, sondern in dem Sinne, daß es den Änderungen der Außenwelt Rechnung trägt und sich ihnen anschmiegt. Da diese Änderungen der Außenwelt selbst gesetzmäßig und frei von gesetzmöglichkeit und Willkür sind, so kann auch die Harmonie zwischen dem inneren Entwicklungsgesetz der organischen Natur und den Veränderungen der unorganischen Außenwelt eine gesetzmäßige, teleologisch prästabilierte sein. So sind auch die Umwandelungen von Arten ineinander letzten Endes nur Ausflüsse des inneren organischen Entwicklungsgesetzes oder Korrelationsgesetzes, das zu bestimmen hat, ob sie sich in direkter Anpassung oder in sprunghafter Abänderung vollziehen sollen, und wo und wann (U. III 444—449).

VI. Die Vererbung.

Bei den einzelligen Organismen begreift man die Übereinstimmung der Tochterzellen mit der Mutterzelle leichter; bei den mehrzelligen aber hat man zu unterscheiden die Entstehung eines ausgewachsenen Organismus aus dem Keime und die Entstehung des Keimes im Mutterorganismus. Erst beide Vorgänge zusammen bewirken die Ähnlichkeit des erwachsenen Kindes mit der Mutter.

Entscheidend für das, was aus dem Keime werden kann, sind die Anlagen, die er von seinen Eltern empfangen hat; aber durch die äußeren Umstände kann die Entwicklung des Keimes auch beeinflußt und von ihrer geraden Bahn abgelenkt werden. Unzulängliche Nahrung führt zu Kümmerlingsformen; kleine Zusätze chemischer Stoffe zur Nahrung oder zum Wasser können bedeutende Veränderungen im Wachstum der Teile und bei Embryonen Mißbildungen verschiedener Art hervorrufen. Dasselbe gilt für die künstliche Umlagerung der Teile eines sich entwickelnden Eies oder für Störungen seiner Atmung. Pflanzen können sonderbare Abweichungen unter dem Reiz von Schmarotzerpilzen

oder Insektenstichen ausbilden; Raupen sind durch Veränderung der Temperatur und des Futters in verschiedenen Abarten von Schmetterlingen umzuwandeln und nehmen teilweise sogar die Farbe ihrer Umgebung an. Zum Teil sind diese Abänderungen der Entwicklung pathologisch, zum Teil aber fallen sie auch unter den normalen Variationsspielraum des Arttypus.

Für jeden Teil eines Organismus und für die Weiterentwicklung jedes Keimteiles sind alle anderen Teile als Umgebung und ihr Einfluß gleich dem äußerer Umstände zu schätzen. Wenn bei einem Hainwindröschen die Anlage zu einem Hüllenblatt in den Kreis der Blütenblätter hineingerät, so entwickelt sie sich unter den Einfluß des Blütenblätterkreises zu einem überzähligen Blütenblatt, während im Hüllblätterkreise das entsprechende Blatt fehlt. Die Eier der Tiere liefern bei ihrem Furchungsvorgang teils von vornherein Zellen mit verschiedenen Entwicklungsanlagen (Mosaikeier), teils aber bis zum Sechzehnzellenstadium Zellen von gleichartiger Anlage (äquipollente oder Regulationseier). Bei den ersten ist das, was aus jeder Eifurchungszelle wird, schon durch die differenzierte Anlage bestimmt, bei den letzteren dagegen lediglich durch die Lage zu den übrigen und den Einfluß dieser. Isoliert man eine der 16 Furchungszellen eines Regulationseies, so gibt sie einen ganzen Embryo, wie bei gewissen Moosen und Pilzen unter Umständen jede Zelle wieder zur ganzen Pflanze auswachsen kann. Läßt man aber die 16 Zellen verbunden, so bringen sie nicht 16, sondern auch nur einen Embryo hervor, und dieser fällt immer normal aus, wie man auch die Lage der Zellen zueinander verändern mag. Der Einfluß der Nachbarzellen genügt also, um jede Zelle zu veranlassen, daß sie auf die Ausbildung eines ganzen Embryo, zu der sie befähigt ist, verzichtet, und sich bescheidet, bloß denjenigen Teil des ganzen Embryo auszubilden, der ihrer Lage zu den übrigen entspricht.

Bei den äquipollenten oder Regulationseiern findet bis zum Sechzehnzellenstadium Gleicheilung und erst von da an Ungleichteilung statt, bei den Mosaikeiern dagegen schon bei der ersten Zweiteilung Ungleichteilung. Bei der Gleicheilung werden alle in der zu teilenden Zelle enthaltenen Anlagen gleichmäßig auf die Teilungsprodukte übertragen; bei der Ungleichteilung dagegen wird in jeder Teilungszelle ein Teil der Gesamtanlagen entwickelt, ein anderer Teil unterdrückt und ein dritter bleibt unentwickelt und unverkümmert latent. Der Grundstock der überkommenen Anlagen wird auf diese Weise gerade so weit diffe-

renziert, wie die Zwecke der physiologischen Arbeitsteilung es verlangen. Aber auch die Produkte der Ungleichteilung bleiben artgleiche Zellen; mögen sie infolge der physiologischen Differenzierung noch so verschieden aussehen und chemisch noch so verschieden ausgestaltet sein, so bleiben sie doch in ihrer submikroskopischen Molekularstruktur sich ähnlich und erweisen diese Ähnlichkeit durch die Möglichkeit von Verwachsungen und Bluttransfusionen. Dagegen bleiben Zellen von verschiedenen Organismen immer artungleich; mögen sie als zu gleichen physiologischen Zwecken ausgebildete Teile in ihrem Aussehen und ihrer chemischen Beschaffenheit einander noch so ähnlich sein, so bleiben sie doch verschieden in ihrer submikroskopischen Molekularstruktur, und diese Verschiedenheit offenbart sich in dem Mißlingen von Verwachsungen, Inokulierungen, Ppropfungen und Bluttransfusionen.

Jede Ungleichteilung ist also artgleiche Teilung, d. h. sie ist in bezug auf den Artcharakter Gleichteilung und nur in bezug auf die Differenzierung der Artanlagen behufs physiologischer Arbeitsteilung Ungleichteilung. Die artgleiche Teilung ist aber nicht in dem Sinne Gleichteilung, daß zunächst alle Anlagen der Teilungsprodukte dieselben wären und sich erst nachträglich durch funktionelle Anpassung an verschiedene physiologische Verrichtungen differenzierten; sondern sie ist Ungleichteilung in dem Sinne, daß von vornherein und vor aller Funktion, die im Embryoleben noch gar nicht Platz greift, eine Differenzierung der Anlagen stattfindet. Erst nach Abschluß der embryonalen Entwicklungsperiode tritt dann die funktionelle Anpassung als ein die Differenzierung der Teile befestigender und verschärfender Umstand hinzu.

Die Entwicklung des Keimes ist einerseits präformiert durch die submikroskopische Struktur, andererseits ein Prozeß fortwährender Anpassung und Gliederung, der eine immanente Regulatorik und Zwecktätigkeit zeigt. Mit der bloßen Präformation allein ist schon deshalb nicht auszukommen, weil sie ins Unendliche zurückverweist und zu Schachtelkeimen, Schachteluorganismen, Schachtelmolekülen und einem Schachteluniversum hinführt.

Die entgegengesetzte Theorie der bloßen „Epigenesis“ dagegen bürdet alles dem indifferenten, dispositionslosen Keim und der an ihm sich betätigenden Autonomie des Lebens auf, schaltet dagegen den Begriff der Vererbung völlig aus. Beide einseitige Theorien finden als solche heute keinen Vertreter mehr; es handelt

sich nur noch darum, den relativen Anteil beider bei ihrem Zusammenwirken in der Entwicklung festzustellen. Jedenfalls reicht die Macht der Vererbung nicht weiter, als der Einfluß der materiellen Präformation, und alle darüber hinausgehende Regulatorik, Anpassung und Organisationsvervollkommenung weist auf andere Prinzipien hin, gleichviel, ob sie sich innerhalb der Artgrenzen hält oder auch diese überschreitet. Soweit Vererbung durch die präformierten Anlagen des Keimes besteht, führt sie auf das Problem der Entstehung des Keimes zurück.

Die Ausbildung eines Keimes in einem mehrzelligen Organismus sieht bei oberflächlicher Betrachtung aus, wie eine umgekehrte Entwicklung, wie eine Involution oder Reduktion der im fertigen Organismus evolvierten Unterschiede auf ein indifferentes Zellplasma. Aber dieser Schein trügt, und eine solche rückläufige Involution findet in der Tat im Organismus gar nicht statt, weil keine Produktion von Keimzellenplasma durch Körperrzellenplasma stattfindet. Bei der artgleichen Ungleichteilung wird nur ein Teil der Anlagen differenziert, d. h. entfaltet oder unterdrückt; ein anderer Teil bleibt in seinem undifferenzierten Zustand bestehen, in welchem die Anlagen als Anlagen erhalten werden, die aus ihnen hervorgehen können. Entwickelungsprodukte aber bleiben latent. Ein Teil des undifferenzierten Plasma geht in die Körperrzellen mit über und verschafft diesen die Möglichkeit, regulatorische Regenerationen vorzunehmen, oder im Falle der Zerstörung der Keimzellen ihre Stelle zu vertreten; ein anderer Teil bleibt in denjenigen Körperteilen aufgespeichert, die keiner anderen physiologischen Funktion als der Fortpflanzung dienen, und vermehrt sich hier durch Ernährung und Wachstum. Von dem Keimplasma des Keimes wird dieser letztere Teil abgezweigt, dem Dienste des Individuums entzogen und für den Dienst der Art erhalten aufgespart. Dies ist die jetzt allgemein angenommene Hypothese von der Kontinuität des Keimplasma in der Reihe der Generationen, die einerseits die Beständigkeit der Arten, andererseits die Erscheinungen des Generationswechsels und die atavistischen Rückschläge erklärblich macht, aber auch die Möglichkeit der korrelativen Beeinflussung des Keimplasma durch die Erlebnisse des Körperplasma offenhält.

Wenn aus unbekannten Ursachen, sei es als Reaktion auf äußere Reize, sei es spontan aus dem Organismus selbst, eine Abänderung im Keimplasma eintritt, so muß diese bei der späteren Entwicklung des Keimplasma zu einem neuen Organismus sich

auch in Abänderungen des erwachsenen Organismus geltend machen. Die Abänderungen im Keimplasma müssen die voraufgehende Ursache sein bei allen sprunghaften Abänderungen im Typus, außerdem können sie die Ursache sein bei Monstrositäten und bei der fluktuierenden Variation. Indeß kann bei diesen beiden auch der Einfluß ungewöhnlicher Umstände auf unabgeändertes Keimplasma und die eigentümliche Mischung der elterlichen Erbanlagen zur Erklärung ausreichen. Bei der Vererbung individuell erworbener Abänderungen, insbesondere der durch direkte Anpassung erworbenen, ist hingegen die Abänderung des Keimplasma erst eine nachfolgende Wirkung von der Abänderung des Körperplasma.

Die aufsteigende Entwickelung der Organisationstypen, die weder durch direkte noch durch indirekte Anpassung erfolgt sein kann, weist auf spontane Abänderungen im Keimplasma als ihre Ursache zurück. Die aufsteigende Entwickelung innerhalb eines einstammigen Haupttypus dagegen zeigt deutlich genug, daß die Vererbungstendenzen im Keimplasma der höchsten Vertreter dieses Haupttypus der kapitalisierte Niederschlag aller adaptiven Erwerbungen sind, die diese Ordnung von Organismen in den Lebensläufen ihrer erwachsenen Individuen durchgemacht hat. Ersichtlich findet eine zweckmäßige Auswahl zwischen den individuellen Erwerbungen statt, die es verdienen, durch Vererbung für die Art erhalten zu werden, und solchen, die für die Art wertlos sind. Die Rückübertragung der individuell erworbenen Abänderungen auf das Keimplasma und die Kapitalisierung in demselben erfolgt also nicht wahllos, sondern nach teleologischen Rücksichten.

Als Träger der Vererbung gilt gewöhnlich ausschließlich der Kern der Fortpflanzungszellen, genauer die Körnchen in ihm, die sich bei der Zellteilung zu einer typischen Zahl von Kernschleifen gruppieren. Diese Bestimmung der Erbmasse scheint jedoch zu eng. Nicht bloß die Körnchen der Kernschleifen, auch das Fadennetz der sich teilenden Zelle spaltet sich seitlich; das Zentralkörperchen, von dem die Spaltung des radial gespannten Fadennetzes ausgeht, und die Farbräger sind ebenfalls Zellorgane erster Ordnung, d. h. sie können nur durch Teilung von ihresgleichen vermehrt werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eben das, was für die Kernschleifen zusammensetzenden Körnchen, für das radial gespannte Fadennetz, für die Zentralkörperchen und Farbräger feststeht, auch für alle andern Arten von Körnchen und Fäden gilt, soweit sie lebendige Zellorgane und nicht bloße

Ausscheidungsprodukte sind, nämlich daß sie nur aus ihresgleichen entstehen können. Dann wird man aber auch alle Körnchen und Fäden als Vererbungsträger anzusehen haben, wenn auch jede Art von ihnen der Träger anderer Vererbungstendenzen sein mag. Ja sogar die Markzone, d. h. der den Kern unmittelbar umgebende Teil des Zellplasma, der selbst den Spermien nicht fehlt und ohne den keine Regeneration der verletzten Zelle durch den Kern möglich ist, kann gewisse Vererbungstendenzen enthalten.

Die Körnchen sind auch da, wo sie sich noch nicht zu Kernen zusammengefunden haben, z. B. in *Beggiatoa*, Träger der Vererbungstendenzen. Das Zentralkörperchen ist als das Zentralorgan für die Aufnahme von Reizen und ihre Umsetzung in Bewegungen sicherlich in hohem Maße bei der Vererbung, insbesondere bei derjenigen von der Vaterseite beteiligt, weil das Zentralkörperchen des Eies bei der Verschmelzung von Ei und Spermie zugrunde geht. Die sonstigen Reizkörnchen, z. B. die an den Knotenpunkten des Fadennetzes sitzenden und die Basalkörnchen der Wimpern, dürften in der Zelle eine ähnliche Rolle spielen, wie die Ganglienketten bestimmter Organe bei Tieren. Die Fäden dienen nicht bloß zur Ausbildung von Stützgerüsten, sondern entsprechen als kontraktile Gebilde vor allem den Muskelfasern der Tiere, leisten aber auch zugleich die Dienste der Nerven durch Reizübertragung von einem Orte der Zelle zum andern und dürften namentlich in dieser letzteren Funktion einen nicht unwichtigen Bestandteil der Erbmasse bilden. Nur die Zellorgane zweiter Ordnung, die als sekundäre Gebilde von den Organen erster Ordnung hervorgebracht werden, dürften nicht zu der eigentlichen Erbmasse zu rechnen sein. Nicht bei allen Organismenarten brauchen alle diese Zellorgane beteiligt zu sein; so ist z. B. das Zentralkörperchen in den höheren Pflanzen noch nicht beobachtet, vielleicht auch nur deshalb nicht, weil es unter der Grenze der Sichtbarkeit bleibt.

Das Zentralkörperchen, in manchen Zellen auch der Farbträger, und in allen das Fädenetz, ist nur in einem Exemplar vorhanden, die Kernschleifen bei jeder Art in einer typischen Zahl, die Körnchen in unbestimmter Zahl. Die Vererbungstendenzen, die an dem Zentralkörperchen, dem Fädenetz, beziehungsweise an dem einzigen Farbträger einer Zelle haften, sind also nur in je einem einzigen Vererbungsträger gegeben, die an den Kernschleifen und Körnchen haftenden dagegen in mehreren. Es folgt aber daraus noch keineswegs, daß jede Kernschleife die

gleichen Vererbungstendenzen enthalten müsse; gewisse Beobachtungen deuten vielmehr auf eine Verschiedenheit der Kernschleifen hin. Noch weniger kann jede Kernschleife sämtliche Vererbungstendenzen in sich vereinigen, da ja die an dem Zentralkörperchen, Fädchennetz, Farbträgern und der Markzone haftenden schwerlich auch in ihr vertreten sein werden. Was im fertigen Organismus nebeneinander ausgebreitet ist, kann in den Erbträgern des Keimes ineinander liegen, wie die Anlage zu den gleichzeitigen Tönen auf der Plattenoberfläche des Phonographen. Was im fertigen Organismus ineinander verschränkt ist, kann dagegen auf verschiedene Vererbungsträger im Keime verteilt sein.

Alle rein chemischen Vererbungstheorien sind unzulänglich, mögen sie nun eine einheitliche, aber sehr komplizierte chemische Verbindung oder ein Nebeneinander vieler chemischer Verbindungen in der Erbmasse voraussetzen. Gewiß zeigt jede Organismenart auch chemische Unterschiede von jeder andern; wie diese sich bei den Ausscheidungen des lebendigen Organismus als spezifisch und individuell verschiedene Duftstoffe kundgeben, so werden sie auch in der Erbmasse vor Eintritt in die Entwicklung vorhanden sein. Aber ein einheitlicher Stoff hat gar keinen Grund, etwas anderes zu werden als er ist, es sei denn beim Übergange in Fäulnis oder Verwesung; insbesondere kann er niemals die innere Differenzierung der Teile gegeneinander bei der embryonalen Entwicklung erklären.

Ein Nebeneinander von vielen spezifischen Erbstoffen im Keime scheitert wieder daran, daß die einzelnen Teile des Organismus (z. B. Wurzel, Stengel, Blätter, Blütenblätter) gar nicht aus einheitlichen Stoffen gebildet sind, sondern selbst wieder eine große Mannigfaltigkeit chemischer Stoffe in sich enthalten, so daß die Stoffzerlegung im Keime ins Unendliche fortgesetzt werden müßte. Der Organismus muß das chemische Material zu seinen Bildungen zwar in der Nahrung, aber nicht im Keim vorfinden; chemisch eigenartige Stoffe werden oft durch ein von ihnen chemisch ganz abweichendes Muttergewebe aus der Nahrung gebildet, also keineswegs durch bloße chemische Assimilation.

Die chemische Struktur des Stoffes genügt nicht einmal, um eine Uhr oder ein Gemälde zustande zu bringen, geschweige denn einen Organismus; hier muß zu der chemischen Grundlage eine anatomische Struktur hinzutreten, die aber in der Erbmasse des Keimes wesentlich submikroskopischer Art sein wird. Denn

die einfachen Körnchen und Fädchen, aus denen die größeren Zellorgane sich zusammensetzen, liegen bereits an der Grenze der Sichtbarkeit, so daß ihre innere Struktur bereits jenseits derselben liegen muß. Bei der submikroskopischen Struktur verliert auch die Frage nach dem Aggregatzustand an Interesse, da dieser doch nur ein Integrationsphänomen in Massen von sichtbarer Größe ist. Immerhin deutet die Quellungsfähigkeit auf eine submikroskopische Schaumstruktur in den Körnchen und die Kontraktilität auf eine solche in den Fädchen hin.

Bei den nur in einem einzigen Träger vertretenen Vererbungstendenzen entsteht die Frage, wie diese im Keim ineinander geschobenen Tendenzen sich voneinander lösen und auf verschiedene Gewebe, Organe und Organsysteme verteilen. Bei den in mehreren gleichartigen Trägern vertretenen Vererbungstendenzen entsteht (ähnlich wie bei dem Sechzehnzellsystem eines Regulationseies) die Frage, warum aus ihnen nur ein Organismus statt mehrerer entspringt, oder wie es kommt, daß die vielen Vererbungsträger im Keime ihre Wirkungen zu einem einzigen Gesamteffekt vereinigen. Bei den verschiedenen, auf verschiedene Träger verteilten Vererbungstendenzen entsteht endlich die Frage, wodurch dieselben zu einer harmonischen Gesamtwirkung verbunden werden, die das im Keim Zerteilte und nebeneinander Gelagerte in den fertigen Organen zum Ineinandersein verschmilzt.

Es sind dazu leitende und ordnende Oberkräfte unentbehrlich. Dieselben leitenden und ordnenden Oberkräfte, die die Leistungen der Teile der Erbmasse bei der Entwicklung des Präformierten nach den Interessen des Ganzen bestimmen, sind auch nötig, um die Epigenesis, den Zuwachs des noch nicht Präformierten, zu dirigieren, die Auswahl der individuellen Anpassungen zu treffen, die im Interesse der Art auf das Keimplasma zur Vererbung übertragen werden sollen, und diejenigen spontanen Abänderungen des Keimplasma hervorzubringen, die für sprunghafte Abänderungen des Typus erforderlich sind. Die Unentbehrlichkeit solcher leitenden und ordnenden Oberkräfte für die Vererbung wird nachgerade auch von solchen Biologen anerkannt, die (wie Weismann) an einer rein mechanistischen Naturerklärung festhalten möchten. Für die Naturwissenschaft sind solche leitende und ordnende Oberkräfte etwas völlig Unbekanntes und Unerkennbares; sie sind bereits eine naturphilosophische Hypothese, die aber durch die offensichtliche Unzulänglichkeit des naturwissenschaftlich Erkennbaren notwendig gefordert wird. Denn auch kein künftiger Fort-

schritt der Naturwissenschaften kann jemals weder diese leitenden und ordnenden Oberkräfte entbehrlieb machen, noch auch ihrem Verständnis näher führen, weil sie weder an bestimmten Teilchen noch an dem Ganzen haften können und doch im Interesse des Ganzen auf die Teile wirken (Le. 313—351; U. III 147—191, 410—414; U. II 202—208; „Nord und Süd“ 1904, Nr. 325, S. 81—88).

VII. Die Selbstregulation des Organismus.

Die direkte Anpassung ist unmittelbar stets eine funktionelle; wo aber die Funktion selbst wieder eine formative ist, da liefert auch die Anpassung ein formatives Ergebnis und wird zu formative Anpassung. Diese tritt als Reaktion auf andere Reize ein als die rein funktionelle Anpassung, nämlich auf formative Reize. Die Entwicklung des Individuums, wie wir sie im vorigen Abschnitt kennen gelernt haben, ist niemals eine ungestörte, sondern muß sich fortwährend gegen kleinere oder größere Störungen behaupten und durchsetzen, d. h. die organisatorische Tätigkeit kann ihr Ziel nur erreichen, wenn sie fortwährend mit einer regulatorischen Hand in Hand geht. Jede formative Anpassung braucht eine gewisse Zeit; soll aber der Organisationsfortschritt in dieser Zeit nicht zum Stillstand kommen, so muß das Ergebnis der Selbstregulation nicht der typischen Entwicklungsstufe beim Beginn der regulativen Tätigkeit entsprechen, sondern derjenigen bei ihrer Beendigung, und dies ist auch in der Tat der Fall. Die formative Anpassung muß ebenso wie die rein funktionelle eine Eigenschaft schon der ersten Urorganismen gewesen sein, um diese bestandfähig zu erhalten; sie kann also nicht erst im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung durch indirekte, selektive Anpassung erworben worden sein.

Bedeutende formative Abänderungen zeigen Salzwasserorganismen bei abnehmendem oder zunehmendem Salzgehalt, Wasserorganismen bei der Nötigung zum Leben in der Luft, unterirdische Knollen beim Wachstum über der Erde, Lichtpflanzen im Dunkeln und umgekehrt, Pilze bei Entziehung des Sauerstoffs und solche, die auf das Leben ohne Sauerstoff eingerichtet sind, bei der Zufuhr von solchem. Die falsche Akazie (*Robinia Pseudacacia*) bildet, wenn sie ihrer Blätter beraubt wird, ihre Blattstiele so um, daß sie nach Art der Blätter funktionieren. Die Miere und das Ruprechtskraut bilden, wenn sie an steilen Felswänden wachsen, einige herabgesenkte Blattstiele zu verstärkten Stützen aus, während

deren Blätter verkümmern. Bei dem Eindringen giftiger Kleinlebewesen produziert der tierische Organismus Gegengifte, bekämpft die Eindringlinge durch Wanderzellen (Phagocyten) und bildet die Gewebe bei längerem Kampf gegen Gifte so um, daß sie eine gewisse Immunität gegen sie erlangen. Manche Organismen treten bei ungünstigen Lebensbedingungen in eine verfrühte Metamorphose oder Fortpflanzung ein, um, wenn möglich, die daraus entstehenden Produkte günstigeren Lebensbedingungen entgegenzuführen. Von paarigen Organen (Zitzen, Geschlechtsdrüsen) vergrößert das eine sich kompensatorisch, wenn das andere wegfällt, auch vor allem Funktionieren des Organs, also unabhängig von der Wirkung verstärkten Gebrauchs.

Eine besonders auffällige Art der Selbstregulationen sind die Restitutionen verlorener Körperteile und die Regenerationen bei gestörter embryonaler Entwicklung. Sie haben deshalb schon früh die Aufmerksamkeit von Forschern erregt und sind neuerdings durch exakte Studien in all ihrer Wunderbarkeit bestätigt worden, nachdem sie ein Menschenalter hindurch während der Herrschaft der mechanistischen Weltanschauung ungläubig beiseite geschoben worden waren.

Schon die kleinsten Stücke des Zellplasma zeigen die Tendenz zur Restitution, aber ihr Vermögen reicht zum Teil dazu nicht aus. Kernloses Plasma kann aus sich keinen Kern restituieren; ein Kern ohne umgebendes Zellplasma hat kein Material, aus dem er die Zelle restituieren könnte. Dagegen können Teile eines Kernes mit entsprechenden Teilen der Markzone zusammen den Ersatz durchführen. Bei mehrkernigen Zellen kann jeder kernhaltige, bei kernlosen Zellen jeder körnchenhaltige Teil der Zelle weiterwachsen; dies bestätigt, daß das Regenerationsvermögen eine ursprüngliche, nicht erst allmählich erworbene Eigenschaft des Plasma ist.

Bei Mosaikeiern werden durch Abtötung eines Zellkerns im Zwei- oder Vierzellenstadium zunächst Halbembryonen, beziehungsweise Dreiviertelembryonen hervorgebracht, weil den unverletzt gebliebenen Teilen zunächst das Vermögen fehlt, das Zerstörte zu regenerieren. Sie erlangen aber dieses Vermögen auf einer späteren Entwicklungsstufe; denn nachdem sie zunächst sich selbst zu Halb- oder Dreiviertelembryonen ausgebildet haben, können sie überschüssige Kerne in die zurückgebliebene Zelle delegieren, die die versäumte Entwicklung in diesen nachholen und so zur Vervollständigung des Embryo führen. Die unverletzt gebliebenen Teile

entziehen sich also nicht dem Dienste des Ganzen, müssen aber erst ein Stück partikularistischer Sonderentwickelung für sich in Sicherheit bringen, ehe sie die Fähigkeit erlangen, den zerstörten Rest im Dienste des Ganzen zu regenerieren.

Wird ein ins Gastrulastadium eingetretener Embryo in seiner Mittellinie durchschnitten, so schließt jede Hälfte sich wieder zur Kugel zusammen und gliedert seine Urdarmhälfte wieder in Vorder-, Mittel- und Enddarm. Niedere Tiere von weicher Beschaffenheit bleiben auch im erwachsenen Zustande nicht nur äußerlich Embryonen ähnlich, sondern auch in ihrem Regenerationsvermögen. Aus einem Plattwurm (*Planaria*) kann man beliebige Stücke ausschneiden, und jedes wird wieder zu einem ganzen Plattwurm. Die Gesamtgröße des Ergebnisses hängt natürlich von dem Stoffvorrat des ausgeschnittenen Bruchstückes ab, aber die Größenverhältnisse des Ergebnisses sind typisch und unabhängig von denen des Bruchstückes, die vielmehr dem Typus entsprechend völlig umgebildet werden. Ist z. B. das Bruchstück breiter als lang, so wird das Ergebnis wieder länger als breit, und Organe des ganzen Tieres, die in dem Bruchstück enthalten sind, werden so reduziert, daß sie für das verkleinerte Ergebnis passen. Die bereits differenzierte Masse wird zurückgebildet, und zur Neubildung anderer differenzierter Teile verwandt, z. B. der Körper des Süßwasserpolypen zum Ersatz der abgeschnittenen Arme, oder einer der Arme zu einem neuen Körper ausgebildet.

Schneidet man einen Wasserregenwurm durch, so bildet das vordere Ende einen Schwanz, das hintere einen Kopf; ein Mittelstück bildet vorn einen Kopf, hinten einen Schwanz. Verbindet man dagegen ein kurzes Mittelstück in verkehrter Richtung mit einem längeren Kopfstück, so bildet die Wundfläche, die eigentlich ein Kopfstück hätte bilden sollen, unter dem Einfluß des größeren Kopfstecks nunmehr einen Schwanz. Dieses Beispiel zeigt, daß weit zurückgelegene Teile für den Typus der Neubildung von Einfluß sind, daß diese sich nach den Bedürfnissen des Ganzen richtet, und keineswegs bloß von der Wundfläche abhängig ist. Einen gewissen Einfluß hat die Wundfläche auch, insofern die Achse der Neubildung sich senkrecht zu ihr stellt und eine stark reizende Wundfläche (z. B. Brandwunde) zu übermäßigem Ersatz reizt. Der schief abgeschnittene Schwanz von Frosch- und Tritonenlarven wächst zunächst schief aus der Wundfläche hervor, richtet sich aber später doch wieder grade. Über-

mäßige Ersatztendenz führt z. B. zu Schuppen am Schwanz, oder bei gebrochenem Schnitt zu zwei auseinandergehenden Schwanzenden. Aber auch solche Anomalien werden später soweit als möglich zur Norm zurückgeführt; das Endziel wird auf einem Umwege erreicht, und zwar auf einem solchen, der am schnellsten zum Ziele führt und am frühesten das Ersatzorgan zu der ihm eigentümlichen Funktion befähigt.

Wäre der Ersatz eine physikochemische Wirkung der Wundfläche, so müßte das Ersatzglied von seiner Basis aus wachsen, d. h. die der Wundfläche unmittelbar anliegende, ihr ähnlichste Schicht zuerst hervorsprossen und das Endorgan des Gliedes (Fuß, Schwanzflosse, Kopf, Spitze des Fühlfadens) zuletzt. Der wirkliche Verlauf ist der entgegengesetzte, d. h. das Endorgan, das der Wundfläche am unähnlichsten ist, sproßt zuerst aus ihr hervor, und erst allmählich schieben sich die mittleren Teile dazwischen. Im Interesse des Ganzen liegt diese Reihenfolge deshalb, weil hauptsächlich an dem Endorgan die Funktion haftet, die für das Leben wichtig ist, und auf diesem Wege am schnellsten eine, wenn auch zunächst noch unvollkommene, Funktionsfähigkeit des Gliedes wiedererlangt wird.

Aber nicht nur rückwärts belegene Teile machen ihren Einfluß auf die formative Regulation geltend, sondern auch seitliche. Wenn einer Fichte der Gipfeltrieb genommen wird, richtet ein Seitensproß sich senkrecht auf; wenn eine Hauptwurzel kurz abgeschnitten wird, tritt eine Nebenwurzel an ihre Stelle und verändert ihre Reaktion auf die Schwerkraft. Die Augenlinse eines Triton wird von der Iris, das Gehirn am Cioma vom Peribranchialepithel, das Zentralnervensystem der Regenwürmer vom Hautoepithel, eine Drüse von den Drüsenausführungsgängen aus neugebildet. Ganz ausgeschnittene Organe werden also von Nachbargeweben aus restituiert, die ihnen ungleich sind und doch im Dienste des Ganzen eine solche ihnen völlig ungewohnte Arbeit verrichten.

Rückwärts und seitwärts belegene Teile können nur dann sich an formativen Regulationen beteiligen, wenn sie von der geschädigten Stelle her Reize empfangen und auf die Reaktionsimpulse übertragen können. Bei Embryonen, weichen tierischen Geweben und Pflanzen erfolgt diese doppelte Übertragung durch feine Plasmafäden, die die Zellwände durchdringen, bei höheren Tieren durch das Nervensystem, bei niederen Tieren durch Nerven und Plasmafäden zugleich. Im Larvenstadium, wo nicht mehr die un-

mittelbare Verbindung der Zellen wie im Eifurchungs- und Gastrulastadium vorhanden und doch das Nervensystem noch nicht entwickelt ist, wachsen getrennte Teile unbekümmert um einander fort und verwachsen in atypischer Weise mit anderen Teilen, mit denen sie verbunden werden. Bei höheren Tieren, wo die Zerstörung der Ernährungsnerven auf die Dauer Atrophie der Organe nach sich zieht, können doch Restitutionen erfolgen, ehe diese Wirkung sich geltend macht. Einen positiven Einfluß auf die Anordnung der Teilchen scheint das Nervensystem überhaupt nicht zu besitzen, sondern nur eine Vermittlerrolle als Übertrager von Reizen und Reaktionsimpulsen zu spielen.

Je mehr ein Gewebe sich differenziert und auf bestimmte physiologische Arbeitsleistungen eingestellt hat, desto kleiner wird in seinen Zellen der Rest von undifferenziertem Keimplasma, das noch alle typischen Anlagen in sich enthält, desto beschränkter wird auch die Fähigkeit zu Restitutionen und Regenerationen. Bei manchen Pflanzen (z. B. einigen Kressearten und der Wasserrose) kann noch die für gewöhnlich in den Blattzellen unterdrückte Fähigkeit zur Regeneration der ganzen Pflanze wieder aufleben, wenn die zu diesem Zwecke bestimmten, am Grunde der Blätter belegenen Knospen oder Vegetationskegel an den abgelösten Blättern zerstört werden. Bei höheren Organismen dagegen reicht das in den differenzierten Gewebezellen verbliebene Keimplasma nicht mehr aus, um das Ganze zu regenerieren oder verlorene Gliedmaßen und Organe zu ersetzen, sondern nur noch, um Wunden zu heilen, Gewebestücke zu ersetzen, Amputationsflächen einen festen Abschluß zu geben, Krankheiten zur Genesung zu führen, eingedrungene schädliche Kleinlebewesen zu bekämpfen usw. Auch auf dem so beschränkten Gebiete bleibt noch genug übrig, was den Dienst der Teile im Interesse des Ganzen und ihr harmonisches Zusammenwirken dabei erkennbar macht. Daneben behalten manche weiche Organe eine größere Restitutionsfähigkeit, z. B. die Leber, die sich aus einem Achtel wieder ergänzen kann.

Durchschnittene Blutgefäße werden zunächst durch innere und äußere Pfröpfe verschlossen, die später resorbiert werden; als dann wächst aus dem umgebenden Bindegewebe das Neoplasma hervor, ein mit reichlicher Interzellularflüssigkeit durchtränktes Zellgewebe. In diesem entsteht weiterhin ein Netz feinster provisorischer Blutbahnen, die sich allmählich zu Kapillargefäßen entwickeln, von denen einzelne immer größer werden. So kann sich mit der Zeit die Unterbrechung der Blutbahn wieder völlig aus-

gleichen. Bei Sehnen und Nerven, aus denen ein nicht zu großes Stück herausgeschnitten ist, wachsen die beiden Schnittflächen einander entgegen, bis die Lücke gefüllt ist. Beim Bruch eines Röhrknochens bildet sich eine äußere Zwinge oder Kapsel von provisorischem Callus, während die Markhöhlen durch Pfröpfe geschlossen werden, in Entzündung übergehen und Neoplasma absondern, das sich zuerst in Knorpel und später in Knochen umbildet. Calluszwinge und Pfröpfe werden alsdann erweicht und resorbiert. An den Grenzen des Organismus ist das Neoplasma blutreicher und heißt Granulation; aus ihm bilden sich die zerstörten Grenzgebilde der Haut allmählich wieder.

Wie an Amputationsstümpfen die Knochenhöhlen sich schließen, die Knochen sich abrunden und bei Doppelknochen miteinander fest verwachsen und eine sehnige Haut sich als Überzug und Schutz bildet, so bilden auch bei Knochenbrüchen, die nicht heilen können, die abgerundeten Bruchenden falsche Gelenke mit sehnigen Bändern, Gelenkkapsel und Synovialblase. Die Fistelgänge der Tränen-, Speichel-, Eiter-, Gallen-, Harn- und Kotfisteln sind Neubildungen mit einer gegen die Ausfuhrstoffe unempfindlichen Schleimhaut; sie durchsetzen oft wichtige Organe und schützen den Organismus vor den zerstörenden Wirkungen der sich anhäufenden Stoffe, indem sie ihnen bei Behinderung der normalen Auswege einen künstlichen Ausweg schaffen. Auch die Abtötung, Einkapselung oder Aufzehrung der Frucht bei Unmöglichkeit des Gebärens gehört hierher. Schleimhaut vorgefallener innerer Teile kann sich in Epithelialhaut umbilden. Das Fieber ist ebenso wie die Entzündung und Eiterung eine Selbstregulation des Organismus zur Abwehr von Schädlichkeiten. Die Temperaturerhöhung des Blutes verringert die Lebensfähigkeit organischer Krankheitserreger, die Entzündung führt mehr als sonst weiße Blutkörperchen zu einer von schädlichen Kleinlebewesen befallenen Körperstelle, die Eiterung zeigt den Austritt dieser weißen Blutkörperchen, die im Kampfe mit den Feinden sich selbst geopfert haben. Wenn die Feinde dem Organismus zu mächtig sind und ihn zu den äußersten Anstrengungen im Kampfe anspornen, so kann er der eigenen Überanstrengung erliegen, z. B. der stürmischen Reaktion eines zu hohen Fiebers ebensogut wie der Erschöpfung durch zu lange Eiterung.

Während das Vermögen der formativen Selbstregulation als eine ursprüngliche Eigenschaft des lebenden Plasma angesehen werden muß, kann die Einschränkung dieses Vermögens sehr

wohl durch vererbte Anpassung direkter oder indirekter Art entstanden gedacht werden. Denn die Einschränkung dieses Vermögens geht Hand in Hand mit der Differenzierung des Keimplasma in den Körperzellen und diese wieder hängt von der physiologischen Arbeitsteilung der Zellen, Gewebe, Organe und Organsysteme ab. Für besondere, häufig wiederkehrende formative Reize kann ein bestimmter formativer Reaktionsmodus des Organismus sich auch mechanisch befestigen; aber die so erlangte passive Angepaßtheit kann immer nur für die besondere Art der Reize zweckmäßig sein, für die sie eingerichtet ist, und muß bei andersartigen formativen Reizen unzweckmäßig wirken, wofern sie nicht durch zweckmäßige aktive Anpassung modifiziert, beziehungsweise gehemmt und durch einen andern Reaktionsmodus ersetzt wird. Die Bedenken gegen die Zweckmäßigkeit der organischen Regulationen beziehen sich alle nur auf solche Beispiele typisch mechanisierter Reaktionsmodi beim Zusammentreffen mit atypischen Reizen, auf die sie nicht eingerichtet sind. Immerhin bleibt es im Durchschnitt zweckmäßig, häufig verlangte Reaktionsmodi zu mechanisieren (z. B. die Schwielenbildung der Haut zur Abwehr von Hautreizen), wenn auch diese Abwehr gegen atypische Reize (z. B. die von Leichdornen) unzweckmäßig ist (Le. 268—288; U. I 123—144, 459—463; U. III 286, 293).

Eine besonders interessante Art der Selbstregulation ist die Selbstamputation oder Selbstverstümmelung, die sowohl im Pflanzenreich wie im Tierreich gefunden wird und überall dazu dient, günstigere Lebensbedingungen für das Individuum und die Art aufzusuchen, Überflüssiges oder hinderlich Gewordenes abzustoßen, schützenden Abschluß für das Überstehen ungünstiger Zeiten zu gewinnen, die Samen und Früchte zu verbreiten, oder vorteilhaftere Wundflächen für vorzunehmende Restitutionen zu gewinnen. Höhere Organisation und gesteigerte Schmerzempfindlichkeit wirkt der Selbstamputation ebenso entgegen wie parasitische Verkümmерung. Bei niederen Tieren geht die Selbstamputation fließend in die Fortpflanzung über. Das Abfallen reifer Früchte und welker Blätter und die Ausstoßung reifer männlicher und weiblicher Fortpflanzungszellen fallen ebensogut unter diesen Begriff wie das Abstoßen eines beschädigten Spinnenbeines im Gelenk oder das Vertrocknen eines gequetschten Pflanzenstengels bis zum nächsten Knoten.

Allgemeiner betrachtet fällt die Selbstamputation unter den Begriff der Mauserung. Jedes Individuum jeder Individualitäts-

stufe erhält sich nur dadurch am Leben, daß es sich beständig mausert. Jedes Körnchen und Fädcchen in der Zelle muß die verbrauchten Stoffe abstoßen und neue aus dem Zellsaft aufnehmen. Die Zelle muß ausgediente Körnchen und Fädcchen auflösen und ausscheiden und sie durch neugebildete ersetzen. Der einzellige Organismus muß seine Individualität als Mutterzelle aufgeben, d. h. als Mutterindividuum sterben, um in zwei oder mehreren Tochterindividuen fortzuleben. Der mehrzellige Organismus muß seine abgenutzten Zellen beständig durch neue ersetzen, wenn er nicht zugrunde gehen soll (z. B. Abschuppung der Haut, Ausfall und Nachwuchs der Haare, Zerfall der roten und weißen Blutkörperchen und Neubildung solcher in den Lymphdrüsen, Aufzehrung der Knochenzellen durch Wanderzellen und Neubildung durch andere Wanderzellen). Eine wuchernde Pflanze läßt ihre ältesten Teile beständig absterben, während sie in den neu hervorgesproßten weiter lebt. Der Korallenstock lebt von dem Tode zahlreicher Korallen-Personen und ihrem beständigen Ersatz durch andere, wie der Baum durch das Absterben seiner Jahresringe, Blätter und Blüten. Der Insektenstaat lebt wie ein Stock ohne räumliche Verbindung der Personen ebenfalls nur durch beständige Mauserung an Individuen, so daß die durchschnittliche Lebensdauer einer Arbeitsbiene 4—6 Wochen nicht übersteigt. Jede Art erhält sich nur dadurch, daß die alten Individuen ausgeschaltet werden und junge für sie eintreten. Die Geschichte der Erde endlich zeigt in großartigem Maßstabe, wie die Organisation unter den wechselnden Lebensbedingungen nur fortbesteht, indem unzählige alte Arten aussterben und neue an ihrer Statt auftreten, also durch Mauserung der Organisation an Spezien, Gattungen, Familien und Ordnungen.

Dieses Gesetz der Mauserung als Grundlage alles Lebens ist recht eigentlich eine Anwendung des Prinzipes der Selbstregulation und lehrt uns, daß die Selbstregulation sich nicht bloß auf ein- und mehrzellige Individuen beschränkt, sondern sich wie das Korrelationsgesetz auch auf höhere Individualitätsstufen erstreckt. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet ist der spontane Tod eines Individuums bestimmter Stufe weiter nichts als ein Akt der Mauserung und Verjüngung im Leben des Individuums nächsthöherer Stufe, also für dieses ein Akt der Selbstregulation. Nur unter diesem Gesichtspunkte wird der von selbst eintretende Tod verständlich, während alle Versuche, ihn aus der Individualitätsstufe des sterbenden Individuums zu verstehen, bis-

her fehlgeschlagen sind und notwendig fehlschlagen müssen.

Mit der geschlechtlichen Fortpflanzung hat der spontane Tod keinen engeren Zusammenhang, da er auch bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung ebensogut eintritt. Von der Fortpflanzung überhaupt hängt seine Möglichkeit nur insofern ab, als ohne diese das Leben der nächsthöheren Individualitätsstufe mit dem Tode aller Individuen niederer Individualitätsstufe zu Ende wäre; aber man sieht nicht ein, warum bei mehrzelligen Organismen das Mutterindividuum sterben soll, nachdem es ein oder mehrere Male sich fortgepflanzt hat. Bei den ältesten vielzelligen Organismen fällt der Tod des Mutterindividuums ebenso wie bei den einzelligen unmittelbar mit dem Fortpflanzungsakt zusammen, gleichviel ob dabei mehr oder weniger unbrauchbar gewordene Körperteile als „Leiche“ abfallen, oder ob, wie bei einzelligen, der individuelle Tod ohne Leiche erfolgt.

Später schiebt sich zwischen Fortpflanzung und Tod eine Periode des Alterns ein, die demnach als stammesgeschichtliche Erwerbung zu betrachten ist. Das Greisenalter ist da, wenn aller Keimplasmavorrat aus dem Individuum ausgewandert und nur noch Körperplasma in ihm zurückgeblieben ist. Aber warum wandert das nicht alternde, ewig junge Keimplasma aus und läßt nur Körperplasma zurück, und warum altert das Körperplasma, das doch auch vom Keimplasma abstammt, während das eben daher stammende Keimplasma nicht altert? Warum wird der Stoffwechsel des Körperplasma im Alter sovielträger als in der Jugend, warum nimmt die Fähigkeit des Organismus zur Auflösung und Ausscheidung von Ablagerungen ab, der in der Jugend zur Mauserung ausgereicht hat? Die zunehmende Verstopfung, Vertrocknung und Verhärtung der Gewebe ist nicht die Ursache sondern die Wirkung davon, daß der alternde Organismus die Schwierigkeiten, die im Stoffwechsel liegen, nicht mehr so wie der jugendliche überwindet. Wäre das Altern eine unvermeidliche, naturnotwendige Folge des organischen Lebens, so müßte auch das Keimplasma von ihm betroffen werden, das meist ziemlich tief im Innern, fern der Oberfläche, also ungünstig für unbehinderten Stoffwechsel liegt.

Der spontane Tod kann sich weder durch direkte noch durch indirekte Anpassung entwickelt haben; ersteres nicht, weil er der Selbsterhaltung zuwider zur Selbstverrichtung führt, letzteres nicht, weil die spontan unsterblichen Arten, aus denen die spontan sterblichen sich hätten entwickeln sollen, diesen im Kampf ums Dasein überlegen gewesen wären. Der Tod muß dem Überrest des

Mutterindividuums bei der Fortpflanzung von jeher angehaftet haben, nur daß dieser Überrest zuerst gleich Null war, und erst allmählich zu Etwas wurde. Die Galgenfrist des Lebens, die dem Mutterindividuum zwischen Fortpflanzung und Alterstod allmählich gewährt wurde, ist eine stammesgeschichtliche Erwerbung, die zunächst mit der Brutpflege zusammenhängt, aber der spontane Tod selbst ist keine.

Im allgemeinen sind die äußern Todesursachen so zahlreich und der Eintritt irgend einer von ihnen hat für einen längeren Zeitraum eine so hohe Wahrscheinlichkeit, daß es scheint, als ob die Mauserung der Arten von Individuen auch ohne den spontanen Tod hinlänglich gesichert wäre. Aber je höher die Organisation sich erhebt, desto besser vermögen die Individuen sich gegen äußere Todesursachen zu schützen, und da wird es psychologisch wichtig, daß abgenutzte, ermüdete, vorurteilsvolle, in den Eindrücken ihrer Jugend wurzelnde Bewußtseine durch frische, empfängliche, unbefangene ersetzt werden, die sich den veränderten Zeitbedingungen besser anpassen können und den auf sie einstürmenden Eindrücken mit mehr Interesse entgegenkommen. Besonders wichtig ist dies für die menschliche Kulturentwicklung, wo die Großväter im allgemeinen notwendig den Enkeln Platz machen müssen, wenn man auch im besonderen Falle den Verlust eines hervorragend reichen und feinen Geistes noch so sehr bedauern mag. Wenn das menschliche Geistesleben als der eigentliche Zweck des irdischen Organismenreiches betrachtet werden darf, so wird man auch die Allgemeinheit des spontanen Todes in allen Organismen als eine teleologisch gerechtfertigte Vorbereitung hierfür ansehen können.

Wenn das Leben sich erst durch das Zusammenwirken der unorganischen Naturkräfte mit ordnenden und leitenden organischen Oberkräften erklären läßt, so versteht es sich von selbst, daß das Walten der physikochemischen Gesetze allein ohne Mitwirkung der übergelagerten organischen Gesetze in jedem organischen Gebilde binnen kürzester Frist den Tod herbeiführen muß. Das aus den Adern entfernte Blut gerinnt auch ohne Berührung mit Luft, der Magensaft verdaut den Magen selbst, die scharfen Muschelschalen, denen der lebende Magen durch reflektorische Bewegungen ausweicht, schneiden den sich ihnen nicht mehr lebendig anpassenden entzwei; kurz der Organismus, in dem die leitenden und ordnenden Oberkräfte nicht mehr wirksam sind, kann sich nicht mehr mausern, ist bereits eine Leiche und fällt der Fäulnis

und Verwesung oder der Mumifizierung anheim. In Perioden gesteigerter Lebenstätigkeit entfalten die leitenden und ordnenden Oberkräfte eine verstärkte Tätigkeit, so z. B. im Vorgang der Eifurchung und embryonischen Entwicklung, in der Blüte- und Befruchtungszeit der Pflanzen und im Liebesleben der Tiere und Menschen. Im Alter dagegen schränken sie ihre Betätigung ein und im spontanen Tode ziehen sie dieselbe ganz zurück und überlassen den Organismus dem ihn tödenden Spiel der unorganischen Kräfte. In dieser zeitweiligen Minderung und Einstellung ihrer Betätigung auf bestimmte Individuen bekunden die leitenden und ordnenden Oberkräfte gerade ihre zweckmäßige Selbstregulation in bezug auf die Art. Etwas Ähnliches sehen wir in bezug auf die Selbstregulation der Gattung, wenn Arten aussterben, die für die Gattung keine Bedeutung mehr haben, und zwar ohne wesentliche Änderungen der äußern Lebensbedingungen bloß durch Verkümmерung der notwendigen Lebensinstinkte. Das Aussterben mancher Naturvölker zeigt deutlich die Zurückziehung der vitalen Energie als ihren letzten Grund und die Entartung der Fortpflanzungsinstinkte als ihr hervorstechendstes Symptom (Le. 289—312).

VIII. Das Nervensystem.

Das Nervensystem besteht aus Nervenzellen oder Neuronen, jede dieser Nervenzellen aus einem Zelleib und Scheinfüßen von geringerer oder größerer Länge, den Nervenfasern. Ob und inwieweit die Nervenfasern miteinander verschmelzen, oder ob die Leitung von einer Zelle zur andern immer durch eine Schicht Zwischengewebe hindurchgehen muß, ist noch eine Streitfrage. Während seines Verlaufs ist das Überspringen von physiologischen Reizen aus einer Nervenfaser auf die andere durch Schneiden erschwert (die übrigens für elektrische Ströme keine Isolatoren sind). Die Zusammenlagerung mehrerer Nervenzellen bildet ein Ganglion, die mehrerer Nervenfasern einen Nerven, die mehrerer Ganglien ein Organ des Zentralnervensystems. Jede Nervenzelle ist nichts weiter als eine Zelle, die für besondere Verrichtungen differenziert ist; d. h. die Fähigkeit zum Umsatz von Reizen in Reaktionen, die jeder lebenden Zelle eignet, ist hier gesteigert auf Kosten anderer Funktionen, z. B. der Fähigkeit zur Zellteilung. Die Nervenzellen können sich ebensowenig wie die roten Blutkörperchen durch Teilung vermehren. Wenn aus ihrer Anhäufung die uns bekannten psychischen Phänomene des Gefühls und der Empfindung hervorgehen, so müssen solche in irgendwelchem Grade schon in jeder

einzelnen Nervenzelle bestehen können, und sie können dies wiederum nur, weil und insofern sie überhaupt in jeder Zelle bestehen.

Die Frage, in welchem Maße die Empfindungen mehrerer Zellen sich zu einer psychischen Einheit zusammenschließen, erfordert große Vorsicht in der Behandlung; daß aber jede Zelle ihre eigene Empfindung hat, die selbstverständlich nur als bewußte Empfindung möglich ist, dafür braucht man heute keine Beweise mehr. Es ist für diesen Grundsatz auch ganz gleichgültig, ob eine Zelle dem Tierreich oder dem Pflanzenreich angehört oder vor und jenseits der Unterscheidbarkeit beider Reiche liegt. Dagegen wird niemand einer mehrzelligen Pflanze, einem Korallenstock oder einem Bienenstaat eine Bewußtseinseinheit zuschreiben, während man zweifelhaft sein kann, ob ein Staubfaden, ein Siphonophorenstock, ein Volvox globator eine solche besitzt. Dem Schlundganglion eines Insekts wird man sie nicht absprechen können, ebensowenig einem Ganglion in höheren Tieren, dessen Nervenzellen nahe beieinander liegen und reichliche Verbindungen miteinander zeigen. Daß die Großhirnrinde in sich Bewußtseinseinheit hat, lehrt uns die Erfahrung, ebenso aber auch, daß die Bewußtseinseinheit zwischen verschiedenen Hirnteilen eine sehr bedingte, auf bestimmte Fälle beschränkte ist. Nach Analogie werden wir annehmen dürfen, daß auch innerhalb jedes in sich geschlossenen Hirnteils eine Bewußtseinseinheit zwischen den Empfindungen der Zellen besteht, daß aber zwischen den niederen Hirnteilen die Bewußtseinseinheit noch bedingter und beschränkter ist, als zwischen ihnen und dem Großhirn, mit dem sie viel besser leitend verbunden sind als untereinander. Eine Bewußtseinseinheit des ganzen Rückenmarks läßt sich nicht annehmen, da es aus zu vielen hintereinander gelagerten Ganglien besteht; wohl aber kann je ein Abschnitt des Rückenmarks, der einheitlichen Funktionen vorsteht, auch eine Bewußtseinseinheit haben, und diese kann sich von Fall zu Fall über größere oder kleinere Gruppen mehr zentral oder mehr peripherisch belegener Nervenzellen ausdehnen.

In der Nervenfaser ist sowohl der Leitungswiderstand als auch die aufgespeicherte und zur reaktiven Entladung bereite chemische Energie geringer als im Körper der Nervenzelle; darum ist sie besser geeignet zur Leitung und Übertragung physiologischer Reize, aber weniger zur Reaktion. Die Reizschwelle, oberhalb deren die aufgespeicherte Energie entladen wird, liegt in der

Nervenfaser tiefer als im Zellkörper selbst. So lange sie mit dem letzteren verbunden ist, empfängt sie von ihm Impulse, die die Dekomposition hemmen (Hemmungsimpulse) und die Rekomposition fördern (Ernährungsimpulse); sobald sie abgetrennt wird und diese Impulse ihr fehlen, gewinnt (wie bei dem abgeschnittenen Scheinfuß einer Monere und bei jedem kernlosen Plasma- bruchstück) die Dekomposition das Übergewicht und leitet den Zerfall des Plasma ein.

Je öfter eine Nervenfaser einen Reiz von gleicher Art geleitet hat, desto mehr paßt sie sich ihm an und desto geringer wird ihr Leitungswiderstand gegen denselben. So entstehen spezifische Leitungsdispositionen für bestimmte Reizarten in bestimmten Nerven die man mit einem irreleitenden Ausdruck als „spezifische Energien“ bezeichnet hat. Ein Sinnesnerv ist auf zentripetale Reize abgestimmt, wie dieses Sinnesorgan sie liefert, ein motorischer Nerv auf zentrifugale Bewegungsimpulse; der Sinnesnerv leitet aber auch zugleich den zentrifugalen Innervationsstrom der Aufmerksamkeit, und ein motorischer Nerv, der durchschnitten und mit einem durchschnittenen sensiblen Nerven verheilt ist, lernt um. Ebenso sind bestimmte Nervenzellen infolge der ihnen am häufigsten zufließenden Arten von Reizen zu bestimmten Arten ihrer Verarbeitung disponiert; aber es scheint, daß wenigstens in der Großhirnrinde jede Zelle die Funktion jeder andern übernehmen kann, wenn die Umstände es erfordern und ihr die nötige Zeit gelassen wird, sich durch Umbildung ihrer bisherigen Dispositionen den neuen Aufgaben anzupassen.

Das Rückenmark zeigt vier Säulen von Nervenzellen, d. h. vier Hörner grauer Nervenmasse, die von Bündeln von Nervenfasern oder weißer Nervenmasse umlagert sind. Aus den beiden Vorderhörnern entspringen nur sensible, aus den beiden Hinterhörnern nur motorische Nervenfasern; die beiden rechten Hörner stehen der rechten, die linken der linken Körperhälfte vor. An einer durch das Rückenmark vermittelnden Reflexbewegung müssen demnach mindestens zwei Nervenzellen beteiligt sein, eine in einem Vorderhorn, die den Reiz aufnimmt, und eine in einem Hinterhorn, die den motorischen Impuls an die Muskeln schickt; die erste Zelle sendet ihre Reaktion an die zweite, und diese empfängt sie als umgewandelten Reiz. Je stärker der Reiz ist, desto mehr Leitungswiderstände überwindet er und desto weitere Muskelgruppen umfaßt die Reaktion. Der Reflex zeigt sich zunächst auf der gleichen Körperhälfte, die den Reiz betroffen hat; sodann springt er, wenn der Reiz

stärker wird, auch auf die Muskeln der anderen Körperhälfte über, ergreift weiterhin auch die oberhalb belegenen Stellen des Rückenmarks und zuletzt sogar die unterhalb belegenen. Jede dieser Reaktionsweisen zeigt durchschnittliche Zweckmäßigkeit in bezug auf die Reizstärke. Dem schwächsten Reiz antwortet eine einfache Hautmuskelzuckung, die genügt, um eine Fliege zu verjagen oder eine Kleid Falte zu verschieben. Dem stärkeren Reize gegenüber paßt die Reflexbewegung sich zweckmäßig an, indem sie je nach der Beschaffenheit des Reizes ihn zu entfernen oder abzuwerfen oder sich ihm durch die Flucht zu entziehen sucht. Die mannigfache Abänderung der Versuchsbedingungen an geköpften Fröschen zeigen, daß das Rückenmark auch ohne Gehirn ein Zentralorgan für zweckmäßig koordinierte Bewegungen ist, die sich auch ungewöhnlichen Verhältnissen bewunderungswürdig anzupassen verstehen.

Das Rückenmark ist stammesgeschichtlich der Ausgangspunkt für das Zentralnervensystem der Wirbeltiere wie der Bauchstrang für das der Gliedertiere. Da die wichtigsten Sinnesorgane am vorderen Teile des Körpers ihren Sitz haben, so schwollt auch der vorderste Teil des Rückenmarks an, um die von ihnen zugeleiteten Eindrücke zu verarbeiten. Bei der embryonalen Entwicklung der Rundmäuler teilt sich diese einfache Anschwellung in drei Bläschen, die Anlage zum Vorder-, Mittel- und Hinterhirn, die dem Geruch, Gesicht und Gehör zugeordnet sind. Vom Vorderhirn schnürt sich dann bald das Zwischenhirn, vom Hinterhirn das Nachhirn ab, die hauptsächlich den feineren Tastwahrnehmungen und Bewegungs koordinationen dienen, und diese fünf Zentren liegen auch bei den erwachsenen Rundmäulern als koordinierte Organe in einer Reihe hintereinander, ohne daß irgendwelche Subordination unter ihnen stattfände. Bei den Knorpelfischen überwiegt die Entwicklung des Mittel- und Nachhirns, bei den höheren Wirbeltieren die des Vorder- und Hinterhirns, so daß ersteres das Zwischen- und Mittelhirn, letzteres das Nachhirn überlagert. Bei den Reptilien und Vögeln sind Mittelhirn und Kleinhirn am besten ausgebildet, bei den Säugetieren nimmt das Vorderhirn eine dominierende Stellung ein, so daß es bei Affen und Menschen sogar das Hinterhirn überdeckt. Beim Menschen gehören zum Vorderhirn die Großhirnhemisphären nebst Streifen hügel, Balken und Gewölbe, zum Zwischenhirn hauptsächlich die Sehhügel, zum Mittelhirn die Vierhügel, zum Hinterhirn die Kleinhirnhemisphären und der mittlere Wurm, zum Nachhirn das verlängerte Mark.

Während in allen übrigen Teilen des Zentralnervensystems die graue Masse der Zellkörper zentral zusammengelagert ist und Nervenleitungen peripherisch ausstrahlt, liegt in den Großhirnhemisphären und im Kleinhirn die graue Masse peripherisch als Rindenschicht. Den Charakter des Geruchszentrums hat das Großhirn der höheren Säugetiere zwar beibehalten, ist aber vor allem zum Assoziationszentrum geworden, das von allen anderen Teilen sowohl des Zentralnervensystems als auch des Leibes Eindrücke empfängt und zu ihnen Impulse aussenden kann. Die vorderen Vierhügel leiten die Bewegungen der Augen, die hinteren ihre Akkommodation. Bei Tieren mit auswärtsgestellten Augen kreuzen sich die Sehnerven im Chiasma vollständig; daher zieht Zerstörung der linken Vierhügel Blindheit des rechten Auges nach sich und umgekehrt. Bei Tieren mit geradeaus gestellten Augen und beim Menschen tritt nur die Hälfte der Fasern jedes Sehnerven im Chiasma auf die andere Seite hinüber; daher bewirkt halbseitige Zerstörung der Vierhügel hier halbseitige Erblindung beider Augen. Daß wir mit zwei Augen einfach sehen und diese Verschmelzung nicht mehr willkürlich in ihre Bestandteile auflösen können, kommt daher, daß das Großhirn das Gesichtsbild schon zur Einfachheit verschmolzen von den Vierhügeln empfängt. Das gleiche gilt für die zweidimensionale Ausbreitung des Gesichtsbildes, während die Anschauung der dritten oder Tiefendimension erst dem Großhirn herzugebracht wird und daher auch von ihm wieder in ihre Bestandteile zerlegt und in ihrer Entstehung durchschaut werden kann. Die Hauptfunktion der Sehhügel ist die Zusammenfassung aller Tastindrücke aller Körperstellen, durch die die Kenntnis der Gesamtlage bedingt ist; sie wird bei manchen niederen Wirbeltierklassen in der Hauptsache von den Vierhügeln mit versehen. Sehhügel und Vierhügel stehen in engster Verbindung miteinander; es entspricht dies der Tatsache, daß der Tastrum und der Gesichtsraum schon in ihnen verschmolzen und dem Großhirn bereits als einheitlicher Raum dargeboten werden.

Das Kleinhirn hat bei den höheren Säugetieren seine Bedeutung als Gehörszentrum ganz gegen die als Zentrum des Gleichgewichtssinnes zurücktreten lassen. Da der Gleichgewichtssinn, die drei halbkreisförmigen Kanäle, mit dem Hörorgan in engster Verbindung stehen, ist es kein Wunder, daß auch ein und dasselbe Zentrum beiden vorsteht. Um die Lage aller Körperteile richtig und sicher zu regulieren, stützt sich das Kleinhirn aber nicht bloß auf den Gleichgewichtssinn, sondern nimmt auch den Tast-

sinn und den Geruchssinn zu Hilfe. Während die von Tast- und Sehnerven zu den Seh- und Vierhügeln abgeleiteten Stränge wesentlich dazu dienen, die Tast- und Gesichtseindrücke einer vorläufigen Bearbeitung für die Perzeption im Großhirn zu unterwerfen, dienen die Ableitungen zum Kleinhirn dazu, die Eindrücke mit denen des Gleichgewichts zu kombinieren und die ihnen entsprechenden Bewegungen reflektorisch auszulösen. So ist das Kleinhirn das Organ des Gehens, Laufens, Schwimmens, Fliegens, Tanzens, Turnens usw., und in ihm hat die Störung des Gleichgewichts, das Gefühl des Schwindels seinen zentralen Sitz. Der frischere Gang einer ermüdeten Truppe beim Einsetzen der Militärmusik zeigt, daß auch der reflektorische Einfluß der Gehörseindrücke auf das Kleinhirn noch fortbesteht, obwohl das Hauptzentrum der Gehörswahrnehmung längst ins Großhirn verlegt ist.

Das Vorderhirn hat sein Riechzentrum beim Menschen in den basalen Teil des Streifenhügelkopfes verlegt. Es kann jedem Teil des Leibes, der durch willkürliche Muskeln beweglich ist, Bewegungsimpulse erteilen, sammelt in sich die Eindrücke aller Sinne, verknüpft sie untereinander und erhebt als Sprachzentrum den Menschen über die Tiere. Soweit es motorisches Zentrum ist, scheinen gewisse Teile der Rinde bestimmten Körperprovinzen zu entsprechen, ähnlich wie es in der Kleinhirnrinde der Fall ist; aber diese Korrespondenz ist durchaus keine absolute und kann unter veränderten Umständen sich stark verändern, z. B. nach Substanzverlusten an Hirnrinde. Es handelt sich dabei immer nur um Dispositionen, die gewisse Hirnteile erworben haben, weil sie häufig in bestimmter Weise in Anspruch genommen worden sind; wenn aber einige dieser Teile ausfallen, so übernehmen mit der Zeit andere ihre Funktion, nachdem sie sich auf dieselbe eingeußt haben. Das Großhirn leitet den Organismus als Chef der Exekutive, gibt aber nur allgemeine Direktiven, überläßt die Koordination der Bewegungen ebenso wie einen großen Teil der vorbereitenden Zusammenfassung und Verarbeitung der Sinneseindrücke den ihm untergeordneten Zentren, kann aber, wo es not tut, auch selbsttätig in die Detailausführung eingreifen und sorgt vor allem durch seine reflexhemmenden Impulse dafür, daß die untergeordneten Zentra nicht auf eigene Hand Unfug treiben.

Das Leben des Organismus beruht auf der lebendigen Selbsttätigkeit aller Zellen, die sich in der Pflanze gleichsam demokratisch-republikanisch entfaltet, im Tiere aber kunstvoll zu höheren Willenseinheiten zusammengefaßt und ausführenden und beauf-

sichtigen Behörden unterstellt ist. Die untersten dieser Regierungs-Instanzen sind die im Körper zerstreuten Ganglienzellen und Ganglienketten, die die unwillkürlichen Funktionen des Herzens, der Arterien, des Darms usw. regeln. Die nächsthöhere Instanz bilden die Nervenzellen in den Vorder- und Hintersträngen des Rückenmarks, in welche die sensiblen Körpernerven zunächst einmünden, und aus denen die motorischen unmittelbar entspringen. Die dritte Instanz liegt in den niederen und mittleren Hirnteilen, woselbst Kettenreflexe (wie Atmung, Gehbewegung) ausgelöst, die Koordination der Bewegungen reguliert und der Körperlage angepaßt, und die Sinneseindrücke teils zu reflektorischen Bewegungen, teils zu Synthesen für das Großhirn verarbeitet werden. Über allen thront endlich das Großhirn, wie der Monarch über den nach Ressorts gegliederten Ministerien und den topographisch gesonderten Provinzialbehörden. Ein gesunder tierischer Organismus hält die rechte Mitte inne zwischen zentralistischer Vielregiererei und demokratischer Anarchie.

Alle Teile des Leibes finden nicht nur in der Großhirnrinde, sondern auch in der Kleinhirnrinde, in den Sehhügeln und der größere Teil auch im Rückenmark ihre topographische Vertretung; denn jedes dieser Zentra empfängt Abzweigungen von den sensiblen und motorischen Strängen, und in jeder dieser Abzweigungen sind alle Teile des Leibes vertreten, weil sie schon durch zusammenfassende graue Nervenmasse hindurchgegangen sind. Tritt eine Funktionsstörung in den motorischen Teilen des Großhirns oder in den von ihnen aus direkt zu den Körpermuskeln führenden Leitungsbahnen ein, so verliert der bewußte Wille seine Herrschaft über die Bewegungen, während dieselben als unwillkürliche, reflektorische, von den mittleren und niederen Zentren geleitete, nach wie vor zustande kommen (Parese). Wird dagegen einer der vier übrigen Hirnteile oder die von ihnen ausgehenden Leitungsbahnen von einer Störung betroffen, so gehorcht zwar jeder Körpermuskel noch der Willkür, aber es fehlt den komplizierteren Bewegungen die automatische Koordination und Regulation (Ataxie). Im normalen Zustande wirken beide Arten von Leitungsbahnen zusammen; das Großhirn gibt den Impuls zu eingetübten Bewegungen oder ganzen Bewegungsketten an die niedern Zentra, die reflektorisch die erhaltenen Befehle vollziehen, behält sich aber außerdem, wo es nötig ist, direkte motorische Impulse vor, die die Ausführung der ganzen Gruppe modifizieren.

Daß die mittleren und niederen Hirnteile eine große relative Leistungsfähigkeit haben, sieht man in Fällen, wo das Großhirn außer Funktion gesetzt und sein waches Bewußtsein unterdrückt ist (z. B. in Epilepsie, Katalepsie, Hypnose) und doch intelligente Leistungen produziert werden (z. B. musikalische oder rezitatorische Vorträge, Dichtungen, religiös-ethische Stegreifreden, Tanz oder mimische Darstellungen). Solche Leistungen beruhen einerseits auf einem eigenen Gedächtnis der niederen Hirnteile, das oft durch seine Hyperästhesie in Erstaunen setzt, andererseits auf einer intelligenten Verwertung der verfügbaren Gedächtniseindrücke, die zwar minder abstrakt und mit mehr Anschaulichkeit und Symbolik arbeitet als die des Großhirns, aber sonst ihr wesensgleich ist und sie in manchen Stücken zu übertreffen scheint. So geht z. B. der Schlafwandler schwindelfreier und sicherer auf gefährlichen Wegen, weil seine Aufmerksamkeit durch keine Reflexion abgelenkt wird; so sieht und hört der Hypnotisierte viel schärfer als im wachen Zustande dasjenige, worauf seine Aufmerksamkeit suggestiv eingestellt und konzentriert ist, während er für alles übrige, was um ihn her vorgeht, blind und taub ist; so arbeitet die dichterische Phantasie des Somnambulen konzentrierter, ungestörter und leichter als im wachen Zustande, wofür sie freilich auch der Selbstkritik gänzlich ermangelt.

Die Gesundheit des Nervensystems hängt davon ab, daß das normale Subordinationsverhältnis der Zentra ungestört bleibt, daß das Großhirn die Herrschaft behält und nur zeitweilig sein Scepter niederlegt, um im Schlaf neue Kräfte zu sammeln. Der Schlaf ist nur dann normal, wenn der Körper ruht und die Träume der niederen Zentra nicht zu Traumhandlungen führen; denn nur dann bleibt es praktisch unschädlich, daß die Herrschaft des Großhirns und seiner Zwecke ausgeschaltet ist und die niederen Triebe sich ungezügelt in Traumvorstellungen tummeln. Wie die reflexhemmenden Impulse des Großhirns im Schlaf herabgesetzt sind, zeigen z. B. das Bettnässen der Kinder und die Pollutionen der Männer. Trennt man niedere Zentra, z. B. das Rückenmark, von den oberen ab, so steigert sich ihre Reflexreizbarkeit bedeutend, weil die reflexhemmenden Impulse fortfallen; reizt man dagegen höher belegene Zentra, so wird die Reflexreizbarkeit der mit ihnen verbundenen niederen Zentra dadurch herabgesetzt, weil die gereizten oberen Teile stärkere Hemmungsimpulse aussenden. Aber nicht bloß negative oder hemmende Impulse senden die oberen Zentra zu den niederen und zu den Sinnesorganen,

sondern auch positive, und zwar teils motorische, teils solche, die bestimmte Leitungsbahnen leistungsfähiger machen und deshalb schwächere Reize bis zum Großhirn gelangen lassen. Die letztere Art von Innervationsströmen heißen Aufmerksamkeit (U. I 366—430).

Jedes Symptom einer abnormen Dezentralisation des Nervensystems ist als Symptom eines krankhaften Zustandes aufzufassen, z. B. Krämpfe, Veitstanz, Epilepsie, Nachtwandeln, leichte Hypnotisierbarkeit oder gar die Fähigkeit, sich aus dem wachen Zustand willkürlich in Autosomnambulismus zu versetzen. Gesundheitswidrig ist darum auch die Erziehung zur Hypnose, durch die der Großhirnwille ausgeschaltet und die niederen Zentra zum willlosen Werkzeug der Fremdsuggestion durch den Hypnotiseur erniedrigt werden. Noch gefährlicher ist die Erziehung zum Medium, d. h. zunächst zum offenen, später zum larvierten Autosomnambulismus, bei dem die niederen Zentra ganz sich selbst überlassen sind bis auf die Autosuggestionen, die das Großhirnbewußtsein ihnen erteilt, sei es beim offenen Somnambulismus vor dessen Eintritt, sei es beim larvierten Somnambulismus auch während seines Bestehens. Die Medien von Profession gehen früher oder später moralisch und physisch zugrunde, zeigen meist schon früh sexuelle Anomalien und enden häufig in Irrsinn oder Selbstmord, wenn sie es nicht rechtzeitig vorziehen, Betrüger oder Taschenspieler zu werden und den Somnambulismus nur noch vorzuspiegeln (U. I 493—495; Sp. 6—8).

Diejenigen Zentra, die paarig gebaut und nur durch Kommissuren verbunden sind, wie z. B. die Großhirnhemisphären, pflegen nicht mit beiden Hälften gleichzeitig, sondern vorwiegend mit der einen, stärker von Blut durchströmten, linken zu arbeiten und die andere Hälfte nur zur Unterstützung oder ausruhenden Abwechselung mitheranzuziehen, ähnlich wie der Mensch ungewissentlich auch seine Augen abwechselnd benutzt. Solange die Leitung durch die Kommissuren richtig funktioniert, bleibt dabei die Bewußtseinseinheit unberührt; sobald aber die Leitung gestört ist, tritt ein alternierendes Bewußtsein an Stelle des einheitlichen. Die rechte Hemisphäre fängt z. B. neu mit dem Lesenlernen an, wenn die linke, in Schulkenntnissen schon vorgerückte, ausgeschaltet ist, und jede Hemisphäre setzt in der Periode, wo sie in Funktion ist, die begonnenen Studien an dem Punkte wieder ein, auf dem sie zuletzt abgebrochen wurden. Während das alternierende Bewußtsein koordinierte Zentra von gleicher Stufe zeigt,

stellt sich im wachen Bewußtsein, im somnambulen Bewußtsein und in dem des somnambulen Hochschlafs oder Tiefschlafs das Funktionieren einander subordinierter Zentra dar, deren jedes folgende der Großhirnrinde ferner liegt und tiefer in die vegetativen Funktionen hinabreicht.

Es stellt sich hier deutlich der Stufenbau der Individuation innerhalb des Menschen dar. Soweit es einem Bewußtsein höherer Individualitätsstufe ausnahmsweise (durch Sensitivität, halluzinatorische Reize oder posthypnotische Erinnerung) gelingt, in ein Bewußtsein niederer Stufe einen Einblick zu bekommen, bleibt es sich der übergreifenden Einheit der höheren Individualitätsstufe bewußt und erkennt den Inhalt des niederen Bewußtseins zugleich als den seinigen an. Soweit dagegen ein Bewußtsein eines niederen Zentrums in das eines höheren Einblick gewinnt, betrachtet und behandelt es dieses als eine ihm fremde Individualität, als ein Nichtich, als einen Andern. Koordinierte Bewußtseine gleicher Individualitätsstufe, sobald sie ineinander Einblick haben, verschmelzen zur völligen Bewußtseinseinheit, ohne die von beiden herzugebrachten Bestandteile nach ihrer Herkunft noch unterscheiden zu können (G. 24—26; Pr. 258—269).

Eine reaktive Bewegung scheint uns um so verständlicher, je kürzer der Weg ist, den der Reiz bis zur motorischen Reaktion zurückzulegen hat; und doch ist schon in der einzelnen Zelle die Zahl der möglichen Reaktionen so groß, daß es nicht auf mechanischem Wege zu begreifen ist, wie unter den vielen möglichen gerade die zweckmäßige eintritt, bevor sich durch Übung und Gewöhnung feste Dispositionen und bevorzugte Leitungsbahnen gebildet haben. Je mehr Zellen der zugeführte Reiz durchwandert, bevor er sich in motorische Reaktion entladet, desto mehr Schwierigkeiten setzt der Vorgang dem Verständnis entgegen, weil in jeder Zelle das Problem von neuem auftaucht und in um so schwierigerer Gestalt, je mittelbarer ihr Anteil an der Herbeiführung des zweckmäßigen Enderfolgs ist. Der menschliche Neugeborene muß wegen seines breiigen, unreifen Gehirns erst in langer unbehülflicher Kindheit die Herrschaft über seine Körpermuskeln erwerben; das Tier bringt sie fertig mit und um so sicherer, je tiefer es steht.

Stammesgeschichtlich sind Gruppenbewegungen älter als Bewegungen einzelner Muskeln, weil nur die ersten einem praktischen Zweck zu dienen pflegen. Das Großhirn kann die ererbte oder in der frühen Kindheit erworbene Fähigkeit zu Gruppen-

bewegungen bis zu einem gewissen Grade in ihre Bestandteile auflösen und die so isolierten Einzelbewegungen zu neu auftauchenden Zwecken (Stricken, Schreiben, Klavierspielen) in Gruppen verbinden, die dann durch häufige Wiederholung der Funktion neue Dispositionen in den mittleren und niederen Zentren eingraben. Aber problematisch bleibt es doch, wie das Großhirn es anfängt, unter den vielen zur Auswahl stehenden Insertionsstellen motorischer Nerven die richtigen herauszufinden und den niederen Zentren die richtigen Innervationsimpulse für ihr selbständiges Funktionieren zu erteilen. Die bewußte Vorstellung des beabsichtigten Enderfolges und die Bewegungsempfindung der ihn hervorbringenden Muskeln können beide zur Kontrolle behilflich sein, d. h. negativ belehren, daß die Bewegung unrichtig eingeleitet ist; aber sie können nicht positiv das Treffen der richtigen Insertionsstellen und das Aussenden der richtigen Innervationsimpulse herbeiführen, weil sie die Endglieder einer langen Kausalkette darstellen, die keinen kausalen Einfluß auf das Anfangsglied haben können. Ihr Einfluß kann nur ein finaler sein, der sich dem Bewußtsein gänzlich entzieht (U. I 453—454; Ps. 269, 335—336).

Der direkte Einfluß der Hirnteile auf unwillkürliche Bewegungen und vegetative Funktionen ist um so größer, je weiter man sich von den Großhirnhemisphären entfernt und zum Rückenmark und zu den im Körper verstreuten Ganglien hinabsteigt. Die Vorstellungen des Großhirnbewußtseins wirken, vielleicht mit Ausnahme der Tränen- und Speichelabsonderung, nur mittelbar auf unwillkürliche Vorgänge, insofern sie mit einem unbewußten Triebe zur Verwirklichung des Vorgestellten verbunden sind und durch diesen erregend auf mittlere und niedere Zentra einwirken. In dieser Weise entsteht erstens das Spiel der Mienen und Gebärden, zweitens das Gebiet der unwillkürlichen Nachahmungsbewegungen und drittens die Änderung der Sekretionen (Milch, Magensaft, Galle, Darmschleim, Urin, Samen) auf Grund von Gefühlen, Affekten, Wahrnehmungen oder Phantasievorstellungen. Die Einbildung oder Autosuggestion kann Erbrechen, Durchfall und Vergiftungerscheinungen hervorrufen und hypochondrischen oder hysterischen Personen alle möglichen Krankheitserscheinungen vortäuschen.

Die Versuche an Hypnotisierten zeigen, daß die Fremd-suggestion Blasenziehen auf der Haut, nesselartige Hautoaufläufe, Blutaustritt unter die Haut, Anästhesierung bestimmter Körperteile usw. hervorbringen kann. Gaukler und Magier, die sich auf

solche Autosuggestionen einüben, erlangen in mancher Hinsicht eine erstaunliche Macht über ihre vegetativen Funktionen (winterschlafähnliche Verlangsamung des Herzschlags und der Atmung). Blutstillung und Schmerzbeseitigung durch Besprechen beruhen auf einer durch Fremdsuggestion bewirkten Kontraktion der Adern und auf partieller Anästhesierung, und ähnlich ist es mit vielen andern sympathetischen oder Wunderkuren. Die hypnotische Suggestionstherapie beseitigt oft rasch die lästigen Symptome nervöser Krankheitsbilder, hält aber bei kürzerer Anwendung nicht vor und schadet bei längerem Gebrauch mehr durch Beförderung der Dezentralisation des Nervensystems, als sie durch Beseitigung lästiger Symptome nützt. Der Gewinn einer indirekten Herrschaft des eigenen Großhirns über die vegetativen Funktionen liegt ebensowenig im Interesse der Menschen und Tiere, wie die Unterordnung unter Fremdsuggestionen; die Weisheit der Natur hat aus guten Gründen diese Vorgänge dem Einfluß der Willkür ziemlich weit entrückt (U. I 153—157, 467—471).

Das Nervensystem gilt als der Sitz der psychischen Funktionen und Phänomene, oder wenn man beide unter der Bezeichnung Seele zusammenfaßt, als Sitz der Seele. Die stammesgeschichtliche Entwicklung zeigt jedoch, daß die Seele der Organismen älter ist als ihr Nervensystem, daß Seele genau so weit zu finden ist wie lebendes Zellplasma, daß das Nervensystem nur ein Hilfsmechanismus zur Erleichterung, Verstärkung und Verfeinerung der seelischen Funktionen und Phänomene ist, daß die Seele auch nicht an irgend einer Stelle des Nervensystems ihren ausschließlichen Sitz hat, sondern daß verschiedene psychische Funktionen und Phänomene an verschiedene Stellen des Nervensystems gebunden sind. Im weitesten Sinne genommen reicht der Sitz der organisch-seelischen Vorgänge so weit, wie das lebende Protoplasma des Organismus mit Ausschluß seiner bereits abgestorbenen, aber noch mit ihm zusammenhängenden Ausscheidungen (Schalen usw.). Als Einheit mit dem Organismus gefaßt ist die Seele genau so lang, breit und dick wie dieser; als zu den Atomen des Leibes hinzukommende unbewußte Funktionengruppe und als bewußte Phänomenengruppe, die aus der Wechselwirkung jener beiden entspringt, ist dagegen die Seele schlechthin unräumlich. Ihre unbewußten Funktionen richten sich zwar auf bestimmte, im Raum befindliche Atome, haben aber selbst keinen Sitz im Raum; ihre bewußten Phänomene können zwar einen subjektiv-idealen Raum vorspiegeln, sind aber selbst nicht an

irgend einer Stelle des Einen objektiv-realnen Raumes. Was von den unbewußten psychischen Funktionen und von den bewußten psychischen Phänomenen gilt, das gilt noch mehr von dem Wesen, das beiden zugrunde liegt, vorausgesetzt, daß es ein solches gibt und nicht etwa Funktionen oder gar Phänomene selbst schon ein Letztes sind (U. II 430—433).

IX. Die Mechanisierung der zweckmäßigen Reaktionen.

Wenn dieselbe Nervenfaser häufig dieselbe Reizart zu leiten hat, so stellt sie sich auf dieselbe ein, wird für sie leitungsfähiger oder erwirbt eine spezifische Disposition für die Leitung dieser Reizart. Wenn eine Zelle häufig veranlaßt ist, auf gleichartige Reize mit gleichartigen Leistungen (innerer oder äußerer Bewegung, Veränderungen der osmotischen Hämpe, Umwandlung von Profermenten in Fermente usw.) zu reagieren, so erwirbt sie eine Disposition für den Umsatz typischer Reize in typische Reaktionen. Wie der Resonanzboden einer Geige mit der Zeit durch die Tonschwingungen eine Umlagerung seiner Moleküle erleidet, die seine Resonanz verbessert, wie eine lange gebrauchte schmiedeeiserne Eisenbahnachse unter den beständigen Erschütterungen ihre faserige Struktur in eine körnig kristallinische verwandelt und brüchig wird, wie die lichtempfindliche Schicht der photographischen Platte unter der Einwirkung der Lichtwellen chemische Umsätze eingeht und bei der Farbenphotographie sich nach der Wellenlänge der verschiedenen Farben verschieden schichtet, wie die Walze des Phonographen die Tonwellen in Eindrücke umsetzt, die später wieder die gleichen Tonwellen hervorrufen können, so wandelt auch der submikroskopische Bau der Nervenfaser und des Zellplasma sich unter der wiederholten Inanspruchnahme um. Die Funktion beeinflußt rückwärts das funktionierende Organ. Die Funktion, die bei einer noch dispositionslosen Urzelle ganz und gar nur aktive Anpassung sein kann, wird mit der Ausbildung von Dispositionen mehr und mehr zum Produkt einer passiven Angepaßtheit, d. h. sie wird mechanisiert.

Eine so erworbene Reaktionsdisposition besteht in einer bestimmten Lagerung der Plasmamoleküle, die ihnen gewisse Arten von Bewegungen, Schwingungen, chemischen Umsätzen usw. erleichtert und andere erschwert. In größeren Zusammenhängen handelt es sich dabei um die Elastizitätskräfte der Schaumstrukturen und Gallerten, in kleineren um die Art des Zusammenwirkens der physischen und chemischen Molekularkräfte, die sich sämt-

lich letzten Endes aus mechanischen Atomkräften zusammensetzen. Die Dispositionen des Zellplasma entsprechen also genau dem, was man bei einer Maschine die Maschinenbedingungen des Energieumsatzes nennt. Ein Energiestrom muß den Organismus durchfließen, der bei den Pflanzen aus der Sonnenstrahlung, bei den Tieren aus dem aufgespeicherten chemischen Energievorrat der Nahrungsmittel herstammt; ohne solchen Energiestrom wäre der Organismus zu energetischen Reaktionen unfähig. Daß aber die zuströmende Energie und die im Plasma selbst aufgespeicherte Energie unter dem Einfluß bestimmter energetischer Reize in bestimmter Weise gebunden und entbunden, aus aktueller in potentielle Energie umgesetzt wird und umgekehrt, aus gegebenen Energiearten in bestimmte andere übergeführt und in bestimmter Weise verteilt und entladen wird, das alles hängt in erster Linie von den Maschinenbedingungen ab, die hier eben Dispositionen heißen.

Eine gebogene Leitschiene verlegt durch ihre Elastizitätskräfte einen Teil der kinetischen Energie eines auf ihr laufenden Wagens aus der X-Achse in die Y-Achse; ein Prellbockpuffer kehrt das Vorzeichen der Bewegungsgröße eines auf ihn auflaufenden Wagens um, indem er die kinetische Energie zuerst in potentielle, und diese dann wieder in kinetische umwandelt. Die Maschinenbedingungen der Dampfmaschine setzen thermische Energie in mechanische, die der elektrischen Kraftanlage thermische in elektrische, die des Elektromotors elektrische in mechanische um. Alle von den Maschinenbedingungen entfalteten Kräfte sind mechanische, oder setzen sich als physikochemische Kräfte aus mechanischen Atomkräften zusammen; alle sind auch energetische Kräfte, den nur, indem sie selbst aktuelle Energie in potentielle und umgekehrt umsetzen, können sie die Richtung der kinetischen Energie abändern und eine Energieart in die andere umwandeln. Für die qualitative Energetik, die nur die Gesamtenergie eines geschlossenen Gebildes betrachtet, ist freilich die Richtung kein energetisches, sondern bloß ein mechanisches Prinzip; die Energetik muß sich aber notwendig zur mechanistischen Energetik oder energetischen Molekularmechanik durchbilden, um das Geschehen auch in den Teilen des Gebildes eindeutig zu bestimmen, und die so verstandene Energetik schließt allerdings das Prinzip der Richtung in sich ein.

Die Maschinenbedingungen sind an und für sich im ruhenden Gleichgewichtszustand; sie produzieren keine Energie, sondern

wandeln nur solche um. Soweit sie potentielle Energie (z. B. der Elastizität) enthalten, gehören sie zu dem notwendigen Spannungszustand der Teile, der sich gegen Deformation zu behaupten sucht, haben aber nicht die Aufgabe, sich in aktuelle Energie zu entladen. Die Zelle enthält auch einen potentiellen chemischen Energievorrat, der auf die entsprechenden Auslösungen sich in aktuelle Energie entladet; sie ist also in bezug auf diesen Energievorrat eine Kraftmaschine. Aber dieser potentielle Energievorrat gehört eben nicht zu den Maschinenbedingungen der Zelle; vielmehr beschränken sich diese darauf, daß Maß der Entladung nach Maßgabe der Reizstärke zu regulieren und die Verteilung und Umwandlung des entladenen Energiequantums zu bestimmen.

So gehört die Gestalt der Kammer, des Laufes und der Züge zu den Maschinenbedingungen eines Gewehrs, aber nicht die hineingelegte Pulverladung; diese Maschinenbedingungen leisten erst dann, wenn der Energiestrom der entzündeten Ladung über sie geleitet wird, etwas, nämlich die Regulierung der Richtung und Rotation des Geschosses. Auch die Maschinenbedingungen in der Zelle lassen erst dann die in ihnen ruhenden mechanischen Kräfte spielen, wenn ein Energiestrom über sie geleitet wird und sie nötigt, ihn nach Maßgabe ihrer Anordnung zu leiten, zu verteilen und umzusetzen. Faßt man die Kraftmaschine und die Maschinenbedingungen zusammen und nennt sie das „System“ der Zelle, so ist die aus dem Zusammenwirken beider entspringende bestimmte Kraftäußerung als die „Systemkraft“ der Zelle zu bezeichnen. Die Systemkraft setzt sich also zusammen aus dem aktuelle Energie produzierenden chemischen Potential des Zellplasma und aus den keine aktuelle Energie produzierenden, sondern solche nur verteilenden und umsetzenden Maschinenbedingungen. Beide Bestandteile der Systemkraft sind aber das Ergebnis unorganischer, physikochemischer, energetischer und molekulärmechanischer Kräfte.

Insoweit Zweckmäßigkeit der Maschinenbedingungen und der Kraftaufspeicherung in der Zelle besteht und sich in der Zweckmäßigkeit ihrer Leistungen in der Systemkraft offenbart, beruht dieselbe auf passiver Angepaßtheit gleich der einer Maschine. Die Maschine weiß nicht nur nichts von ihrer eigenen Zweckmäßigkeit, sie hat auch nichts getan, um sie sich zu erwerben, und tut nichts, um sie sich zu erhalten; ihre Zweckmäßigkeit ist von außen durch den Maschinenbauer in sie hineingelegt oder

ist ihr transzendent. Soweit die Zweckmäßigkeit der Zellreaktionen in Dispositionen mechanisiert ist und man von der Entstehung und Erhaltung der Dispositionen absieht, um sie bloß als fertig gegeben zu betrachten, ist auch ihnen ihre Zweckmäßigkeit transzendent. Der Vergleich zwischen Maschinen und organischen Dispositionen versagt erst dann, wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß die Zelle selbst (oder ihre Vorfahren) diese Dispositionen gebildet hat und an ihrer Erhaltung, Verfeinerung und besseren Durchbildung beständig weiterarbeitet. Denn nun ist das, was als fertig gegebenes Produkt als eine bloß passive Angepaßtheit von transzender Zweckmäßigkeit erscheint, in Wahrheit ein Produkt stetiger aktiver Anpassung von immanenter Zweckmäßigkeit.

Die Zweckmäßigkeit der Dispositionen und ihrer mechanischen Leistungen weist auf die Zweckmäßigkeit ihrer Entstehung und Fortbildung zurück; diese aber muß als (sei es unbewußte, sei es bewußte) aktive Finalität anerkannt werden, und kann nicht wieder in Maschinenbedingungen gesucht werden, weil man sonst in einen unendlichen Regreß geriete, der bei Schachtelzellen, Schachtelatomen und bei einem Schachteluniversum münden müßte. Ohne jede aktive Finalität könnten die Dispositionen nur entstanden sein, wenn die Selektion eine positive schöpferische Macht wäre, um Zweckmäßiges durch final zufälliges und kausal notwendiges Geschehen hervorzubringen. Wenn die Arten unabänderlich wären, könnte Gott sie mitsamt ihren zweckmäßigen Dispositionen ein für alle Mal geschaffen haben; Descartes hätte dann recht, daß die Tiere Maschinen seien, und de Lamettrie, daß der Mensch eine Maschine sei. Nach den Anhängern der Selektionstheorie würde die Zweckmäßigkeit aus einem zwecklosen Geschehen entspringen, was heute nicht mehr haltbar ist; wenn dagegen Gott die konstanten Arten samt ihren zweckmäßigen Dispositionen geschaffen hat, oder wenn er ein zweckmäßiges Schachteluniversum mit Schachtelatomen und Schachtelorganismen geschaffen hat, aus dem sich die Arten rein mechanisch entfalten müssen, so ist in beiden Fällen die Finalität bloß in Gott aktiv, in der Welt aber nur eine transzendent, von außen hineingelegte Zweckmäßigkeit zu finden. Soll eine Immanenz der organischen Zweckmäßigkeit möglich sein, so muß der Organismus seine Dispositionen ebenso selbsttätig formieren wie seine äußere Gestalt und seine zweckmäßigen Organe, d. h. die passive Angepaßtheit der Dispositionen muß durch eine Häufung aktiver Anpassungen, sei es im Individual-

leben, sei es in der Stammesgeschichte, entstehen. Dann ist die Zweckmäßigkeit der Dispositionen und ihrer Leistungen eine indirekte Folge von der aktiven Finalität der Funktionen, unter deren Einfluß die Dispositionen sich gebildet und vervollkommen haben.

Es gibt keine Tätigkeit im Organismus, die sich nicht in solchen Dispositionen niederschläge. Das organische Bilden, die organisatorische oder formative Tätigkeit hat in den Vererbungsträgern ihre Dispositionen, die auf mechanische Weise die Übereinstimmung der Nachkommen mit den Vorfahren sicher stellen (U. III 286—288). Ihm schließen sich einerseits die Bauinstinkte der Tiere an, die die formative Tätigkeit teils vermittels eigener Sekrete (Spinnen, Raupen, Schalenbildung), teils vermittels aufgesuchter und ausgewählter Fremdkörper (Waben- und Nestbau), teils vermittels Aushöhlung der Erde fortsetzen (U. I 164—166; U. II 66—74). Wie das organische Bilden durch fortwährende Regulatorik ergänzt wird, so die Bauinstinkte durch Ausbesserungsinstinkte (U. I 123—124). Die typische Gleichmäßigkeit der organischen Körpergestalten und Baugebilde in jeder Art und die typische Verschiedenheit derselben bei verschiedenen Arten weist auf typische Dispositionen in dem Zentralnervensystem jeder Art hin, die sich stammesgeschichtlich entwickelt und verfestigt haben. Bei der Naturheilkraft tritt die Wirksamkeit spezifischer Dispositionen am deutlichsten in solchen Fällen zutage, wo von nahe verwandten Arten die eine die Restitution eines verletzten Gliedes mit einer Selbstamputation beginnt, die andere nicht (U. III 284—286, 293). Die organisatorische und regulatorische Tätigkeit ist mehr oder weniger mit innern und äußern Bewegungen verbunden, die als unwillkürliche oder automatische bezeichnet werden; auch das ganze Leben des erwachsenen höheren Tieres beruht darauf, daß fortwährend niedere Zentra vermöge ihrer Dispositionen automatische Bewegungen im Gange erhalten, die dem Blutumlauf, der Verdauung, der Atmung usw. dienen (U. I 53—59, 376, 451; U. III 272—275, 292).

Diese automatischen Bewegungen sind nur scheinbar spontan; in Wirklichkeit sind sie Reflexe oder Reflexketten, die durch innere Reize des Organismus ausgelöst werden. Ihre Dispositionen sind also in der Tat Reflexdispositionen der niederen Zentra, nur daß sie nicht auf äußere, sondern auf typische innere Reize abgestimmt sind. Reflektorisch in diesem Sinne ist auch alle regulatorische Tätigkeit, mag nun der Reiz in einer Verletzung bestehen,

die eine Restitution erheischt, oder mag er nur in Veränderungen der Nachbartheile bestehen, denen die Entwicklung des durch sie beeinflußten Teiles sich anpassen muß. Reflektorisch ist sogar schon der Beginn der formativen Entwicklung zu nennen; denn der Samen keimt nur, wenn Wärme und Feuchtigkeit als Reiz auf ihn wirken, und das Ei tritt nur in den Furchungsprozeß ein, wenn es durch Befruchtung oder sonstige Reize dazu veranlaßt wird. Jeder Instinkt reagiert nur reflektorisch, wenn bestimmte Anlässe vorhanden sind, die ihn zur Betätigung wachrufen, mögen auch innere Reize im Organismus, die sich periodisch entwickeln, das Tier reflektorisch dazu antreiben, äußere Anlässe zur Instinktbetätigung aufzusuchen. So kann man mit Recht die Instinkte als Reflexmechanismen der mittleren und oberen Zentra, die Reflexdispositionen aber als Instinkte der niederen und mittleren Zentra bezeichnen.

Bei einem einzelligen Organismus stellt sich der Reflex als ein verhältnismäßig einfacher Vorgang dar, aber schon bei einem einfachen Rückenmarksreflex sahen wir, daß mindestens eine Nervenzelle mit sensiblen und eine mit motorischen Nervenfasern beteiligt sein muß. Bei komplizierteren Rückenmarksreflexen wirken schon eine große Menge Nervenzellen von koordinierter und subordinierter Lage zusammen, und jede von ihnen trägt durch ihre Sonderdispositionen ihren Anteil zu der Gesamtdisposition des Reflexes bei. Noch verwickelter wird der Reflexvorgang, wenn auch Zellen der mittleren Zentra sich mit ihren Dispositionen an ihm beteiligen, am allerverwickeltesten, wenn auch das Großhirn in die von der Reizenergie durchlaufene Nervenbahn mithereinbezogen wird. Mit jeder neuen Nervenzelle, die den Reiz empfängt, ihren Dispositionen gemäß umwandelt und (verstärkt oder geschwächt) weitergibt, tritt die Möglichkeit eines veränderten Endergebnisses ein; da nun je nach den Umständen der Reiz bald diesen, bald jenen Weg einschlagen kann, so weicht die Eindeutigkeit des einfachen Reflexes mit der Zunahme der an der Reizumwandlung beteiligten Nervenzellen und Zentra einer wachsenden Vieldeutigkeit. In je höhere Hirnteile der Reiz hinaufdringt, desto mehr wird der Reflex zur Reflexion, d. h. eine desto längere Verarbeitung und Überlegung schiebt sich zwischen Reizperzeption und motorische Reaktion ein. Da jede durchlaufene Nervenzelle je nach ihren Dispositionen die Reizenergie abschwächen oder verstärken kann, so kann einerseits ein sehr starker Reiz in den Zentren völlig ausgelöscht werden, ohne

daß das Ausbleiben der motorischen Reaktion den Charakter des Reflexvorganges aufhöbe, und kann andererseits ein sehr schwacher Reiz zu äußerst stürmischen motorischen Reaktionen führen, wenn er beim Weitergeben von einer Nervenzelle zur andern immer mehr verstärkt wird.

Die automatischen Bewegungen gehen ohne feste Grenze in unwillkürliche Triebhandlungen (z. B. beim Schlafwandeln, bei larvierter Epilepsie, Irrsinn) und die Reaktionen des Instinkts in solche des Charakters über. Der Charakter eines nicht allzu hochstehenden Tieres ist die Gesamtheit seiner Instinkte und ihrer Reaktionsweisen; der Charakter des Menschen ist die Gesamtheit seiner Triebfedern und ihrer Reaktionsweisen. Was beim Reflexvorgang noch Reiz heißt, wird beim Instinkt und Charakter Motiv oder Beweggrund genannt; was beim Reflexvorgang motorische Reaktion heißt, das wird beim Instinkt als Instinktshandlung, beim Charakter als Willenshandlung bezeichnet. Die typische Reaktionsweise einer charakterologischen Triebfeder auf einen Beweggrund beruht genau in derselben Weise auf einer Großhirndisposition, wie die eines Reflexes und Instinktes auf den Dispositionen niederer oder mittlerer Hirntheile. Der Charakter beruht ausschließlich auf der Gesamtheit der Gehirndispositionen, die für den Motivationsprozeß bestimmt sind, und zwar bildet die Summe der stammesgeschichtlich erworbenen und durch lange Generationsreihen verfestigten Dispositionen für das Individuum den ererbten Charakter, die Summe der individuell hinzuerworbenen und noch nicht so tief eingegrabenen Dispositionen aber den erworbenen Charakter. Der ererbte Charakter bildet die Grundschicht, über die sich der erworbene Charakter wie eine Alluvialschicht überlagert hat; kratzt man die letztere ab, so kommt die erstere wieder unverändert zum Vorschein (U. II 265—266, 268—269; U. III 128—131).

Eine noch oberflächlichere Schicht als der erworbene Charakter stellt die Summe von Dispositionen dar, die man das Gedächtnis nennt. Das Gedächtnis gilt seit Herings Ausführungen als eine allgemeine Eigenschaft des lebenden Plasma, mit Recht, wenn man zwei nähere Bestimmungen hinzufügt. Einerseits kann man nur die Dispositionen zu solchen physiologischen Funktionen unter Gedächtnis befassen, die schon bei ihrem ersten Auftreten mit einer psychischen Begleiterscheinung (Empfindung, Anschauung, Vorstellung) verbunden waren; denn nur solche lassen erwarten, daß sie bei neu ausgelöster Funktion abermals mit psy-

chischen Begleiterscheinungen (Bekanntheitsgefühl, Erinnerung) verbunden auftreten werden. Andererseits umfaßt das Gedächtnis nicht solche Vorgänge, die unmittelbar zu motorischen Impulsen führen, sondern nur solche, die in der Vorstellungssphäre verbleiben und den umgearbeiteten Reiz nur zur assoziativen Auslösung anderer Gedächtnisvorstellungen verwenden. In der Gedächtnissphäre handelt es sich also hauptsächlich um Assoziationsdispositionen; diese sind aber auch von der größten Wichtigkeit für die Lebensfürsorge. Namentlich die Abkürzung der Vorstellungsassoziation spielt hier eine wichtige Rolle; durch sie wird die Verkürzung der assoziativen Reizbahn bewirkt, indem die anfänglich eingeschalteten Zwischenglieder von Dispositionen mit der Zeit mehr und mehr übersprungen werden. So bilden sich auch Dispositionen für Gemeinvorstellungen und Begriffe, für Beziehungsbegriffe und Kategorien, und je besser und feiner diese Dispositionen gebildet sind, desto leichter wird das Denken und desto unbehinderter vollziehen sich mit ihrer Hilfe die apriorischen Kategorialfunktionen. Das Apriorische im Geiste ist somit zwar nicht ein ausschließliches Produkt von Plasmadispositionen, wohl aber wird sein Eintritt und sein Walten in Analyse und Synthese durch das Vorhandensein solcher Dispositionen außerordentlich erleichtert, die die Vorstellungen zum Eingehen kategorialer Verknüpfungen und Beziehungen willfährig und gefügig machen (U. III 176—181, 192—202, 207—213).

Die Tiere und Menschen bringen gewisse Fertigkeiten als ererbte mit, insbesondere solche, die sich auf den zweckmäßigen Gebrauch ihrer Gliedmaßen und Organe und auf die dazu erforderlichen Bewegungskoordinationen beziehen. So sind die Dispositionen zum Gehen, Laufen, Kriechen, Klettern, Schwimmen, Fliegen, Picken, Scharren, Kratzen, Graben, Flechten, zur Bewegung und Akkommodation der Augen und Stimmwerkzeuge, zum Schlucken, Nießen und Husten offenbar in der Hauptsache ererbt, wenn sie auch durch individuelle Übung beständig vervollkommen werden. Alle solche für den Bestand der Arten unentbehrliche Dispositionen, die unbewußten Zwecken dienen, müssen bereits im Laufe der Stammesgeschichte erworben sein; solche dagegen, die nur der Verannehmlichung des Lebens und bewußt gesetzten Zwecken dienen, müssen von jeder Generation neu erworben werden, z. B. die für Tanzen und Schlittschuhlaufen, Reiten und Turnen, Lesen und Schreiben, Stricken und Klöppeln, Singen und Spielen musikalischer Instrumente. Dabei zeigt

sich aber, daß der eine mehr Geschick hat als der andere, um solche Fertigkeiten sich anzueignen, daß er also schon ein verschiedenes Maß von Dispositionen für Bewegungscoordinationen im allgemeinen mitbringt, und daß bei ihm die Funktionen sich rascher und nähahltiger zu Dispositionen eingraben. Wie zum Erwerb körperlicher Fertigkeiten bringen aber auch zu dem geistiger die Menschen verschiedene Dispositionen mit; die Talente aller Art, die in so hohem Maße erblich sind, können nur in bestimmten Dispositionen, teils der höheren, teils der niederen Hirnteile ihre Grundlage haben (U. III 181—192).

Bei höheren Tieren und beim Menschen, wo das Großhirn direkte Bewegungsimpulse an alle willkürlichen Muskeln erteilen kann, spielt die Einübung der Fertigkeiten durch den Großhirnwillen eine bedeutende Rolle; die zunächst vom Großhirn mühsam kombinierten Bewegungsimpulse graben dann in den mittleren Hirnteilen Dispositionen zu bestimmten Bewegungscoordinationen und assoziativ zusammenhängenden Reflexketten (z. B. Musikvorträgen) ein, die schließlich auf einen einzigen Impuls des Großhirnwillens oder auf Grund von Fremdsuggestion sich abspielen auch bei völliger Unterdrückung der Großhirntätigkeit. Aber nur wer jedes Bewußtsein außer dem menschlichen Großhirnhemisphärenbewußtsein leugnet, kann daraus, daß solche Vorgänge sich ohne Widerschein im Großhirnhemisphärenbewußtsein abspielen, den Schluß ziehen, daß sie sich rein mechanisch ohne das Korrelat einer bewußt-psychischen Erscheinung abspielen. Die Traumbewußtseine der mittleren Hirnteile, die relativ unbewußt, d. h. für das wache Tagesbewußtsein der Großhirnhemisphären unbewußt sind, treten dann eben an die Stelle des letzteren, wie sich aus den mündlichen und schriftlichen Bekundungen Hypnotisierter ergibt.

Jeder Reflex hat auch einen inneren, bewußtpsychischen Widerschein, insbesondere die Reizempfindung und das Entladungsgefühl (U. I 380—384, 388—391); ob dieser Widerschein auf die Sonderempfindung des von jeder beteiligten Zelle zum Reflex gelieferten Beitrages beschränkt bleibt, oder ob und wie weit ein Einheitsbewußtsein des Gesamtreflexes in allen beteiligten Zellen zustande kommt, das hängt davon ab, ob und in welchem Maße die Bedingungen für die Entstehung einer Bewußtseinseinheit gegeben sind, insbesondere davon, ob die beteiligten Zellen alle in einem und demselben Rückenmarksteil oder Hirnteil vereinigt oder auf mehrere verstreut sind (Ps. 280—316). Jedenfalls

kann aber das Großhirnhemisphärenbewußtsein gar nichts darüber aussagen, ob in einem untergeordneten Zentrum ein einheitliches Bewußtsein des Reflexkettenvorganges zustande kommt oder nicht, weil sich das seinem Einblick entzieht; aus seinem Nichtwissen kann keinenfalls das Nichtsein gefolgert werden.

Wenn aber mit dem reflektorischen Funktionieren der Dispositionen stets auf irgend welcher Individualitätsstufe in irgend welchen Hirnteilen, Ganglien oder Zellen ein bewußtpsychischer Widerschein verbunden ist, so folgt daraus noch keineswegs, daß es die bewußte Zwecktätigkeit jener Zentra gewesen sei, die die Dispositionen hat entstehen lassen und vervollkommen hat. Dazu reicht im allgemeinen die Leistungsfähigkeit schon der mittleren und niederen Hirnteile nicht aus, geschweige denn die der Rückenmarksteile, Ganglien und Zellen. Die bewußte Absicht kann nur da die Dispositionen bilden und vervollkommen, wo schon ein hochentwickeltes Großhirn besteht, das sich Ziele setzt, die über die für die Erhaltung der Art unerlässlichen hinausgehen. Dies ist der Fall bei der Erwerbung künstlicher Fertigkeiten, bei der Abkürzung der Vorstellungsassoziation und bei der Ausbildung ererbter Talente. Tiere erlangen künstliche Fertigkeiten nur durch Dressur und beschäftigen sich nicht mit der Ausbildung ihrer Talente über das natürliche Maß hinaus, z. B. mit der ihrer Sangesfertigkeit nicht über das in der geschlechtlichen Zuchtwahl gesetzte Maß hinaus. Die mittleren und niederen Zentren des Menschen verhalten sich zum Großhirn genau so wie ein Tier, das dressiert wird, zu seinem Dresseur; was ihren Dispositionen aus bewußter Absicht zuwächst, stammt nicht aus ihrem eigenen Bewußtsein, sondern aus dem des Großhirns, von dem sie Fremdsuggestionen empfangen. Leichtere Abänderungen der Instinkte nach Maßgabe dauernd veränderter Umstände können bei klügeren Tieren ebenfalls auf diese Weise entstehen; im allgemeinen aber werden es nicht bewußte Absichten sein, die zur dispositionellen Mechanisierung gelangen, sondern die unbewußte Finalität, die im ganzen Pflanzenreich und auf allen Stufen des Tierreichs außer den höchsten allein die Kosten der aktiven Anpassung zu bestreiten hat (vergl. oben S. 61—62; Ps. 36—37).

Es ist ebenso unrichtig, den bewußt-psychischen Widerschein der funktionierenden Dispositionsmechanismen darum zu leugnen, weil und sofern er nicht ins Großhirnhemisphärenbewußtsein fällt, wie aus diesem bewußt-psychischen Widerschein die Entstehung und Vervollkommenung der Dispositionen erklären zu wollen. Denn

nach der Auffassung des psychophysischen Parallelismus ist jener bewußt-psychische Widerschein ein innerliches Korrelat des mechanischen Vorganges in den Zentralorganen, das in keiner kausalen Beziehung zu dem letzteren steht; vom Gesichtspunkte der allotropen Kausalität ist er nicht die Ursache, sondern eine Wirkung des mechanischen Vorganges. Wie die Empfindung Wirkung des eindringenden Reizes ist, so das Entladungsgefühl Wirkung der motorischen Reaktion, des Umsatzes chemischer potentieller Energie in aktuelle. Unter keinem Gesichtspunkt aber kann die bewußt-psychische Begleiterscheinung oder Nebenwirkung des mechanischen Vorganges zur Ursache des letzteren oder seiner Dispositionen werden.

Es ist immer nur ein täuschender Schein, daß die bewußte Absicht etwas bewirke, außer wenn sie das zum Bewußtsein kommen einer unbewußten Finalität ist. Das Bewußtsein glaubt zu schieben und es wird geschoben, teils von der unbewußten Finalität, die sich in ihm widerspiegelt, teils von dem mechanischen Funktionieren der Dispositionen, in die die unbewußte Finalität bei ihrer Formierung die erforderliche Zweckmäßigkeit bereits hineingelegt hat. Wir haben schon oben (S. 57—58) gesehen, wie die unbewußte Finalität anfänglich ohne jeden bewußten Widerschein wirkt, bis allmählich eines ihrer Glieder nach dem andern vom Lichte des Bewußtseins beschienen wird. Aber selbst wenn alle ihre Glieder bewußt geworden sind, so sind dies doch nur bewußt-psychische phänomenale Reflexe von den wichtigsten Etappen, die die unbewußte finale Tätigkeit zurücklegt, aber nicht der stetige Fluß dieser Tätigkeit selbst, die allein das Wirksame bei dem ganzen Vorgang ist, aber auch immer absolut unbewußt bleibt. Es ist ebenso irrtümlich, den bewußt-psychischen Widerschein des mechanischen Funktionierens der Dispositionen für absolut unbewußt zu halten, während er nur relativ, d. h. für das Großhirn, unbewußt ist, wie die aktive Anpassung und formative, absolut unbewußte Finalität für bloß relativ unbewußt, also für irgendwo und irgendwie bewußt zu halten und sie damit von einer produktiven psychischen Tätigkeit zu einem rezeptiven, passiven, psychischen Phänomen herabzusetzen.

Wenn eine Disposition rein mechanisch auf einen Reiz reagiert, so spielt dabei keine gegenwärtige, dynamische, unbewußt finale Tätigkeit mit, sondern nur vergangene unbewußt finale Tätigkeiten, die in der passiven Angepaßtheit oder statischen Finalität der Dispositionen ihren mechanischen Niederschlag gefunden haben.

Aber alle Dispositionen sind nur zweckmäßig für typische Reize, die sich quantitativ und qualitativ in ziemlich engen Grenzen bewegen, und werden unzweckmäßig bei atypischen Reizen, die diese Grenzen überschreiten (vgl. oben S. 178—179). Hier muß dann die dynamische Finalität oder aktive Anpassung eingreifen, wenn eine unzweckmäßige Reaktion verhindert werden soll. Der Organismus mit Dispositionen befindet sich einem atypischen Reize gegenüber in einer noch schwierigeren Lage, als wenn er gar keine Dispositionen hätte; denn er muß nicht nur seine Reaktion ohne Hilfe von Dispositionen bestimmen, sondern muß auch das mechanische Funktionieren der Dispositionen hemmen, was ihm nicht immer gelingt. Im günstigsten Falle kann er zwar die vorhandenen Dispositionen benutzen, muß aber ihr mechanisches Funktionieren so modifizieren, daß es die gestellte Aufgabe löst, d. h. er muß mit seiner reaktiven Funktion die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Funktionen zweckgemäß überschreiten. Nur durch solche, die mechanische Leistungsfähigkeit der Dispositionen überschreitende zweckmäßige Funktionen können die Dispositionen gesteigert, verfeinert, vervollkommen und auf mannigfaltigere Reize abgestimmt werden. Alle Dispositionen haben sich deshalb unter dem Einfluß von Funktionen stammesgeschichtlich entwickelt, die die jeweilige Leistungsfähigkeit der schon gegebenen Dispositionen überschritten; mit anderen Worten: Die dispositionslose Funktion ist das Prius der Disposition und ihre wahre Entstehungsursache.

Die Geschichte der Organisation ist die Geschichte der Bildung kraftersparender Apparate oder Hilfsmechanismen. Was auf niederer Entwickelungsstufe die aktive Anpassung oder unbewußte dynamische Finalität unmittelbar bewerkstelligen mußte, das besorgt sie auf höherer Entwickelungsstufe mittelbar durch die statische Zweckmäßigkeit der Dispositionen, die sie für die am häufigsten wiederkehrenden typischen Reaktionen sich gebildet hat. Die Herstellung der Dispositionen ist also eine ökonomische Vorrichtung, eine Konsequenz aus dem Prinzip des kleinsten Kraftaufwandes auf organischem Gebiete (vgl. oben S. 68—69), eine Entlastung der aktiven Anpassung von einer Menge gleichmäßig wiederkehrender Geschäfte, also eine hervorragend zweckmäßige Anordnung unbeschadet dessen, daß die Dispositionen sich ausnahmsweise auch unzweckmäßig erweisen können. Besonders zweckmäßig ist auch die Verteilung der

Dispositionen in solche, deren Funktionieren dem Großhirnhemisphärenbewußtsein bewußt wird, und in solche, die ihm unbewußt bleiben und nur in niederen Zentren bewußt werden. Die ersten werden der Kontrolle des obersten Bewußtseinsorgans unterstellt und dienen der Bereicherung, Verfeinerung und Kultivierung des bewußten Willens und der Steigerung seiner Herrschaft über den Leib; die letzteren dienen dagegen der Entlastung des obersten Bewußtseinsorgans von untergeordneten Tätigkeiten, die wieder seiner Konzentration auf seine wichtigeren Aufgaben zugute kommt.

In beiderlei Hinsicht ist die Verteilung der Aufgaben unter die Teile des menschlichen Zentralnervensystems bewunderungswürdig zweckmäßig; immer aber steht die unbewußte Finalfunktion hinter all den von ihr geschaffenen Dispositionen, stets bereit, in die Lücken ihrer Hilfsmechanismen einzugreifen und diese Mechanismen selbst nach Maßgabe wachsender Aufgaben fortzubilden. Dieses stete Zusammenwirken mechanischer Dispositionen und der sie ergänzenden und überschreitenden Funktion vollzieht sich auf jeder Individualitätsstufe vom menschlichen Gesamtorganismus bis herab zu seiner winzigsten Zelle fortwährend, und es ist ebenso einseitig, über der dynamischen unbewußten Finalfunktion die Mitwirkung der dispositionellen Hilfsmechanismen, wie über dem mechanischen Funktionieren dieser das tiefere Prinzip zu übersehen, das auch sie gebildet hat und mit ihnen kooperiert. Wenn im normalen physiologischen Verlauf die Dispositionen allein schon genügend scheinen, so offenbaren die Reaktionen des Organismus auf atypische, pathologische Reize, das Gebiet der Restitutionen, Regenerationen und Heilungsvorgänge auch der oberflächlichen Betrachtung schon, bis zu welchem Grade die dynamische Finalität von vorbereiteten Dispositionen unabhängig sein kann. Der Organismus ist eine Maschine, die ihre maschinellen Einrichtungen oder Maschinenbedingungen nicht nur periodisch (nach Jahreszeiten usw.), sondern oft auch plötzlich in zweckmäßiger Weise umwandelt (z. B. die rasche Mehrproduktion von roten Blutkörperchen bei schnellem Luftballonaufstieg in dünner Luftschichten behufs Bereitstellung von mehr Sauerstoffüberträgern). Aber nur der oberflächlichen Betrachtung verschleiert sich die Unzulänglichkeit der Dispositionen ohne eine über sie übergreifende organisatorische und regulatorische Tätigkeit; bei tieferem Eindringen zeigt das Leben jeder Zelle im Organismus auf das deutlichste, wie unmöglich es ist, die Fülle der zu be-

wältigenden Aufgaben ohne Rest durch mechanische Vorkehrungen zu lösen (vgl. oben S. 125—128; 134).

X. Die organischen Naturkräfte.

In allen vorhergehenden Abschnitten haben wir gesehen, wie wenig die physischen und chemischen Kräfte für sich allein genügen, um einen Organismus zu erklären, und daß überall die logische Nötigung vorliegt, außer den unorganischen Naturkräften noch organische Naturkräfte anzunehmen. Wenn wir zum Schluß unser Augenmerk noch einmal auf diese organischen Kräfte richten, so brauchen wir nur die überall angesponnenen Fäden aufzugreifen und zusammenzuweben, also einen zusammenfassenden Rückblick auf die bisherigen Ergebnisse zu werfen, aber nichts Neues hinzuzufügen. Dabei muß sich zeigen, welche anderweitig unerklärlichen Leistungen des Organismus uns nötigen, die Hypothese ordnender und leitender Oberkräfte aufzustellen, welche begrifflichen Bestimmungen als nicht zutreffende von diesen organischen Kräften fern zu halten sind, und was und wieviel wir positiv über sie aussagen können.

Die Unterschiede des Organischen vom Unorganischen sind augenfällig genug, auch wenn alle organischen Stoffe unorganisch herstellbar wären, und alle organischen Formen ihre Analoga in unorganischen Gebilden hätten. Der Organismus erhält in aktiver Weise seine Form im Wechsel des Stoffes und vervielfältigt sie; jede seiner Individualitätsstufen behauptet sich nur dadurch, daß sie sich an den sie zusammensetzenden Individuen nächstniederer Stufe beständig mausert. Der Organismus bestimmt die Form seines Stoffes von innen heraus, während die organoïden Formen der unorganischen Natur von außen, von den Oberflächen her bestimmt sind (vgl. oben S. 124—125). Keine Substanz, sei sie geformt oder nicht, ist als solche schon lebende Substanz, sie kann höchstens der Träger werden, an dem Lebensvorgänge sich abspielen; dies geschieht aber nicht, wenn die Substanz sich selbst gleich bleibt, sondern nur, wenn sie sich stetig ändert und umwandelt (S. 128). Als Lebensvorgänge sind unter solchen Umänderungen der lebenträgenden Substanz nur solche anzusehen, die wirklich dem Leben dienen (S. 135). — Das Organische kann weder das Prinzip des Unorganischen, noch mit ihm gleich ewig, sondern muß auf der Erde zu bestimmter Zeit aus ihm entstanden sein; es konnte aber nicht aus bloß unorganischen Kräften und Gesetzen entspringen, wenn nicht höhere leitende

und ordnende Kräfte hinzutreten (120—121). Denn einerseits können nach unorganischen Gesetzen nur unter besonderen Maschinenbedingungen, wie sie wohl im chemischen Laboratorium herzustellen, aber nicht in der freien Natur zu finden sind, unorganische Verbindungen in organische übergeführt werden. Und andererseits mußten die ersten Urorganismen, um bestehen und ihre Art erhalten zu können, schon Fähigkeiten besitzen, die sie aus unorganischen Kräften und Gesetzen nicht erlangen konnten, nämlich Assimilation, Dissimilation, Atmung, überkompensierte Ernährung, Wachstum, Zusammenziehung und Ausdehnung, regulatorische Selbsterhaltung, aktive Anpassung und Fortpflanzung durch Selbstteilung (S. 120).

Der Organismus gleicht bis zu einem gewissen Punkte einem automatischen Mechanismus, einer Wärmemaschine, einem System von osmotischen Häuten, einer galvanischen Batterie mit Leitungsnetz und elektromotorischen Endapparaten, einer chemischen Fabrik. Aber keiner dieser Vergleiche reicht aus, um sein Leben verständlich zu machen; er benutzt alle diese unorganischen Kräfte und Gesetze als Hilfsmittel für seine Zwecke, erschöpft sich aber nicht in ihnen, sondern geht über sie alle hinaus (125—128). Schon die inneren und äußeren Lebensbewegungen der Zelle und in noch höherem Maße die Lebensvorgänge der Zellteilung und Zellverschmelzung zeigen eine Herrschaft des Ganzen über die Leistungen der Teile, wie sie in der unorganischen Natur nicht vorkommt und aus unorganischen Kräften allein unmöglich wäre (135—137). Da jede Änderung in der lebenden Substanz mit einer chemischen Umwandlung an irgend einer Stelle beginnen muß und meist durch plötzliche Umwandlung eines Proferments in ein Ferment bewirkt wird, so kommt alles auf die vorbereitende Herstellung und Verteilung der Profermente in der Zelle und im ganzen Organismus an und auf die Umwandlung dieser an der rechten Stelle und zur rechten Zeit. Da solche Vorgänge sich aber fortwährend in der winzigsten Zelle jedes Organismus nach Maßgabe der von der Außenwelt und von Nachbarzellen her einwirkenden Reize abspielen, sind leitende Oberkräfte dazu unentbehrlich (S. 134).

Bei der Entwicklung aus dem Keim zeigt der Organismus nicht bloß eine Entfaltung des im Keime Präformierten, sondern auch eine wahrhafte Epigenesis, die nicht mehr aus Präformation erklärbar ist, noch weniger aber aus physikochemischen Gesetzen allein zu verstehen ist (167—168). Selbst das im Keime Prä-

formierte bedarf bei seiner Entfaltung leitender und ordnender Kräfte, um einerseits das Ineinander der Anlagen zu einem Nebeneinander verschiedener Organe richtig zu verteilen, und um andererseits die im Keime mehrfach nebeneinander vorhandenen Anlagen (z. B. in mehreren Kernschleifen oder in mehreren Furchungszellen des gefurchten Eies) so ineinanderzufügen, daß ein einziges Exemplar des Organismus dabei herauskommt (172—173). Nicht jede an einem Individuum auftretende Abänderung gelangt zur Vererbung auf nachfolgende Generationen, sondern es findet in dem, was vererbt wird, eine Auswahl statt. Änderungen aus zufälliger, fluktuierender Variation zeigen nicht nur keine Tendenz zur Vererbung, sondern vielmehr eine solche zum Rückschlag. Änderungen durch den direkten Einfluß der äußeren Umstände werden erst dann erblich, wenn sie lange Generationen hindurch bestanden haben. Physiologische Abänderungen durch Gebrauch und Nichtgebrauch pflegen schon nach fünf Generationen eine Rasse so weit erblich umgewandelt zu haben, wie sie dazu überhaupt imstande sind. Morphologische Abänderungen sprunghafter Art sind von ihrem ersten Auftreten an sofort erblich. Man kann also sagen, daß die individuellen Abänderungen um so sicherer vererbt werden, je mehr sie selbst ihrem Auftreten nach dem Plane der Natur entsprechen und je weniger sie teleologisch zufällig sind (157—158).

Dieselben leitenden und ordnenden Kräfte, wie in der Keimesentwicklung walten auch in der Stammesgeschichte. Sie leiten dort die bestimmt gerichtete Variabilität, geben ihr Richtung und Begrenzung, führen durch direkte Anpassung zur Umwandlung der physiologischen, und durch sprunghafte Abänderung zu denjenigen der morphologischen Merkmale (159, 161) und bewirken so den organisatorischen und regulatorischen Aufstieg der Organisation. Das Auffallendste bei all diesen Leistungen ist, daß immer die Teile dem Ganzen untergeordnet sind, daß die Individuen niederer Stufe ihre Sonderzwecke denen höherer Stufe unterwerfen müssen, daß sie ihre Selbstsucht instinktiv überwinden und einem Interesse dienen müssen, das nicht das ihrige ist. Dies sehen wir an den Organen der Zelle, an den Zellen eines mehrzelligen Organismus, an den Furchungszellen des Eies, an den Personen eines Stockes, an den zusammenpassenden Merkmalen polymorpher Typen einer Art (Geschlechter, Bienenotypen), an dem Zusammenpassen des Tierreichs und Pflanzenreichs, der Pilze und Algen in den Flechten, der Blüteneinrichtung und der

Befruchtungsinsekten, an der Beteiligung rückwärts und seitwärts belegener Teile an Restitutionen und Wundheilungen, an der korrelativen Abänderung vieler Teile bei Abänderung eines. Das Korrelationsgesetz stellt sich so als das allgemeinste Gesetz der organischen Natur dar, als das innere Entwicklungsgesetz, das alle Gesetze der Stammesgeschichte, Keimesentwickelung, Variabilität und Vererbung in sich begreift und die Harmonie der Natur herstellt, aufrechterhält und vervollkommnet (163—165).

Die Unterordnung der Individualzwecke niederer Stufen unter die höherer Stufen erfordert ebensogut eine Überlagerung organischer Gesetze über die unorganischen (der Moleküle und Atome), wie eine solche höherer organischer Gesetze über niedere (S. 48). Während in der unorganischen Natur das Zusammengesetzte ein bloßes Summationsphänomen aus den Kräften und Gesetzen ist, die es zusammensetzen, ist der Organismus mehr als dies; es kommt in ihm zu dem Summationsphänomen der ihn konstituierenden Bestandteile noch ein Plus hinzu. Die Teile würden bei der bloßen Verfolgung ihrer Sonderzwecke niemals dazu gelangen, ihre Kräfte in den Dienst des Gesamtzweckes des Organismus zu stellen; einzusehen, daß sie dabei selber im großen und ganzen am besten fahren, das geht weit über ihren Horizont. Wenn sie doch opferwillig dem Ganzen dienen, so tun sie damit schon etwas, was ihr bewußtes Verständnis weit überschreitet, und handeln instinktiv unter einem höheren Einfluß. Das hinzukommende Plus, das die Teile wider ihren Willen in den Dienst des Ganzen zwingt, sind eben jene leitenden und ordnenden Oberkräfte (50—51).

Solange sie den Teilen Direktiven geben, leben diese im Dienste des Ganzen; sobald sie die Teile sich selbst überlassen und ihren Einfluß von ihnen zurückziehen, sterben dieselben dem Ganzen ab, werden ausgeschaltet und geraten, dem bloßen Spiel der unorganischen Kräfte überlassen, in Auflösung. Da jedes Individuum höherer Stufe nur dadurch lebt, daß es sich beständig an Individuen niederer Stufe mausert, so muß es auch beständig seinen lebenspendenden Einfluß aus den zur Abstoßung bestimmten Individuen niederer Stufe herausziehen und diese dem Tode preisgeben, um sie durch neue zu ersetzen. Die Mauserung, in der für das Individuum höherer Stufe das Leben besteht, bedeutet also gleichzeitig für die ausgemauserten Individuen niederer Stufe den Tod, und zwar den von innen kommenden, spontanen Tod ohne äußere Schädlichkeit. Dies gilt auch für die Arten,

die sich an Individuen mausern, und für die Ordnungen, die sich an Arten mausern. Der spontane Alterstod des Individuums ist die finale Zurückziehung der organischen Oberkräfte aus dem Summationsphänomen der niederen Kräfte im Organismus (182—183).

Das Prinzip der Ökonomie oder des kleinsten Kraftaufwandes gilt als ein allgemeines Zweckmäßigkeitssprinzip für die organische Natur ebenso wie für die unorganische (68—69, 142). Es führt dazu, zweckmäßige Reaktionen auf typische, häufig wiederkehrende Reize dadurch zu erleichtern, daß sie durch Herstellung von Dispositionen oder molekularen Hilfsmechanismen mechanisiert und schablonisiert werden (206—207). Hieraus entspringt dann einerseits der Irtrum, als ob die Zweckmäßigkeit der organischen Reaktionen überhaupt nur und ausschließlich aus molekularen Mechanismen entspränge, also rein mechanischen Ursprungs sei, und andererseits die Geringschätzung der Naturfinalität auf Grund der Unvollkommenheit und Begrenztheit jener Zweckapparate.

Die scheinbare Dysteleologie der Natur löst sich immer dadurch auf, daß es im ganzen zweckmäßiger ist, Mechanismen von begrenzter Zweckleistung herzustellen, die jenseits dieser Grenzen zwecklos oder gar zweckwidrig wirken, als ganz auf solche, in der großen Mehrzahl der Fälle ausreichenden, Mechanismen zu verzichten und alles dem unmittelbaren Wirken der Oberkräfte zu überlassen (68—70, 76—77; U. I 163—164). Eine Reduktion aller organischen Zweckmäßigkeit auf Mechanismen würde auf Schachtelkeime, Schachteluroorganismen, Schachtelmoleküle, Schachtelatome und ein Schachteluniversum zurückführen (62—63). Es ist aber ganz unmöglich, eine Maschine auch nur theoretisch zu ersinnen, die gleich dem Organismus zerstörte Teile wiederherstellt, ordnungswidrig umgelagerte wieder in die richtige Ordnung bringt, sich durch Teilung jedes ihrer Glieder und Umordnung aller Hälften teilt und diese Fähigkeit zur Teilung auf ihre Teilungsprodukte überträgt. Das Verhalten der Organismen gegen atypische, in der freien Natur gar nicht vorkommende Reize, auf die sie also auch nicht eingerichtet sein können, zeigt, daß die aktive Anpassung und Regulatorik auch da waltet, wo spezifische Dispositionen gänzlich fehlen (59, 178—179). Auch da, wo vorhandene Dispositionen funktionieren, wirkt doch die aktive Anpassung mit der mechanischen Reaktion der Dispositionen zusammen, weil die Reize immer etwas verschieden auftreten (207—208). Die aktive Anpassung hemmt teilweise die

Wirksamkeit der Dispositionen in Fällen, wo dieselbe unzweckmäßig wäre, teilweise modifiziert sie dieselbe in zweckmäßiger Weise, überschreitet also negativ wie positiv ihre mechanische Leistungsfähigkeit und trägt dadurch wieder zur Verfeinerung und Vervollkommnung der Dispositionen bei (205—206). Die Dispositionen sind Mechanismen, aber solche, die durch die übergreifenden Funktionen des Organismus selbst hergestellt sind; so ist das dispositionslose Plus in der Funktion das Prinus und die Ursache für die Entstehung der Dispositionen, die in den ursprünglichen Urorganismen noch gänzlich gefehlt haben müssen (198—199).

Faßt man alle diese von Organismen wirklich vollbrachten Leistungen zusammen, so ergibt sich die logische Nötigung, zu der Hypothese leitender und ordnender Oberkräfte (Dominanten) seine Zuflucht zu nehmen, und diese Nötigung ist nicht bedingt durch den gegenwärtigen unvollkommenen Zustand der Naturwissenschaften, sondern ist von diesem ganz unabhängig und muß bei jedem noch so großen Fortschritt der Naturwissenschaften bestehen bleiben. Was gegen eine solche Hypothese bisher bedenklich und abgeneigt machte, war erstens die Abneigung gegen Philosophie im allgemeinen und Naturphilosophie im besonderen, zweitens die Abneigung gegen Teleologie als etwas Unwissenschaftliches, drittens die Herrschaft des Materialismus und Mechanismus, durch die andere als materielle und mechanische Kräfte ins Fabelreich verwiesen wurden, viertens die Herrschaft des Darwinismus, der die Entstehung alles Zweckmäßigen ausreichend auf mechanischem Wege erklärt zu haben glaubte, fünftens ein zu enger Naturbegriff, der die geschlossene Naturkausalität auf die materielle Natur beschränkte (54—55), und sechstens der Glaube, daß die Naturwissenschaft die Wissenschaft überhaupt erschöpfe und für keine andern wissenschaftlichen Forschungen und Erklärungen neben sich Raum lasse. Alle diese Vorurteile sind unhaltbar und nachgerade im Weichen begriffen, so daß für die Hypothese organischer Oberkräfte wieder Raum wird.

Diese Hypothese hatte in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts dadurch sich selbst diskreditiert, daß sie falsche Begriffsbestimmungen auf sich anwandte, deren Unrichtigkeit darzutun der Kritik keine Mühe machte. Diese Irrtümer sind aber heute leicht zu vermeiden.

Die organischen Oberkräfte sind erstens keine materiellen, mechanischen, energetischen Kräfte. Sie wirken nicht in

der Normale, haben darum weder einen gemeinsamen Schnittpunkt ihrer gleichzeitigen Wirkungsrichtungen, noch ein Ergal oder Potential, noch eine Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung. In Ermangelung eines gemeinsamen Schnittpunktes oder Zentrums ihrer Kraftäußerungen sind sie keine Zentralkräfte, haben keinen räumlichen Sitz, überhaupt keinen bestimmten Ausgangspunkt ihrer Kraftäußerungen. Deshalb kann auch weder eine einzelne solche Kraft noch eine Gruppe von mehreren solchen die objektiv-reale Erscheinung der Materie hervorbringen; sie sind also nicht materiierende Kräfte, wie die Atomkräfte es sind (24—25). Sie können wohl auf Materie als auf ihren Angriffspunkt wirken, aber nicht an Materie als ihrem Sitz und Ausgangspunkt haften; denn sonst müßten sie wie Vorspannpferde vor Atomkräfte bald vorgelegt, bald abgeschrirrt werden, je nachdem dieselben in Organismen eintreten oder austreten. Wenn es nur Zentralkräfte in der Welt gäbe, so wäre die Hypothese organischer Oberkräfte unmöglich; aber es ist ein Vorurteil, daß es darum nur Zentralkräfte gebe oder geben könne, weil die Physik in der unorganischen Natur mit Recht alles auf solche zurückzuführen sucht. Der alte Begriff der Lebenskraft ist darum gerichtet, weil er eine materielle, mechanische, energetische Kraft mehr neben den übrigen darstellen sollte und eine solche unmöglich ist (Le. 78—87).

Die organischen Oberkräfte sind zweitens nicht bewußte Intelligenzen, die nach Art des menschlichen Bewußtseins auf Grund aufgesammelter Erfahrungen und Kenntnisse Gesetze abstrahierten und diesen mit zweckmäßiger Überlegung Rechnung trugen. Das höchste Zentralbewußtsein des Organismus, welches allein imstande wäre, den Teilen gegenüber die Interessen des Gesamtorganismus zu vertreten, steht dem organischen Bilden gerade am allerfernsten. Die mittleren und niederen Zentra, die den physiologischen Vorgängen schon näher stehen, vermögen doch einerseits nicht mehr das Gesamtinteresse des Organismus im Kampf mit der eigenen Selbstsucht genügend zu wahren, und haben anderseits doch in die eigentlich maßgebenden chemischen Vorgänge in den Zellen noch keinen Einblick. Schon das oberste Zentralbewußtsein, geschweige denn die mittleren Teilbewußtseine ermangeln der nötigen Kenntnis, auf Grund deren sie ihre Entschlüsse fassen müssten, noch mehr aber der Schnelligkeit und Sicherheit einer alle Umstände berücksichtigenden logischen Entschließung. Ein Zellenbewußtsein mag von den Umständen inner-

halb der eigenen Zelle vielleicht ausreichende Kenntnis haben, aber nur eine ganz dumpfe und unbestimmbare von den Vorgängen in anderen Zellen, und es erwangelt vor allem einer ausreichenden Intelligenz. In den Bewußtseinen aller Individualitätsstufen ist schließlich der Bewußtseinsinhalt nur ein passiver Widerschein von den Leistungen der aktiven Funktionen, die sich hinter allem Bewußtsein vollziehen (204—205). Da also die dem Organismus eigenen Bewußtseine keinenfalls Träger der Lebenskraft sein können, so muß es ein von ihm Besitz ergreifendes dämonisches Bewußtsein sein, wenn die Lebenskraft überhaupt als eine bewußt intelligente gedacht werden soll, und dieses Bewußtsein muß selbst in den niedrigsten Organismen dem menschlichen an Kenntnissen, Klugheit und Schnelligkeit der Entschließung unermeßlich überlegen sein und indeterministisch frei schalten und walten.

Die organischen Oberkräfte sind drittens nicht individuell in dem Sinne, daß jedem Individuum ein bestimmtes Maß dieser Kräfte ein für allemal zugeteilt wäre. Denn die Zunahme dieser Kräfte beim Wachstum, ihre Teilbarkeit bei der Fortpflanzung oder künstlichen Zerteilung und ihre Verschmelzung bei der Kopulation, Befruchtung und künstlichen Verbindung von Organismenteilen lehrt das Gegenteil. Die organischen Kräfte müssen von wo anders her jedem Individuum nach Bedarf zuströmen und sich, soweit sie nicht mehr gebraucht werden, von ihm wieder zurückziehen (Le. 380—383).

Nachdem wir so gesehen haben, wie die organischen Oberkräfte nicht zu denken sind, nämlich nicht materiell, nicht bewußt, nicht individuell fixiert, können wir der Frage näher treten, unter welchen positiven Bestimmungen wir dieselben vorzustellen haben.

Die organischen Oberkräfte wirken erstens krummlinig (nicht gradlinig), drehend, scherend oder deformierend. Der Raum und die Materie wird ausschließlich durch die unorganischen Zentralkräfte gesetzt und hervorgebracht; die organischen Kräfte liefern zu beiden nicht den geringsten Beitrag, beziehen sich aber auf die von jenen gesetzten (115—116). Sie fügen sich in den Rahmen der energetischen Gesetze ein und benutzen den von diesen offen gelassenen Spielraum; sie ordnen sich aber nicht ebenso der Mechanik unter, sondern lagern sich über dieselbe über, indem sie das Beharrungsvermögen irgend welcher materieller Teilchen überwinden und Energie aus einer Raumachse in eine andere umlagern (71—75). Infolge dieser Überlagerung der mechanischen Gesetze durch die organischen sind

die ¹ ersteren zwar allgemeingültig, aber nicht alleingültig (70—71). Das Wirken der organischen Kräfte ist ebenso natürlich und ebenso gesetzmäßig determiniert wie das der unorganischen; bei beiden ist die Kraft als solche qualitativ nicht verschieden, sondern nur durch die Gesetze, deren Verwirklichungsmacht sie ist (64—65). Die Gesetze der organischen Oberkräfte sind zu kompliziert, um sich' gleich' denen der unorganischen Kräfte auf einen mathematischen Ausdruck bringen zu lassen. Beide gehören der objektiv-realnen Erscheinungssphäre der Natur an, sind also immanent und nicht transzendent im metaphysischen Sinne (S. 41).

Die organischen Oberkräfte entfalten zweitens eine überbewußte, d. h. der jedes Bewußtseins schlechthin überlegene Intelligenz, die absolut unbewußt ist, d. h. in keinerlei Bewußtsein fällt. Soweit etwas von ihr in Bewußtseine einzugehen scheint, ist es doch niemals die absolut unbewußte Aktivität und Produktivität selbst, sondern nur ein passiver, subjektiv-phänomenaler Widerschein ihrer Produkte, der mehr oder minder lückenhaftes Stückwerk bleibt (56—58, 61—62). Sie sind das zu dem Summationsphänomen der Individuen niederer Stufe hinzukommende Plus und vertreten in gesetzmäßiger Weise den Individualzweck der höheren Stufe, ebenso wie die Individuen niederer Stufe bis hinab zu den Atomen ihre Individualzwecke vertreten. So treten sie dem Leibe als die Summe der unbewußt psychischen Funktionen (mit Ausschluß der bewußt psychischen Phänomene) gegenüber, oder kürzer als unbewußte Seele, die an sich unräumlich und immateriell ist, deren Wirkungsgebiet aber sich genau so weit erstreckt, wie das lebende Plasma des Organismus (194—195). Es ist die gleiche formierende Tätigkeit, welche nach den gleichen Kategorien, von den unbewußt psychischen Funktionen einerseits in der Organisation und Regulation des Leibes und anderseits in dem Aufbau der bewußt psychischen Phänomene (Gefühle, Empfindungen, Anschauungen, Vorstellungen) für die verschiedenen Bewußtseine im Organismus ausgeübt wird (48—49). Ebenso ist es dieselbe synthetische Tätigkeit, welche im Organismus durch zweckvolle Wechselbeziehung die verschiedenen Individuen niederer Ordnung zu einem Gesamtindividuum höherer Ordnung verknüpft, und welche in der subjektiv-idealen Sphäre die Bewußtseinsinhalte von Hirnzellen und Hirnteilen zu einem einheitlichen Bewußtsein höherer Stufe verschmilzt (47—48). Die Oberkräfte sind nicht etwas dem Indi-

viduum Fremdes, das von ihm dämonisch Besitz ergreift, sondern recht eigentlich integrierende und konstituierende Bestandteile seiner Individualität. Sie besitzen die ganze Überlegenheit der Intelligenz, die dem unbewußt Psychischen über das bewußt Psychische zukommt (U. I 355—358; U. II 3—15; U. III 309—316, 324—330).

Die organischen Oberkräfte sind drittens supraindividuell, d. h. sie sind nicht wie Atome durch eine Beziehung auf einen stetig beweglichen Raumpunkt individualisiert und darum auch nicht für die Dauer des Weltprozesses in ihrer Individualität konstant, sondern sie sind nur ad hoc, in bezug auf einen organischen materiellen Atomkomplex individualisiert, der ihrer als leitender und ordnender Oberkräfte bedarf. Sie gewinnen ihre Individuation erst durch seine Entstehung (Keimbildung) und verlieren sie mit seiner Auflösung (Tod). Inzwischen mehrt und mindert sich das Maß ihrer Betätigung je nach der Veränderung ihres Gegenstandes (Wachstum und Altersschwund); der Leib hat immer so viel Seele, wie er jeweils braucht und brauchen kann, nicht mehr und nicht weniger. Nur nach den Angriffspunkten ihres Wirkens sind sie individualisiert, nicht (wie die Atome) nach dessen Ausgangspunkten; die Seele hat nicht ihren Sitz, sondern nur ihren Wirkungsbereich im Leibe. Wie ein Stufenbau der materiellen und der bewußt psychischen Individuen besteht, so auch ein Stufenbau der auf sie bezüglichen Oberkräfte, der mit den ersteren zusammen den Stufenbau der unbewußt-geistigen Individuen ausmacht (49—52; Le. 383—385).

Es gibt organische Oberkräfte der Zellorgane, der Zellen, der zusammengehörigen Zellgruppen, der Folgestücke und Gegenstücke, der Personen, der Stöcke, der Tierstaaten, der Arten, Familien, Ordnungen, Naturreiche, der Himmelskörper und des Universums (Le. 142). Jede organische Oberkraft einer nächstniederen Individualitätsstufe ist Glied in der inneren Mannigfaltigkeit der Oberkraft der nächsthöheren Individualitätsstufe, und alle zusammen Glieder in der inneren Mannigfaltigkeit der organischen Oberkraft des Universums oder der absoluten Tätigkeit des unbewußten Geistes. Während wir die höheren Stufen der Oberkräfte induktiv aus den niederen erkennen, werden genetisch die niederen Stufen durch die höheren, die gliedlichen Teile durch das Ganze, die Teilstufen durch die Gesamtfunktion, die Partialideen durch die Gesamtidee bestimmt. Daher kommt es, daß in allem Organischen die Teile

sich nach dem Ganzen richten und in seinem Dienste stehen. Die Zellen dienen dem Organismus, wie die Individuen der Art, die Arten dem organisatorischen Aufstieg, Pflanzen- und Tierreich der irdischen Gesamtorganisation, und alle Glieder der Harmonie des Universums. Darum verhält sich das einzelne Glied so oft in einer Weise, als ob es Kenntnis von bestimmten Voraussetzungen hätte, die ihm doch unmöglich zugekommen sein kann; es wird eben durch die absolute Funktion des absoluten Geistes gliedlich determiniert, welche die Zwecke der aktuellen Determination des jeweiligen Mittels nicht explizierte, sondern nur logisch impliziert in sich enthält. So erklärt sich z. B. das sogenannte Hellsehen des Instinkts, sei es bei dispositionslosen Instinkthandlungen, sei es bei zweckmäßiger Überschreitung der jeweiligen Dispositionen, sei es bei der Formierung zweckmäßiger Dispositionen für unbewußte Zwecke (U. III 292—293, 265—272, 76—77; U. I 76—77, 455—458).

In den organischen Oberkräften allein erweist sich der absolute Geist als ein der Natur immanent er, während die unorganischen Naturgesetze der materiellen Welt auch von einem bloß transzendenten, deistisch verstandenen Gotte gegeben sein könnten, der die Welt als fertig gebautes, aufgezogenes und angestoßenes Uhrwerk sich selbst überließe. Erst in den organischen Oberkräften entfaltet sich eine solche Finalität, die den Individualzwecken aller Stufen gerecht wird, aber die niederen nach den höheren reguliert. Es fragt sich nur, ob die organischen Oberkräfte, d. h. die in letzter Instanz aus der absoluten universellen Funktion stammenden Einflüsse auf die materiellen Individuen, integrierende und konstituierende Bestandteile der Naturindividuen, oder ob sie nicht zu ihnen gehörige und von außen her in sie eingreifende Zutaten zu ihnen sind. Im ersten Falle hat man es mit einer konkretmonistischen (pantheistischen) Immanenz, im letzteren Falle mit einem theistischen concursus divinus zu tun. Die erstere Ansicht entspringt aus dem hier vertretenen weiteren Begriff der Natur, die letztere aus einem engeren, ausschließlich materialistischen und mechanistischen Naturbegriff, stellt also ein unvermerktes Zugeständnis an den Materialismus und die mechanistische Weltanschauung dar (63—64).

In Wahrheit ist Kraft und unbewußter Wille ebenso identisch, wie Gesetz und unbewußte Vorstellung oder Idee, und man braucht nur den einen oder den andern Namen zur Bezeichnung derselben Sache, je nachdem man von der objektiv-

phänomenalen oder der subjektiv-idealnen Erscheinungssphäre ausgeht und induktiv aufsteigt (38—39). Was von außen gesehen als Kraft gilt, ist von innen gesehen unbewußter Wille und umgekehrt; was von außen gesehen als Anwendung eines abstrakten Gesetzes auf einen Spezialfall betrachtet wird, das ist von innen gesehen konkrete, logisch ideale Selbstdetermination der Idee, d. h. einer der Einzelfälle, von denen wir das Gesetz abstrahieren. Was individuell betrachtet eine gesetzlich bestimmte Kraft oder eine willensrealisierte Partialidee ist, das ist universell betrachtet Glied der absoluten doppelseitigen Funktion, d. h. Glied in der Einheit des universellen Systems logisch idealer Beziehungen und seiner thelisch-dynamischen Verwirklichungsmacht (50—51, 113—114, 37). Diese universelle, kausalfinale Funktion gibt weder ihre logisch-ideale, noch ihre thelisch-dynamische Einheit darum auf, weil sie sich in einen Stufenbau von Individuen gliedert, deren logisch-ideale Beziehungen untereinander thelisch-dynamisch realisiert und dadurch zu interindividuellen Konflikten werden. Die Einheit des Ganzen bleibt bestimmd für alle Glieder seiner inneren Mannigfaltigkeit, und dieses Verhältnis wird uns im Korrelationsgesetz, im inneren organischen Entwicklungsgesetz und in der Harmonie der Natur anschaulich. Die organischen Oberkräfte bilden in dem Stufenbau der inneren Mannigfaltigkeit der absoluten Funktion selbst nur den reich abgestuften Oberbau, während die unorganischen Naturkräfte den Unterbau darstellen. Die Partialideen des Oberbaues enthalten in sich die Individualzwecke höherer Stufe als die des Unterbaues, also einen ideell höheren Ausschnitt aus der universellen Finalität.

Da die Naturwissenschaften im engeren Sinne sich nur mit den unorganischen Kräften und Gesetzen beschäftigen, so können sie niemals darüber hinaus gelangen, die materiellen Bedingungen des Lebens zu untersuchen. Wenn die Biologie „Lehre vom Leben“ werden will, so muß sie Vereinigung von Naturwissenschaft und Naturphilosophie werden und darf die Hypothese der organischen Oberkräfte nicht darum von der Hand weisen, weil sie außerhalb der Naturwissenschaft liegt (41—42).

Die „Biologie“ kann nur „Vitalismus“ sein, oder sie läßt das Leben, das sie erforschen will, außerhalb ihres Forschungsbereichs. Ein „physikalischer Vitalismus“ ist freilich ein eben solcher Widerspruch in sich wie eine „materielle, mechanische, energetische oder physikochemische Lebenskraft“. Vitalist ist sich

selbst zum Trotze jeder, der überhaupt etwas physikalisch Unerklärliches im Organismus annimmt, also jeder, der anerkennt, daß das vom Leben erzeugte Bewußtsein physikalisch unerklärlich sei. Da sich niemand, auch nicht der eingefleischteste Materialist und Mechanist, dieser Anerkennung entziehen kann, so gibt es überhaupt nur Vitalisten, auch wenn sie sich für das Gegen teil halten. Der Streit kann sich nicht mehr darum drehen, ob der Vitalismus Giltigkeit habe, sondern nur, innerhalb welcher Grenzen. Wer alles unbewußt Psychische leugnet und nur bewußt Psychisches gelten läßt, wird auch den Vitalismus nur für die subjektiv-ideale Sphäre gelten lassen; wer dagegen unbewußt psychische Funktionen anerkennt, der wird auch den Vitalismus über das bewußt psychische Gebiet hinaus auf das unbewußt psychische Gebiet erweitern, d. h. den psychischen Vitalismus in erster Reihe als unbewußt psychischen verstehen und von ihm aus sowohl die organischen als auch die bewußt psychischen Lebenserscheinungen zu erklären suchen.

