

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von  
Dr. K. Goebel      und      Dr. R. Hertwig  
Professor der Botanik                      Professor der Zoologie  
in München,

herausgegeben von  
**Dr. J. Rosenthal**  
Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einzusenden zu wollen.

---

XXV. Bd.      15. Dezember 1905.      № 23 u. 24.

---

Inhalt: Kassowitz, Vitalismus und Teleologie. — Schwangart, Zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren (Schluss). Iwanoff, Untersuchungen über die Ursachen der Unfruchtbarkeit von Zebroïden (Hybriden von Pferden und Zebra). — Kramberger, Der diluviale Mensch von Krapina und sein Verhältniss zum Menschen von Neandertal und Spy.

---

## Vitalismus und Teleologie.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz.

Der in der Wissenschaft vom Leben neuerdings wieder aufblühende Vitalismus zeigt zwei voneinander scharf zu unterscheidende Spielarten: die mechanistische und die teleologisch-animistische. Der Unterschied zwischen ihnen liegt darin, dass die erstgenannte in den Lebenserscheinungen ein nach streng mechanisch-kausalen Gesetzen ablaufendes Geschehen erblickt und nur behauptet, dass diesen Erscheinungen Bewegungen und Vorgänge zugrunde liegen, welche mit denen in der leblosen Natur nicht verglichen werden können; während der teleologisch-animistische Vitalismus annimmt, dass in allen lebenden Organismen ein psychisches Prinzip nach dem Muster des seine Zwecke ersinnenden und realisierenden Menschengestes wirksam sei, welche in ihnen nach Gutdünken über die Bewegungen und Energien verfügt und sie seinen Zwecken dienstbar macht. Diese zweite Spielart des Vitalismus zerfällt aber wieder in zwei Untervarietäten, von denen die eine konsequent genug ist, das bildende und ordnende geistige Prinzip mit Bewusstsein auszustatten, während die zweite nebst allen anderen Vernunftopfern auch noch die Annahme einer unbewussten Intelligenz — *lucus a non lucendo* — verlangt und damit gerade jenes

Moment wieder ausschaltet, das der ganzen Annahme wenigstens eine Scheinberechtigung gewährt, nämlich die Analogisierung mit der ihre Ziele mit Bewusstsein verfolgenden menschlichen Intelligenz.

Es ist uns von vornherein klar, dass alle diejenigen, welche der Ansicht sind, dass sich alle Lebenserscheinungen auf Zerfall und Aufbau des lebenden Protoplasmas zurückführen lassen, sich gegen alle diese Spielarten des Vitalismus nicht anders als ablehnend verhalten können. Denn wenn es richtig wäre, dass alle vitalen Prozesse, also diejenigen, welche nur im lebenden Organismus und niemals außerhalb desselben beobachtet werden, auf Bildung und Zerstörung der chemischen Einheiten der lebenden Substanz beruhen, dann wäre vor allem der mechanistische Vitalismus unhaltbar, weil Aufbau und Zerfall oder Synthese und Spaltung von Atomverbindungen auch in der leblosen Natur vorkommen und weil diese chemischen Vorgänge im lebenden Protoplasma sich von den Synthesen und Spaltungen außerhalb der lebenden Substanz nicht ihrem Wesen nach, sondern nur graduell unterschieden würden. Wenn also noch in jüngster Zeit behauptet wurde, dass es bis jetzt nicht gelungen sei, auch nur eine einzige Lebenserscheinung auf die Gesetzlichkeit des anorganischen Naturgeschehens zurückzuführen, wenn wir aus dem Munde eines Physiologen vernehmen müssen, dass die physiologische Wissenschaft in bezug auf die Erklärung eigentlicher Lebensvorgänge noch nichts geleistet habe, und wenn ein dritter Forscher ausruft: „Man nenne mir nur Beispiele irgend eines Vorganges im Organismus, der vollständig und ohne Hypothesenrest chemisch oder physikalisch aufgeklärt ist,“ so haben diejenigen, welche sich in dieser Weise geäußert haben, das eine außer acht gelassen, dass sie zu diesen Aussprüchen nur dann berechtigt wären, wenn sie alle bisherigen Versuche, die Lebenserscheinungen auf Zerfall und Aufbau hochkomplizierter Atomverbindungen zurückzuführen, in eingehender Weise analysiert und ihre Unhaltbarkeit in streng wissenschaftlicher Form nach streng wissenschaftlicher Methode dargetan hätten. Da dies aber nicht einmal versuchsweise geschehen ist, muss man absprechende Äußerungen wie die oben zitierten als unbegründet und wissenschaftlich nicht gerechtfertigt bezeichnen.

Dagegen können sich die Anhänger der metabolischen Auffassung der Stoffwechselprozesse und der von ihnen abhängigen vitalen Vorgänge nur völlig damit einverstanden erklären, wenn man „die Lebenserscheinungen als den Erfolg einer besonderen Betätigung besonders geordneter chemischer und physikalischer Wirkungsweisen“ betrachtet, und wenn man sagt, „dass auch ein vollkommen physikalisch-chemisch begreifliches Leben immer noch etwas ganz Besonderes und Eigenartiges wäre“. Das ganz Besondere und Eigenartige und die besondere Betätigung liegt eben

für uns in der außerordentlichen Steigerung der Labilität und der Assimilationsfähigkeit des Protoplasmas, also in einer chemischen und physikalischen Wirkungsweise, wie sie zwar auch in der leblosen Natur zu beobachten ist — denn es gibt auch eine anorganische Assimilation<sup>1)</sup> —, wie sie aber allerdings in dieser Höhe der Ausbildung außerhalb der lebenden Organismen nie und nirgends zu beobachten ist. Auf dieser ungeheuren Steigerung wohl-bekannter und scharf definierbarer chemischer und physikalischer Wirkungsweisen bauen sich dann die übrigen Lebenserscheinungen, selbst mit Einschluss der nur subjektiv wahrnehmbaren psychischen Zustände auf, weil die Erfahrung und Beobachtung lehrt, dass diese nur dann wahrnehmbar werden, wenn die auf Zerfall und Aufbau von Protoplasma beruhenden und daher chemisch-physikalisch definierbaren Reflexaktionen der Zahl nach eine besondere Höhe erreichen<sup>2)</sup>. Wenn also auch, wie nicht energisch genug betont werden kann, die psychischen oder Bewusstseinszustände keineswegs mit chemischen oder physikalischen Vorgängen identisch sind, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, dass sie immer nur dann auftreten, wenn kettenartig aneinander gegliederte neuromuskuläre Prozesse zu gleicher Zeit in großer Zahl über den Körper verbreitet sind, dass wir uns also nur dann der in uns ablaufenden physiologischen Vorgänge bewusst werden, wenn sie eine besondere Extensität erreichen. Diese physiologischen Prozesse sind aber, wie alles, was in der Natur vorgeht, chemisch-physikalische und müssen sich daher in letzter Instanz auf Ortsveränderungen ponderabler oder imponderabler materieller Systeme zurückführen lassen.

In dieser hier nur flüchtig skizzierten Auffassung der psychophysischen Relation liegt aber auch schon eine ausreichende Begründung für die Zurückweisung des teleologisch-animistischen Vitalismus. Denn dieser setzt eben gerade dasjenige voraus, was wir von unserem Standpunkt aus mit aller Entschiedenheit ablehnen müssen, nämlich die Möglichkeit, dass ein Bewusstseinszustand irgendwelcher Art, eine Empfindung, ein Gefühl oder eine Willensvorstellung Veränderungen hervorrufe, welche nicht oder wenigstens nicht vollständig durch vorausgehende Bewegungen oder materielle Veränderungen ursächlich bestimmt sind. Mag ein solcher Influxus psychicus mit noch so großer Bestimmtheit behauptet werden, er enthält doch immer eine ganz undenkbare Vor-

1) Beispiele hierfür finden sich im ersten Bande meiner Allgemeinen Biologie S. 193 ff.

2) Die ausführliche und eingehende Begründung dieser Auffassung findet sich in dem in allernächster Zeit erscheinenden Schlussbände („Nerven und Seele“) meiner Allgemeinen Biologie, dem auch ein großer Teil dieser Ausführungen entnommen ist.

stellung und muss daher als ernsthafter Faktor aus dem wissenschaftlichen Denken ausgeschaltet werden. Denn wenn z. B. behauptet wird, dass ein bestimmter mechanischer Prozess stets nur unter „Mitwirkung“ eines bestimmten psychischen Vorganges zustande komme, „ohne dass doch das Quantum physischer Energie durch diesen beeinflusst wird“<sup>1)</sup>, so würde dies nicht mehr und nicht weniger bedeuten, als dass ein Massensystem, welches unter dem Einfluss einer gewissen Kombination von Energien eine Bewegung nach einer bestimmten Richtung eingeschlagen hätte, diese Richtung verlassen müsste, wenn noch ein psychischer Einfluss hinzukommt, und zwar, wie ausdrücklich gesagt wird, ohne Änderung des Quantums physischer Energie, d. h. also: dieses Massensystem würde sich nun plötzlich von dem axiomatischen Grundgesetze der Bewegung emanzipieren, es würde sich nicht mehr wie sonst nach dem Orte der geringsten Widerstände begeben, sondern nach einem anderen Orte, wo es zwar einem größeren Widerstande begegnet, dafür aber die Genugtuung hat, gewissen Empfindungen Rechnung getragen und dem Wunsch oder Befehl eines eigenen oder fremden Willens nachgekommen zu sein. Und warum sollen wir uns einer solchen ganz und gar unmöglichen Vorstellung hingeben? Bloß aus dem Grunde, weil es noch immer, selbst von Physiologen als eine „triviale Erfahrungstatsache“ hingestellt wird, dass durch den Willen Muskelbewegungen hervorgerufen werden<sup>2)</sup>. Wenn wir aber nicht unsere subjektiven Erlebnisse, sondern die objektive Beobachtung zu Rate ziehen, dann können wir nicht daran zweifeln, dass eine Muskelbewegung immer nur durch einen Reiz hervorgerufen wird, der entweder die Muskelsubstanz selbst betrifft oder ihr auf dem Nervenweg zugeführt wird; der Nervenprozess beruht aber seinerseits wieder auf der Einwirkung von Reizen, welche das Protoplasma der Nervenbahnen betreffen und diese Reize können nur mechanische — im weitesten Sinne des Wortes — niemals aber solche sein, welche das Quantum physischer Energie nicht zu beeinflussen vermögen. Fehlt also der Reiz oder ist er nicht stark genug, um eine Muskelkontraktion hervorzurufen, dann wird diese nie und nimmer zustande kommen, selbst wenn es einem „psychischen Prinzip“ noch so erwünscht wäre oder noch so zweckmäßig erschiene. Und genau dasselbe gilt natürlich auch von anderen physiologischen Prozessen, mögen sie nun als funktionelle Betätigungen schon vorhandener Organe oder als Wachstums-, Bildungs- oder Entwicklungsvorgänge erscheinen. Sowie der Zerfall des Protoplasmas und alle von ihm

1) Stumpf, zit. bei Neumeister, Betrachtungen über das Wesen der Elementarerscheinungen 1903, S. 41.

2) Neumeister l. c., S. 41.

abhängigen Lebensäußerungen einzig und allein durch materielle Einwirkungen, also durch Bewegungen ponderabler oder imponderabler Materie herbeigeführt werden können, so wird ein Aufbau und ein Wachstum des Protoplasmas immer nur an jenen Orten und nach jenen Richtungen erfolgen, wo die materiellen Bedingungen dazu gegeben sind, wo also assimilierende Protoplasmen mit den zur Bildung neuer Protoplasmanomoleküle notwendigen und tauglichen Substanzen zusammentreffen; sowie andererseits die formgebenden metaplasmatischen Zerfallsprodukte der assimilierenden lebenden Substanz, die Fasern, Plättchen, Membranen und Röhren nur dort und in der Weise zustande kommen, wo es die Raumverhältnisse gestatten und wie es die Zug- und Druckrichtungen bestimmen. Die Annahme, dass sich Protoplasma irgendwo und irgendeinmal herausbilden könnte, ohne dass die dazu unerlässlichen materiellen Bedingungen zur Stelle wären, oder dass einmal Bindegewebs- oder Knorpel- oder Bastfasern in einer Richtung zustande kämen, die nicht durch die gegebenen mechanischen Bedingungen, sondern durch Zweckmäßigkeitsgründe oder durch einen souveränen Willen bestimmt würden, muss als eine ganz unmögliche und völlig unausdenkbare Vorstellung fallen gelassen werden.

Sobald ich aber einmal eine Vorstellung für unmöglich und — zum mindesten für mein Denkvermögen — für unvollziehbar erkannt habe, versteht es sich von selbst, dass keinerlei Gründe mich dahin bringen können, mich mit ihr dennoch zu befreunden. Welches sind aber die Gründe, die für die Intervention eines psychischen Prinzipes bei den Lebenstätigkeiten und bei der organischen Entwicklung ins Feld geführt werden? Man sagt uns auf der einen Seite, dass diese Vorgänge sich nicht — oder nicht immer — in mechanische Komponenten auflösen lassen, und dann will man uns überreden, dass man überhaupt die Zweckmäßigkeit der organischen „Einrichtungen“ nicht auf rein mechanischem Wege, sondern nur mit Hilfe eines nicht mechanisch wirkenden Prinzipes begreifen könne, also einer absichtlich wirkenden obersten Ursache, einer bewussten Urkraft, einer höchsten und unendlichen Intelligenz oder Finalität, einer vernünftigen oder intelligenten Schöpfungskraft, eines Demiurgos, einer schöpferischen Vernunft, einer immanenten Vernunft der Weltseele, eines geistigen Weltgrundes, einer teleologischen Weltvernunft, eines Lebensgeistes oder Lebensprinzipes, einer die Naturgesetze sondernden Absicht, eines Verstandes der Natur, einer Entelechie, eines primär Wissenden, eines Unbewussten, eines zwecktätigen, belebenden und formgebenden Prinzipes, einer Zielstrebigkeit, einer Organisationskraft, eines Bildungstriebes oder Nisus formativus, einer Vervollkommnungstendenz, einer Morphästhesie, einer Force hypermécanique, einer Empfindung des Protoplasmas, einer Zellseele oder

Zellpsyche oder von intelligenten Kräften und Dominanten, und wie sie alle noch heißen mögen, die Götter und Halbgötter, mit denen die wissenschaftliche Mythenbildung in alter, neuerer und neuester Zeit den biologischen Olymp bevölkert hat. Immer kehren unter anderen Namen dieselben Anthropomorphismen wieder, welche zu allen Zeiten aus der Unkenntnis des ursächlichen Zusammenhangs der Naturerscheinungen im Vereine mit der Materialisation der menschlichen Bewusstseinszustände entsprungen sind.

Während aber diese Unkenntnis bei den Alten eine tatsächliche und durch die Umstände wohlbegründete war, wird sie von den Neueren nicht selten nur tragiert oder wenigstens sich selbst und anderen suggeriert. Im Grunde genommen darf man sich darüber nicht sehr verwundern, weil viele von ihnen, von Kindesbeinen auf durch die Familie, die Kirche und die Schule mit Metaphysik bis zum Überlaufen durchtränkt, sich in den Dienst der „voraussetzungslosen Wissenschaft“ mit der festgewurzelten Voraussetzung begeben, dass man der streng kausalen Naturanschauung, die weder Wunder noch übernatürliche Kräfte gelten lassen kann, als „ödem Mechanismus“ nur — je nach Temperament — mit Verachtung oder mit Mitleid begegnen kann. Nur so kann man verstehen, dass am Anfang des 20. Jahrhunderts ein Physiologe nicht allein zu dem allgemeinen Schlusse gelangt, dass „die physiologischen Vorgänge ausnahmslos direkt durch psychische Prozesse ursächlich bedingt und eingeleitet werden“<sup>1)</sup>, sondern diese These überdies mit physiologischen Tatsachen exemplifiziert, bei denen der mechanische Kausalzusammenhang wenigstens in seinen wichtigsten Gliederungen bereits an den Tag gebracht werden konnte.

In dem ersten dieser Beispiele handelt es sich darum, dass die Epithelzellen der Darmschleimhaut wohl die Eiweißstoffe des Blutserums aufsaugen, wenn diese im genuinen Zustande genossen werden, nicht aber das Kasein der Milch und andere körperfremde Albuminstoffe, welche die normale Zusammensetzung der Körpersäfte stören würden und daher so lange von der Resorption ausgeschlossen werden, bis sie der spaltenden Einwirkung der Verdauungssäfte unterlegen sind. Dabei soll es sich „ganz zweifellos“ um ein aktives und zwar für den Organismus zweckmäßiges Eingreifen der Darmepithelien handeln, indem sie die Fähigkeit zeigen, verschiedene Eiweißstoffe voneinander zu unterscheiden und überhaupt eine „Empfindung von Qualitäten“ zu äußern, durch welche dann allerdings mechanische Prozesse, nämlich eigentümliche, mit einer Saugwirkung verbundene Protoplasmaverschiebungen eingeleitet werden<sup>2)</sup>.

1) Neumeister l. c., S. 42.

2) Daselbst S. 25.

Aber die Schwierigkeiten einer Zurückführung dieser Vorgänge auf physikalisch-chemische Prozesse bestehen nur so lange, als man dabei verharret, die Resorption der Nahrung nach den Gesetzen der Osmose und die Umwandlung der körperfremden Eiweißstoffe in das arteigene Bluteiweiß auf katabolischem Wege durch irgend eine unverständliche Einwirkung des stabil bleibenden Protoplasmas vor sich gehen zu lassen. Sowie man sich aber entschließt, das metabolische Prinzip des Stoffwechsels, welches die vitalen Prozesse auf Synthese und Spaltung der Protoplasnamoleküle zurückführen will, auch auf diesen Spezialfall anzuwenden, verschwinden sofort die Schwierigkeiten seiner mechanischen Ausdeutung, weil die Konsequenz dieser Anwendung darin besteht, dass die Eiweißstoffe in den Darmepithelien nicht resorbiert, sondern assimiliert, also zum Aufbau ihrer Protoplasmen verwendet werden, und weil diese Assimilation offenbar nur dann möglich ist, wenn die vielatomigen Komplexe des Käsestoffes, des Hühnereiweißes und anderer kompliziert gebauter Zerfallsprodukte fremder Protoplasmen durch Fermentspaltung in einfache Bestandteile zerlegt (peptonisiert) werden<sup>1)</sup>. Dasselbe Verhältnis besteht ja auch zwischen den kompliziert gebauten Zuckerarten und dem einfacheren Molekül des Traubenzuckers, weil offenbar nur dieses direkt zum Protoplasmaaufbau verwendet werden kann, nicht aber das unversehrte Molekül des Rohrzuckers, welches erst nach seiner Spaltung durch das invertierende Ferment zur assimilatorischen Verwendung gelangt. Aus diesen Gründen und nicht deshalb, weil die Protoplasmen am Hühnereiweiß und am Rohrzucker keinen Geschmack finden, werden überschüssige Mengen dieser Stoffe, welche nicht rasch genug im Verdauungsschlauche gespalten werden, wieder aus dem Körper ausgeschieden; und auf demselben Prinzip beruht auch die elektive Aufnahme der Nährsalze seitens der Wurzelhaare der Land- und Wasserpflanzen, von der Neumeister ebenfalls behauptet, dass man bei ihr in keinem Falle ohne ein qualitatives Empfindungsvermögen auskommen könne. Denn nach unserer Auffassung assimiliert das Zellprotoplasma in diesen Haaren von den ihm zur Verfügung stehenden Salzen nur diejenigen und gerade nur solche Mengen, die es gemäß der Zusammensetzung seiner chemischen Einheiten zum Aufbau derselben verwenden kann, und es ist also ganz und gar überflüssig, von einer „Empfindung eines chemischen Bedürfnisses“ von seiten dieses Protoplasmas und von einem Übergang dieser Empfindung zur mechanischen Leistung zu sprechen, welche beide Vorgänge von Neumeister selbst als „gänzlich unerklärbar“ bezeichnet werden.

---

1) Näheres hierüber im 10. Kapitel des ersten und im 2. Kapitel des dritten Bandes meiner Allgemeinen Biologie.

Ein anderes Beispiel, welches die Unmöglichkeit einer chemisch-physikalischen Erklärung und die Unentbehrlichkeit einer psychischen Intervention beweisen soll, wird in folgender Weise dargestellt:

„Zucker und Harnstoff sind beide in Wasser leicht löslich und leicht diffundierbar, sie zirkulieren beide beständig mit dem Blute durch die Kapillaren der Niere. Der Zucker, ein wertvoller Nahrungsstoff, wird zurückgehalten, der Harnstoff, ein Endprodukt, wird ausgeschieden.“

Aber diese selben Tatsachen, von denen behauptet wird, dass sie nur bei der Annahme eines Empfindungsvermögens der Nierenepithelien begreiflich werden, lassen sich wieder geraden Weges aus der Anwendung des metabolischen Prinzipes auf die Nierenfunktion ableiten. Denn das Kapseltranssudat muss notwendigerweise alle diffusiblen Stoffe der Blutflüssigkeit, also auch Zucker und Harnstoff, enthalten, und die Zuckerfreiheit des normalen Harns lässt daher überhaupt keine andere Erklärung zu, als dass der von den Nierenknäueln ausgeschiedene Blutzucker als „wertvoller Nahrungsstoff“ auf dem langen Wege durch die gewundenen und geraden Harnkanälchen von den mächtigen Protoplasmakörpern der Epithelzellen assimiliert und zum Aufbau ihrer Protoplasmamoleküle verwendet wird, während der gleichfalls transsudierte Harnstoff als nicht assimilierbares Zerfallsprodukt unbehelligt vorbeipassiert. Außerdem müsste aber auch noch ein etwaiger Überschuss von Blutharnstoff reizend wirken auf die von Blutgefäßen umsponnenen Epithelzellen; die Reizung würde, wie jede andere, einen Zerfall von Protoplasma und damit auch eine Rarefizierung der Protoplasmastruktur bewirken; diese würde dadurch durchlässiger und müsste eine stärkere Durchströmung gestatten, welche den Harnstoff und jeden anderen reizenden oder giftigen Blutbestandteil nach außen befördern würde. Es bedarf also auch hier keiner „unerklärbaren“ Empfindung der Epithelzellen und keines ebenso unverständlichen Eingreifens eines immateriellen Prinzipes in das chemisch-physikalische Geschehen, sondern es geht auch hier alles mit richtigen Dingen zu.

Der teleologisch-animistische Vitalismus beruft sich aber auch auf die wunderbare Zweckmäßigkeit der meisten organischen Einrichtungen und behauptet, es sei ebenso undenkbar, dass diese Einrichtungen von selbst und ohne auf ihre Entstehung gerichtete Absicht entstanden seien, als dass sich eine kunstvolle Maschine durch Zufall oder von selbst aus den Rohmaterialien herausbilden könnte.

In dieser für viele Menschen ganz unwiderstehlichen Logik sind aber zwei große Denkfehler verborgen. Fürs erste wird niemand



in Abrede stellen wollen, dass eine Absicht einen Bewusstseinsakt voraussetzt. Nun ist uns aber durch die Erfahrung nur die Existenz eines menschlichen Bewusstseins gesichert und schon das Bewusstsein der Tiere und Pflanzen ist in hohem Maße kontrovers. Von einem Bewusstsein an sich, ohne jemanden, der sich im Zustande des bewusst Seins befindet, kann aber weder auf Grund unserer Erfahrungen, noch auf Grund einer logischen Ableitung aus der Erfahrung gesprochen werden und ebensowenig von einer Absicht an sich ohne jemanden, der etwas beabsichtigt.

Nun gibt es zwar viele, welche des festen Glaubens sind, dass es ein unsichtbares und mit keinem anderen Sinne wahrnehmbares Wesen gibt, welches nicht nur Bewusstsein im gewöhnlichen Sinne des Wortes besitzt, sondern sogar befähigt ist, alle Arten von Bewusstseinsakten in einem alles Menschliche weit überragenden Maße zu vollführen. Aber dieser Glaube, der manchem ein Trost im Unglücke sein mag und an dem auch viele geistig hochstehende Menschen festhalten, weil er ihnen das Nachdenken über Probleme, die ihnen unlösbar erscheinen, erspart, kann doch von der Naturwissenschaft, die sich mit Erfahrungstatsachen und ihren kausalen Zusammenhängen befasst, unmöglich als ein Faktor im Naturgeschehen anerkannt werden. Es fehlt also zu dem Vergleiche mit dem eine zweckmäßige Anordnung ersinnenden und konstruierenden Menschen gerade das Wichtigste und Unentbehrlichste, nämlich das Vergleichsobjekt, und diese Analogie schwebt daher vollständig in der Luft.

Der zweite Denkfehler liegt aber darin, dass auch der greifbar vorhandene Maschineningenieur seine Maschine zwar mit Absicht, aber nicht durch seine Absicht konstruiert. Eine Maschine kann so wenig durch einen Bewusstseinszustand hervorgerufen werden, als ein Organismus durch einen solchen entstehen könnte, selbst wenn es jemanden gäbe, der die Absicht, den Organismus entstehen zu lassen, besäße. So wie ein Organismus nur aus den zu seinem Wachstum notwendigen und tauglichen Nahrungsstoffen hervorzunehmen und so wie dieses Wachstum nur so vor sich gehen kann, wie es durch die vorhandenen materiellen Bedingungen vorgeschrieben ist, und so wie es vom wissenschaftlichen Standpunkte undenkbar erscheint, dass irgendein psychischer Einfluss dieses Wachstum anders gestalte, als es ohne ihn vor sich gegangen wäre, so kann eine vom Menschen konstruierte Maschine nur so und niemals anders ausfallen, als es durch die mechanischen Vorgänge, die bei ihrer Konstruktion tätig waren, unabänderlich bestimmt wurde. Wurde das verwendete Metall gehärtet, so geschah dies durch die mechanischen, chemischen oder thermischen Einwirkungen, die die Härtung herbeiführen, nicht aber durch die Absicht des Metallurgen, einen harten Stahl zu erhalten oder

zu verwenden. Bekam dann das Metall eine bestimmte Form, so geschah dies durch die mechanische Energie, die von der durch irgend einen Motor in Bewegung gesetzten Drehbank auf das Metall ausgeübt wurde, nicht aber durch die Absicht des Metall-drehers, eine Schraube oder ein Rad oder ein Gestänge zu fabri-zieren. Das Resultat hängt also nur von dem ab, was geschieht, und nicht von dem, was beabsichtigt wird oder beabsichtigt wurde. Man versuche nur einmal, etwas zu beabsichtigen, ohne die zur Ausführung dieser Absicht nötigen Energien in Bewegung zu setzen, und sehe dann nach, ob dabei etwas herauskommt. Oder man ahme etwas mit Absicht nach, was in der leblosen Natur sich ohne Absicht herausgebildet hat; man grabe also ein Flussbett oder man schleife ein Quarzstück in die Form eines Bachkiesels und sehe nun zu, ob sich in dem Produkt das Vorhandensein einer Absicht irgendwie bemerkbar macht. Ist ein Unterschied in dem Kunst-produkt gegenüber dem Naturprodukt nachweisbar, dann ist er sicherlich nur in der Differenz der zur Aktion gekommenen Energien begründet und das Vorhandensein oder Fehlen des psychischen Vorgangs ist daran ganz sicher unschuldig.

Das Beispiel des natürlichen und künstlichen Flussbettes ist aber auch vortrefflich geeignet, den Denkfehler in der Lehre von den Dominanten oder Systemkräften aufzudecken. Diese sollen sowohl in der vom Menschen konstruierten Maschine als auch im lebenden Organismus tätig sein, und zwar in der Weise, dass sie, ohne selbst materielle Bewegung zu sein, dennoch die in der leben-den und in der toten Maschine ablaufenden Bewegungen lenken und die Richtung bestimmen, in der sie wirksam sein sollen. Wenn diese Lehre richtig wäre, dann würde dies wieder bedeuten, dass ein Massensystem sich doch nicht immer dorthin begeben muss, wo es die geringsten Widerstände findet, sondern dass es auch einmal, bei gleicher Anordnung der Energien oder Bewegungen, unter deren Wirkung es steht, die Richtung zu den größeren Widerständen einschlagen kann, wenn Dominanten oder System-kräfte auf sie einwirken, obwohl diese selber keine materiellen Bewegungen sind und daher auch keine Widerstände bilden und keine Widerstände beseitigen können. Dass eine solche Vorstellung unmöglich ist, liegt klar auf der Hand. Wo sitzt aber der Denk-fehler, der zu einem so unmöglichen Resultate geführt hat? Er liegt ganz einfach darin, dass die Widerstände, welche die Maschinent-eile oder die Formbestandteile der Organismen leisten, nicht zu den Energien gerechnet wurden, weil sie nicht fortwährend mess-bare Arbeit verrichten wie eine sichtbare Massenbewegung. Wenn aber die Ufer eines Flusses verhindern, dass sich das Wasser nach der Seite hin ergießt, und dieses zwingen, in seiner Bewegung dem Flusslaufe zu folgen, so leisten sie fortwährend genau so viel

Arbeit, als notwendig ist, um dem Anprall des Wassers zu widerstehen, und man kann dies sofort demonstrieren, wenn man an irgend einer Stelle die Uferwand beseitigt und nun das Wasser sich nach dieser Richtung ergießt. Diese Widerstände sind also Energien wie alle anderen; sie beruhen auf den Kohäsionskräften der die Ufer bildenden Materialien, und niemand wird daran zweifeln, dass diese Kohäsionskräfte sich in Molekülbewegungen oder Molekülschwingungen auflösen lassen müssten. Diese Bewegungen sind aber sicherlich dieselben, ob es sich um einen natürlichen oder künstlichen Wasserlauf handelt; und von Systemkräften oder Dominanten, welche die Energien des strömenden Wassers beherrschen, ohne selbst Energien zu sein, ist weder in dem einen noch in dem anderen Falle die Rede, obwohl nach Reinke's Theorien in dem künstlichen Wasserlauf intelligente Kräfte wirksam sein sollten, welche der Wasserbauingenieur in dieselben verpflanzt hat.

Das Resultat dieser Erörterungen lässt sich also dahin zusammenfassen, dass die Analogisierung der uns zweckmäßig erscheinenden Einrichtungen des Organismus mit den zweckmäßig ersonnenen Maschinen an zwei fundamentalen Hindernissen scheitert, nämlich an dem Fehlen eines wissenschaftlichen Nachweises des mit dem Maschineningenieur in Parallele zu stellenden Vergleichsobjektes und dann an der Unfähigkeit einer bloßen Absicht, Bewegungen materieller Systeme hervorzubringen oder sie von den Bahnen abzulenken, die ihnen durch die auf sie wirkenden Bewegungen strenge vorgeschrieben sind.

---

Ist es nun klar, dass die „Zweckmäßigkeit“ der Strukturen und der an sie gebundenen Funktionen nicht auf dem Wege zustande gekommen sein kann, den wir eben kritisch beleuchtet haben, so stehen wir vor der Frage: wie sind sie tatsächlich entstanden?

Bevor wir aber zu ihrer Beantwortung schreiten, wird es nicht überflüssig sein, ausdrücklich zu betonen, dass auch dann, wenn wir überhaupt nicht imstande wären, eine positive Antwort zu erteilen, wir darin doch keinen Grund erblicken könnten, eine für unhaltbar erkannte Erklärung anzuerkennen. Die Naturwissenschaft besitzt gar nicht den Ehrgeiz, alles zu wissen und alles zu verstehen; das überlässt sie ruhig und neidlos dem Glauben. Ihre Aufgabe erblickt sie vielmehr darin, auf der einen Seite so viel als möglich nach streng wissenschaftlichen Methoden festzustellen und die sichergestellten Tatsachen so gut es geht und so weit es mit Hilfe der bisherigen Feststellungen möglich ist, in einen verständlichen ursächlichen Zusammenhang zu bringen; ihre zweite, nicht minder wichtige Aufgabe besteht aber darin, alle tatsächlichen Feststellungen und alle theoretischen Erklärungsversuche mit kriti-

schem Auge zu mustern und alles, was der Kritik nicht standhalten kann, wieder zu beseitigen, ohne sich darin durch Opportunität oder Pietät beeinflussen zu lassen.

Solche Rücksichten werden aber nicht nur von den Anhängern der teleologischen Weltanschauung geltend gemacht, welche ja immer, eingestanden oder nicht eingestanden, in dem Glauben an eine personifizierte Schöpfungskraft wurzelt, sondern auch von manchen Anhängern einer Erklärungsweise, welche, obwohl auf streng naturwissenschaftlicher Basis entstanden, sich gleichwohl gerühmt hat, die Zweckmäßigkeit der organischen Einrichtungen vollständig erklärt zu haben. Jedermann weiß, dass damit die Lehre von der natürlichen Auslese gemeint ist, und jedermann, der die gegen diese Lehre in den letzten Jahren gemachten Einwendungen objektiv geprüft hat, muss auch wissen, dass sie von irrigen Voraussetzungen ausgegangen ist und nicht mehr gehalten werden kann. Sie beruht nämlich, um das Wichtigste zu rekapitulieren, auf einer falschen Analogie mit der künstlichen Züchtung und hat übersehen, dass die Natur nicht wie der Züchter imstande ist, minimale Variationen nach einer gewünschten Seite hin, auch wenn sie wegen ihrer Geringfügigkeit noch keinerlei Nutzen gewähren können, herauszusuchen; dass sie aber ebensowenig die Mittel besitzt, die Reinzüchtung stärkerer Mutationen, auch wenn sie nützlich sein könnten, durchzusetzen und ihre rasche Beseitigung durch Panmixie zu verhindern<sup>1)</sup>. An dieser einmal konstatierten Unmöglichkeit, die Zweckmäßigkeit der organischen Einwirkungen durch die Selektion zu erklären, wird natürlich gar nichts durch die Tatsache geändert, dass diese Lehre noch zahlreiche Anhänger besitzt, von denen die meisten in ihrem festen Glauben an ihre Richtigkeit für eine kritische Erörterung überhaupt nicht zu haben sind, während ihre Verteidiger sich bisher die Sache leicht machen, indem sie die alten Argumente unverändert wiederholen und die Gegenargumente mit Stillschweigen übergehen. Doch das ist noch nichts Merkwürdiges; das hat sich noch jedesmal wiederholt, wenn eine populär gewordene Lehre zu Falle gekommen ist. Überraschend dagegen klingt es, wenn man den Kritikern der Selektionstheorie vorwirft, sie hätten durch ihre Kritik die streng kausale Naturanschauung in Gefahr gebracht, denn sie hätten in diese eine Bresche gelegt, durch welche die metaphysische Teleologie wieder ihren Einzug gehalten habe.

Auf diesen Vorwurf gibt es nur eine Antwort, nämlich die, dass die Wissenschaft nicht darauf ausgeht, Proselyten zu machen, sondern nur eine einzige Aufgabe kennt: die Wahrheit zu erforschen

---

1) Ausführlicheres hierüber im zweiten Bande meiner Allgemeinen Biologie („Vererbung und Entwicklung“).

und Irrtümer zu widerlegen. Wenn jemand der wissenschaftlich unhaltbaren metaphysischen Theorie nur durch eine andere, gleichfalls unhaltbare Lehre abwendig gemacht werden konnte, und wenn er dadurch, dass er nach Beseitigung dieser Ersatzlehre sofort wieder zu seiner ursprünglichen Auffassung zurückkehrt, den Beweis liefert, dass er vermöge einer angeborenen oder durch Erziehung erworbenen Beschaffenheit seines Denkapparates überhaupt zu einer metaphysischen, also nicht streng kausalen Denkungsweise befähigt ist, dann tut er wohl am besten, seine Weltanschauung auf Grund dieser Denkungsweise zu gestalten, weil sie ihm sicher mehr Befriedigung gewähren wird, als die ihm von Haus aus nicht kongeniale „öde“ Mechanistik. Er kann ja trotzdem der beschreibenden Naturwissenschaft in treuer Hingebung durch Auffindung neuer Tatsachen unschätzbare und unentbehrliche Dienste leisten, wenn er auch nicht den Drang in sich fühlt, ihre logischen Konsequenzen bis an ihr Ende durchzudenken. Dabei ist aber die Befürchtung, dass die Teleologie wieder zur Herrschaft gelangen müsse, wenn die Selektionslehre beseitigt wird, sicher übertrieben. Denn erstens ist es nicht wahr, dass mit ihr die einzige Möglichkeit, die organische Zweckmäßigkeit ohne Metaphysik zu erklären, verschwindet; und dann ist es auch nicht richtig, dass die Selektionslehre es war, welche seit dem Auftreten Darwin's die Reihen der Anhänger der metaphysischen Teleologie in so auffallender Weise gelichtet hat, sondern es muss dieses Verdienst — oder, wenn man will, diese Schuld — ausschließlich der Deszendenztheorie zugeschrieben werden, welche zwar ihren endlichen, fast katastrophenartigen Durchbruch hauptsächlich der bequemen Denkern so sehr zusagenden Lehre von der Naturauslese verdankte, welche aber jetzt, nachdem sie selbst zur Anerkennung gelangt ist, von der Beseitigung dieser unhaltbaren Hilfsannahme in keiner Weise betroffen wird. Ist aber jemand einmal für die evolutionistische Auffassung gewonnen und hat er damit den Gedanken gesonderter Schöpfungsakte aufgegeben, dann ist er auch schon so ziemlich für die metaphysische Lehre einer mit Bewusstsein und Absicht vorgehenden personifizierten Schöpfungskraft verloren, weil er nicht begreifen wird, warum die übermenschliche Intelligenz, welche nicht nur imstande war, die wunderbarsten Vorkehrungen zu ersinnen, sondern auch über die Mittel verfügte, sie ins Werk zu setzen, den langen und mühsamen Weg der Evolution zurücklegen musste, um ihre Ideen und Pläne in die Tat umzusetzen.

---

Nachdem also gezeigt wurde, dass sowohl die metaphysisch-teleologische Erklärung der zweckmäßigen Einrichtungen als auch die, wie man meinte, mit strenger Kausalität operierende Selektionstheorie unhaltbar geworden sind, stehen wir nunmehr vor der Auf-

gabe, zu untersuchen, auf welche andere Weise jene Einrichtungen zustande gekommen sein mögen. Aber bevor wir uns endlich dieser Aufgabe widmen, muss zuvor noch etwas berichtigt werden, was zu vielen Missverständnissen und Verwirrungen Anlass gegeben hat, nämlich die Bezeichnung „zweckmäßig“, welche ja eigentlich, wenn man sich genau an den Wortlaut halten will, schon die subjektiv-teleologische Auffassung in sich birgt. „Zweck“ ist nämlich, wie Matzat richtig definiert, eine gedachte oder gewollte Anpassung und zweckmäßig ist alles, was dazu dient, eine gedachte oder gewollte Anpassung zu vermitteln<sup>1)</sup>. Das Wort „zweckmäßig“ präjudiziert also jene subjektiv-teleologische Auffassung, die wir aus guten Gründen abzulehnen gezwungen sind, und wäre daher, obwohl es bereits einen Funktionswechsel vollzogen hat und jetzt gewöhnlich als gleichbedeutend mit „objektiv nützlich“ verwendet wird, besser zu vermeiden. Es gibt aber dafür noch andere Gründe, welche ich so formulieren möchte, dass nicht alle Einrichtungen und Fähigkeiten der Organismen zweckmäßig und nützlich sind, da sich ja sehr leicht nachweisen lässt, dass viele und manchmal recht verwickelte Anordnungen nutzlos sind, während andere sich als ausgesprochen schädlich erweisen.

So ist z. B. Molisch nach einer sehr eingehenden Untersuchung über leuchtende Pflanzen zu dem Resultate gelangt, dass eine biologische Bedeutung des Leuchtens der Bakterien und höheren Pilze nicht erkennbar sei und dass man daher die Lichtentwicklung als eine zufällige Konsequenz des Stoffwechsels ansehen müsse<sup>2)</sup>. Außerordentlich frappierend und für unsere Frage von großer Bedeutung ist ferner die Mitteilung von H. Fischer, dass er vier Wochen in einer Gegend zugebracht habe, wo er fast täglich Tausende von *Drosera*-Pflanzen, noch dazu in üppiger Entwicklung, zu sehen bekam, dass er aber nur nach langem Suchen ab und zu ein Blatt auffinden konnte, das seinen „Zweck“ erfüllt und ein winziges Tierchen gefangen hatte<sup>3)</sup>. Der ganze so „sinnreiche“ Fangapparat und die für eine Pflanze doch recht ungewöhnliche Sekretion eines eiweißspaltenden Verdauungssaftes hätten also für die Ernährung eine so minimale Bedeutung, dass man sie füglich als zwecklos bezeichnen könnte. Aber auch der herrliche Gesang mancher Singvögel, welcher einen so außerordentlich komplizierten neuromuskulären Apparat erfordert, bleibt, vom Standpunkte der Zweckmäßigkeit für die Vögel, ziemlich unverständlich, weil wir ja sehen, dass nahe verwandte Arten, die nur die Fähigkeit eines lächerlichen Piepens besitzen, sich ebenso fortpflanzen wie ihre stimm-

1) Matzat, Philosophie der Anpassung etc. 1903, S. 97.

2) H. Molisch, Ref. in Naturw. Rundschau 1904, S. 512.

3) H. Fischer, Biol. Centralbl., 25. Bd., S. 332.

begabten Vettern. Wenn man aber wieder annehmen wollte, dass das Ganze nur zu dem Zwecke erdacht und konstruiert wurde, um das Herz des Menschen im Frühling zu erfreuen, dann müsste man dasselbe Erklärungsprinzip auch auf die Abendbeleuchtung, auf die Gletscherwelt, auf die Eisblumen an unseren Fenstern und auf andere unseren ästhetischen Sinn anregende Erscheinungen der leblosen Natur anwenden, und die Formen der Eiskristalle oder das starke Lichtbrechungsvermögen der Diamanten hätten nicht bloß physikalische, sondern auch Nützlichkeitsgründe, wobei freilich nicht an die Nützlichkeit für sie selber, sondern nur für den Menschen gedacht werden könnte.

Aber selbst wenn man sich entschließen würde, ein so warmes Interesse der teleologischen Weltvernunft nicht bloß für die leiblichen, sondern auch für die geistigen Bedürfnisse des Menschen vorzusetzen, käme man doch wieder in große Verlegenheit, wenn man verstehen wollte, warum nicht nur die meisten Tiere und Pflanzen, sondern auch der so besonders in Gunst stehende Mensch die Eignung besitzt, als Wirtsorganismus für eine Unzahl von Parasiten zu dienen, welche sich an der Oberfläche und im Innern des Körpers ansiedeln, speziell den Menschen in der raffiniertesten Weise quälen (Krätzmilben und anderes Ungeziefer, Trichinen, Blasenwürmer, Starrkrampfbazillen etc.) und nicht selten seinen frühzeitigen Tod herbeiführen. Alle diese Schmarotzer besitzen aber die wunderbarsten, mitunter geradezu wie ausgeklügelt erscheinenden Einrichtungen und Anpassungen und auch der Mensch muss gewisse Eigenschaften und Modifikationen nachträglich erlangt haben, um als Wirtsorganismus für eine ganze Reihe verderblicher Krankheitserreger dienen zu können, gegen welche alle niedriger stehenden Organismen völlig immun sind. Wenn man also fort und fort auf die wunderbare Zweckmäßigkeit der organischen Einrichtungen hinweist und daraus die Notwendigkeit eines mit Absicht vorgehenden Schöpfungsprinzipes ableiten will, dann muss man uns doch auch die Frage gestatten, ob diese Zweckmäßigkeit für den Wirtsorganismus oder den Parasiten, für das Raubtier oder seine Beute, für den Besitzer der Krallen und Zähne oder für den Zerfleischten, für den Giftproduzenten oder für den Vergifteten, für den Pflanzenfresser oder für die Pflanze berechnet ist. Gibt es aber vom Standpunkte der metaphysischen Teleologie keine vernünftige Antwort auf diese Fragen, dann verschone man uns, wenigstens solange wir uns auf naturwissenschaftlichem Boden bewegen, mit der Fabelweisheit der in der Schöpfung waltenden wunderbaren Harmonie und mit dem Lobe der Zweckmäßigkeit, welche so häufig auf dem Negativbilde eine recht wenig Lob verdienende Unzweckmäßigkeit erblicken lässt.

Viel besser als der so eminent subjektive Begriff der Zweck-

mäßigkeit eignet sich für die objektive Untersuchung ein anderer, nämlich die Fähigkeit der Selbsterhaltung, welche sich in einzelne Erhaltungsfaktoren auflösen lässt, deren Zahl mit der in der aufsteigenden Reihe zunehmenden Kompliziertheit der Strukturen und der Lebensbedingungen zu einer fast unübersehbaren Größe heranwächst. Dieser Begriff der Selbsterhaltung enthält für mein Empfinden nichts von vornherein Teleologisches, sondern nur eine Konstatierung der Tatsachen etwa in dem Sinne, wie man auch sagen kann, dass das Meer, die Flüsse, die Gletscher, der Waldbrand sich selber erhalten, ohne dass jemand hier ernsthaft daran denken könnte, in dieser Erhaltung eine teleologische Absicht zu erblicken. Dass aber in der Fähigkeit der Selbsterhaltung, die man den Organismen zuschreibt, nichts Teleologisches enthalten sein muss, das geht am klarsten daraus hervor, dass jeder Organismus ohne irgendeine denkbare Ausnahme neben der Fähigkeit der Selbsterhaltung zugleich auch die Unfähigkeit, sich über ein gewisses Zeitmaß hinaus zu erhalten, besitzt, und dass dieses Zeitmaß nur bei den wenigsten, nämlich bei denen, die an Altersschwäche sterben, mit der äußersten Altersgrenze zusammenfällt, weil auf ein Individuum, das diese Grenze erreicht, Tausende und Tausende kommen, die im Stadium der Keimzelle oder als Larven und Jugendformen oder auf der Höhe ihrer Reife zugrunde gehen, bei denen also die ganze große Summe der Erhaltungsfaktoren auf einmal versagt. An diese Tatsache, die jedermann bekannt ist und die sogar eines der Fundamente der Darwin'schen Selektionstheorie bilden sollte, scheinen diejenigen vergessen zu haben, welche die Fähigkeit der Selbsterhaltung als eine Gabe betrachten, die die schöpferische Weltseele entweder jedem Einzelorganismus als Geburtsgeschenk überreicht oder an irgendeiner Stelle seiner Ahnenreihe als von nun an weiter zu vererbendes Besitztum verliehen hat. Sowie man aber diese notorische Tatsache nicht ignoriert, müsste man logischerweise auch die jedem Einzelorganismus und selbst den Arten und Gattungen immanente Unfähigkeit der Selbsterhaltung als eine teleologische Absicht betrachten und dieses notgedrungene Zugeständnis würde dann in weiterer Konsequenz mit Hinsicht auf das enorme numerische Überwiegen des frühzeitigen Versagens der Erhaltungsfaktoren und auf das so häufig zur Unzeit und unter unsäglichen Qualen erfolgende Ende der Erhaltungsfähigkeit geraden Weges zu blasphemischen Urteilen über die stümperhafte Ungeschicklichkeit oder die kalte und raffinierte Grausamkeit eines mit Bewusstsein und Absicht vorgehenden teleologischen Prinzipes führen, wenn man nicht gar zu dem uralten Antagonismus zwischen Ormuzd und Ahriman, von guten und bösen Dämonen oder ähnlichem zurückgreifen will. Ich wenigstens finde selbst den ödesten Mechanismus, der uns lehrt, die Leiden der Menschheit als kausal



bedingt anzusehen, der uns also nahe legt, sie, soweit es in unserer Macht steht, durch Beseitigung ihrer Ursachen zu verringern, sonst aber uns ins Unvermeidliche zu fügen, unvergleichlich versöhnlicher und tröstlicher als den peinigenden Gedanken an die unerforschlichen Fügungen einer grausamen und unerbittlichen Teleologie.

Schreiten wir nun, auf streng kausalem Standpunkte fußend, zur Analyse der Erhaltungsfaktoren der lebenden Organismen, so stoßen wir zunächst auf solche, bei denen der Nexus nicht nur offen zutage liegt, sondern von der Art ist, dass er als notwendige und unmittelbare Folge der fundamentalen Bedingungen des Lebens erkannt werden muss. Ein solcher Erhaltungsfaktor ist z. B. darin gelegen, dass die durch die Reize zerstörten Teile der Protoplasmastruktur sofort durch Wiederaufbau auf Kosten geeigneter Nahrungsstoffe ersetzt werden. Diese Eigenschaft der lebenden Substanz ist natürlich in hohem Grade nützlich und zweckmäßig, ja sie ist mehr als das, sie ist unbedingt notwendig, weil ohne sie überhaupt das Leben und die Lebensprozesse nicht denkbar wären. Aber deshalb, weil etwas nützlich und notwendig ist, muss es noch nicht geschehen, sondern damit es geschehe, müssen bestimmte mechanische Bedingungen vorhanden sein, die sich weder um Nützlichkeit noch um Notwendigkeit kümmern. In unserem Falle bestehen nun die Bedingungen darin, dass dieselben Reize, welche die Zerstörung von Protoplasteileichen herbeiführen, eben durch diese Zerstörung eine Lockerung der physikalischen Struktur des Protoplasmas bewirken, wodurch dieses für Flüssigkeiten durchgängiger wird. Infolgedessen strömt aber das mit nährenden Substanzen beladene Hygroplasma mit größerer Energie zu den noch erhalten gebliebenen Teilen des protoplasmatischen Netzwerkes und dann muss dasjenige geschehen, was jederzeit geschieht, wenn assimilationsfähiges Protoplasma mit assimilierbaren Nahrungsstoffen zusammentrifft, nämlich eine Neubildung von Protoplasma. Teleologisch gesprochen ist also hier wirklich, wie Pflüger gemeint hat, die Ursache des Bedürfnisses zugleich auch die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses<sup>1)</sup>. Während aber in diesem Satze nichts anderes enthalten ist, als die Konstatierung einer Tatsache, die in dieser Formulierung eigentlich unverständlich bleibt, enthält unsere Analyse der Bedingungen des Geschehens zugleich auch eine das Kausalitätsbedürfnis befriedigende Erklärung des Zusammenhangs zwischen den einzelnen Komponenten des beobachteten Vorgangs.

Hier haben wir also ein zweckmäßiges Geschehen vor uns, welches nicht nur, wie alles, was geschieht, kausal begründet ist,

1) Pflüger, Die teleologische Mechanik der lebendigen Natur. 2. Aufl., 1897, S. 37.

sondern insofern geradezu zwangsmäßig erfolgt, als ein anderes Geschehen unter den gegebenen Bedingungen überhaupt nicht gedacht werden kann. Hier ist keine Alternative zwischen zwei und auch keine Auswahl zwischen mehreren Möglichkeiten gegeben und es ist daher in diesem Falle eine blinde Naturauslese ebenso wenig denkbar, wie eine Auswahl der Mittel durch einen auf einen Zweck losgehenden bewussten Faktor. So wie die Dinge einmal stehen, kann die Zerstörung der Protoplasmateilchen keine andere Folge haben, als eine leichtere Durchströmbarkeit des Protoplasmas, und diese kann wieder nichts anderes bewirken als eine Erleichterung der Zufuhr der Baumaterialien und damit auch eine Erleichterung der Rekonstruktion der zerstörten Teile.

Solche zwangsmäßig entstehende Erhaltungsfaktoren, die man auch als primär inhärente bezeichnen könnte, sind nun in der Organismenwelt sehr stark verbreitet. Als es sich z. B. darum handelte, die elektive Aufnahme von Nahrungsstoffen im tierischen Darmkanal und von seiten der pflanzlichen Wurzelhaare auf kausalem Wege und ohne Zuhilfenahme eines metaphysischen oder psychischen Elementes zu erklären, haben wir gezeigt, dass es sich in beiden Fällen nur um die Neubildung von Protoplasmen auf assimilatorischem Wege handeln könne, und bei einer solchen ist es natürlich von Wichtigkeit, dass nur Substanzen aufgenommen werden, welche zum Aufbau des Protoplasmas dienen könne, dass aber fremdartige und unbrauchbare Stoffe zurückgewiesen werden. Die Assimilation beruht aber nach unserer Auffassung auf der assimilatorischen Energie schon vorhandener Protoplasmamoleküle, welche — in vorläufig noch seltenen Beispielen — auch in der anorganischen Natur zu beobachten ist und sich darin äußert, dass die Synthese neuer Atomverbindungen aus den vorhandenen Baustoffen unter dem Einfluss und nach dem Ebenbilde der assimilatorisch wirksamen Moleküle vor sich geht. Diese Energie wirkt also naturgemäß nur auf jene Atome und Atomverbindungen, welche im assimilierenden Molekül vertreten sind, und lässt alle anderen unbehelligt; so dass also auch hier die Erreichung des Zweckmäßigen und die Vermeidung des Unzweckmäßigen auf ganz natürlichem Wege und ohne metaphysische Hilfe, aber auch ohne denkbare Eingreifen des Selektionsprinzipes erfolgt, weil die Vorstellung einer assimilatorischen Energie, welche die fremdartigen Stoffe anzieht und die zur Assimilation geeigneten abstößt, etwas völlig Sinnwidriges enthalten würde.

Ein besonderes instruktives Beispiel eines primär inhärenten Erhaltungsfaktors bietet auch die größere Beweglichkeit der kleinen Tiere, welche nach teleologischer Auffassung den Zweck haben soll, dem größeren Wärmeverlust kleiner Körper entgegenzuwirken, welche aber tatsächlich einen ganz anderen Grund hat, als eine

Befriedigung dieses Bedürfnisses, weil sie auf der Kürze der Reflexbahnen beruht, in Folge deren sämtliche Reflexketten, also die Herz- und Respirationsbewegungen, sowie auch die Schwimm-, Lauf- oder Flugbewegungen in einem viel rascherem Tempo ablaufen müssen, als bei den großen Tieren mit ihrem entsprechend längeren zentripetalen und zentrifugalen Nervenbahnen<sup>1)</sup>. Wir sehen also hier wieder einen eminent zweckmäßigen Erhaltungsfaktor, welcher aber auf das bestimmteste, ja geradezu zwangsmäßig durch die gegebenen Bedingungen, nicht aber durch den von ihm zu erwartenden Nutzen determiniert ist. Ein kleines Tier kann unmöglich längere Nervenbahnen besitzen als ein größeres, sondern immer nur kürzere; Reflexketten mit kleinen Reflexbogen können bei gleicher Geschwindigkeit der Nervenleitung niemals langsamer, sondern immer nur schneller ablaufen als solche mit längeren Bahnen; folglich muss die durch die Muskelaktionen gegebene Wärmeproduktion bei kleinen Tieren, auf dasselbe Gewicht berechnet unbedingt größer sein, ganz unabhängig davon, ob ein Bedürfnis nach mehr Wärme vorhanden ist oder nicht. Das ist in diesem Falle so in die Augen springend, dass es gar nicht des Hilfsargumentes bedürfte, welches darin gelegen ist, dass auch die kleinen Kaltblüter raschere Bewegungen machen und mehr Wärme produzieren als die großen, obwohl bei beiden die Wärme den Körper unbenützt verlässt. Es hat also, da sich die Wärmeregulierung der Homöothermen offenbar erst spät herausgebildet hat, die scheinbar zweckmäßige, das Wärmebedürfnis befriedigende Einrichtung schon zu einer Zeit bestanden, wo von einem solchen Bedürfnis noch gar nicht die Rede sein konnte. Dazu kommt aber noch, dass dieselben raschen Bewegungen der kleineren Tiere, welche man für eine klug berechnete Schutzvorrichtung gegen die Abkühlung gehalten hat, etwas anderes zur Folge haben müssen, was die gegenteilige Wirkung hervorruft, nämlich eine geringere Fettablagerung und daher auch eine geringere Ausbildung des der Wärmeausstrahlung entgegenwirkenden Fettpolsters der Haut, welcher Übelstand auch tatsächlich von Rubner konstatiert werden konnte. Es können also nicht nur positive Erhaltungsfaktoren, sondern auch ihr Gegenteil inhärent sein und die Existenzmöglichkeit wird eben davon abhängen, ob die positiven oder die negativen Faktoren überwiegen.

Ein negativer Faktor ist z. B. darin gelegen, dass derselbe Flüssigkeitsstrom, welcher den Überschuss des von den Darmzellen nicht assimilierten Nahrungszuckers in die Leber befördert und dadurch die Schaffung einer Glykogenreserve ermöglicht, auch andere stark diffusible Stoffe, welche durch ihre Giftwirkung schwere Erkrankung oder auch den Tod herbeiführen können, in den Kreis-

1) Näheres hierüber im dritten Bande der Allgemeinen Biologie, S 217 u. 372.

lauf gelangen lässt. Dieselbe Einrichtung also, welche in den meisten Fällen die Fähigkeit der Selbsterhaltung bedingt, kann unter gewissen Umständen die Unfähigkeit der Selbsterhaltung zur Folge haben.

Während aber in allen bisher erwähnten Fällen die zweckmäßig — oder auch gelegentlich unzweckmäßig — erscheinende Wirkung unmittelbar und augenblicklich zustande kommt, bedarf es in anderen Fällen einer Summierung wiederholter Einwirkungen, um einen sichtbaren Effekt nach der einen oder der anderen Richtung herbeizuführen. Das lässt sich z. B. am Muskel recht gut demonstrieren, welcher infolge wiederholter Arbeitsleistung eine Vermehrung und Verstärkung seiner wirksamen Bestandteile, mithin eine solche Veränderung erfährt, dass er nunmehr zu Leistungen befähigt ist, die er vor der Übung oder Trainierung nicht aufzubringen imstande gewesen wäre. Auch das hängt, wenigstens zum Teil, mit der Begünstigung des Zuflusses der Ernährungssäfte durch die Reizung des Protoplasmas zusammen. Wenn jeder Reiz die Durchströmbarkeit des Protoplasmas erhöht, dann muss durch sehr häufig wiederholte Reizung ein verstärktes Zuströmen von Ernährungsmaterial zum ganzen Muskel resultieren und dieses wird nicht nur ein stärkeres Wachstum des Muskels, sondern außerdem auch — wieder rein automatisch und ohne zielbewusste Absicht — eine Erweiterung und Vermehrung der den Muskel versorgenden Blutbahnen zu Folge haben<sup>1)</sup>, womit dann ein reichlicheres Zuströmen von Säften auch unabhängig von den Einzelreizen gesichert ist. Wird aber der Muskel durch allzu zahlreiche Reize übermäßig in Anspruch genommen, dann kann die vermehrte Durchströmbarkeit seiner Gewebe in einen schmerzhaften Entzündungszustand übergehen, welcher die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt oder auch gänzlich vernichtet. Auch diese Veränderungen erfolgen nicht etwa zu dem Zwecke, um den Besitzer der Muskeln vor Überanstrengung zu warnen, sondern sie sind die notwendige Folge einer unabänderlichen Kausalität, die hier sowohl auf der positiven als auf der negativen Seite ziemlich gut durchblickt werden kann.

Dasselbe gilt auch von einer anderen wichtigen funktionellen Anpassung, nämlich von der Steigerung der Erregbarkeit der Nerven infolge ihrer wiederholten Reizung. Auch hier lässt sich, wie im vierten Bande meiner Biologie dargelegt wird, auf Grund der metabolischen Auffassung des Nervenprozesses der Mechanismus dieser Anpassung ziemlich genau aufzeigen und ebenso ist man imstande, die dysteleologische Seite dieser Vorgänge, nämlich die durch allzu häufige Inanspruchnahme herbeigeführte Ermüdung und Lähmung auf dasselbe Prinzip zurückzuführen wie die scheinbar teleologische, nämlich

1) Vgl. den zweiten Band der Allgemeinen Biologie, S. 44 ff.

auf das Verhältnis zwischen Zerfall und Wiederaufbau des in den Leitungsbahnen enthaltenen Nervenprotoplasmas.

Auch die adaptiven Veränderungen, welche zur Stärkung von schützenden Deckgebilden führen, verlangen eine durch längere Zeit fortgesetzte Summierung der sie hervorrufenden Einwirkungen. Die Verdickung der Epidermis an den Fußsohlen, welche nach Livingstone's Beobachtung bei seinen, schwere Lasten tragenden Negern auffallende Dimensionen annahm, die Bildung von Schwielen an den Händen der Ruderer und vieler Handwerker, die Knieschwielen der zahmen Kameele — die übrigens wie die Verdickung der Fußsohlen beim Menschen als unanfechtbare Beispiele von Vererbung erworbener Eigenschaften bereits erblich fixiert sind, während die wilden Kameele nichts derartiges zeigen — alle diese Veränderungen werden sicherlich durch wiederholte Druckwirkung auf die unter der Oberhaut befindlichen Protoplasmen hervorgerufen und erweisen sich, ohne Selektion und ohne Metaphysik, als recht zweckmäßige Einrichtungen, während sie, wenn sie unter derselben, aber übermäßig gesteigerten Einwirkung krankhafte Formen annehmen, als Leichdorne und als schmerzhaft Schwielen die Funktion in hohem Grade beeinträchtigen.

In allen bisher besprochenen Fällen wurden die vorteilhaften Abänderungen durch dieselben Einwirkungen hervorgerufen, gegen welche sie sich eben als vorteilhaft erweisen. Dieser direkt zweckmäßigen Reaktion stehen aber andere gegenüber, welche zwar ebenfalls auf mechanisch-kausalem Wege durch bestimmte Einwirkungen hervorgerufen werden, welche aber, einmal entstanden, ihren Nutzen für den Organismus in einer ganz anderen Richtung entfalten. Es wurde z. B. beobachtet, dass ein Lemming, der im Sommer einen dunkeln, im Winter aber einen weißen Pelz besitzt, auch im Winter dunkel bleibt, so lange man ihn in der warmen Stube zurückhält, aber schon nach wenigen Wochen wieder weiß wird, wenn man ihn im Freien der Winterkälte aussetzt. Will man nun die weiße Haarfärbung der Polartiere als Schutzfärbung ansehen, dann hätten wir hier einen Fall, wo nicht dieselbe Einwirkung zugleich das Bedürfnis und die Abhilfe dagegen hervorruft, weil das Schutzbedürfnis durch die weiße Farbe des Schnees, die Schutzfarbe dagegen in vorläufig noch nicht aufgeklärter Weise durch die Kälte herbeigeführt wird. Freilich besteht eine etwas weitere Beziehung auch hier, indem die Kälte zugleich die weiße Schneedecke und die Winterfärbung des Pelzes hervorbringt. Für die Annahme einer metaphysischen Teleologie ist aber auch hier nicht das kleinste Pfortchen geöffnet.

Ähnliche Verhältnisse hat Goebel vielfach bei Pflanzen beobachtet und hat wiederholt auf Fälle hingewiesen, wo Reaktionen auf Reize entstehen, die mit dem durch die Reaktion bedingten

Nutzen in keinem direkten Verhältnisse stehen. So bilden sich die Geschlechtsorgane der Farne immer auf der unteren beschatteten Seite der Prothallien, und zwar nachgewissenermaßen unter dem Einflusse des Lichtmangels. Der Vorteil liegt aber darin, dass gerade hier das zur Befruchtung notwendige Wasser mehr zur Verfügung steht als auf der Oberseite. So haben ferner manche Ranunkulazeen an den Blättern, welche den Boden zu durchbrechen haben, ein Kniestück mit einem zu dieser Funktion sehr geeigneten resistenteren Gewebe. Aber dieses entwickelt sich nicht etwa durch die direkte Anpassung an das Durchbrechen der Erde, sondern wieder infolge von Lichtmangel, unter dessen Einfluss es sich auch in dem Falle bildet, wenn kein Erdwiderstand zu überwinden ist <sup>1)</sup>.

Solche indirekt auftretende Nützlichkeiten werfen aber auch ein helleres Licht auf die große Zahl von morphologischen und funktionellen Eigentümlichkeiten, bei denen selbst der eifrigste und leichtgläubigste Teleologe keinen Nutzen für ihre Besitzer herauszuklügeln vermag. So wie die hier aufgezählten indirekt entstandenen Erhaltungsfaktoren nicht für das Bedürfnis und auch nicht durch das Bedürfnis zustande kommen, sondern einzig und allein durch den Komplex von Bedingungen, die im Organismus selbst und in der auf ihn wirkenden Außenwelt gegeben sind, so kommen sicherlich auch viele nutzlose und gewiss auch viele schädliche Eigenschaften auf dieselbe Weise zustande und der Unterschied ist nur der, dass einige oder sehr viele der mechanisch-kausal entstehenden Eigenschaften dem Organismus nützlich, andere dagegen für seine Erhaltung gleichgültig sind, während noch andere (z. B. die das Genus homo auszeichnende Fähigkeit, an Cholera, Diphtherie, Blattern, Scharlach etc. erkranken und sterben zu können) die Selbsterhaltung in höherem oder geringerem Grade gefährden.

Zum Glück überwiegen aber doch bei vielen Individuen die Erhaltungsfaktoren über die Vernichtungsfaktoren und sie kommen dadurch in die Lage, im Laufe des Lebens die Summe derjenigen Erhaltungsfaktoren noch zu vermehren, welche nicht schon von Haus aus zu den primär inhärenten gehören, sondern erst allmählich durch Summierung der äußeren Einwirkungen und der inneren Korrelationen erworben werden können. Diese individuell erworbenen Anpassungen sind gewiss nicht nur beim Menschen und den höhern Tieren, welche bekanntlich durch Dressur, Erziehung, Belehrung und Erfahrung während ihres Lebens bedeutende Modifikationen erfahren können, sondern auch bei niederstehenden Tieren und selbst bei Pflanzen von Bedeutung, weil man nach-

1) Goebel, Biol. Centralbl. 24. Bd., S. 783ff.

gerade zu der Überzeugung gelangt, dass viele adaptive Eigentümlichkeiten, z. B. die erwähnte Winterfärbung der Polartiere oder gewisse Schutzeinrichtungen der Alpenpflanzen noch immer bei jedem Einzelindividuum durch äußere Einwirkungen hervorgerufen werden und daher ausbleiben, wenn diese Einwirkungen durch Änderungen des Milieus ausgeschaltet werden. Aber eine ungeheuer große Zahl von Erhaltungsfaktoren, welche nicht zu den primär inhärenten gezählt werden können, sondern der Natur der Sache nach — wie die dicke Fußsohlenhaut oder die Knieschwiele der zahmen Kameele, aber auch die Nervenbahnen und die zentralen Verbindungen derselben — nur durch äußere Einwirkungen und Reize hervorgerufen oder weiter ausgebildet worden sein konnten, werden sicherlich nicht erst in jedem individuellen Leben erworben, sondern sind entweder schon in vollster Ausbildung bei der Geburt vorhanden oder kommen zwar, wie andere ontogenetische Charaktere, erst im Laufe der individuellen Entwicklung zum Vorschein, aber doch in der Weise, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Bedingungen für ihre Entwicklung schon im Keime enthalten waren. Dazu gehören z. B. alle angeborenen Reflexe und Reflexketten, die der Ernährung, der Zirkulation, der Atmung, der Lokomotion, der Fortpflanzung u. s. w. dienen, mit Einschluss der dazu gehörigen Nervenbahnen, die in so eminentem Maße auf individueller Anpassung durch Übung oder „Bahnung“ basieren. In allen diesen Fällen kann es sich also nur um die Vererbung von Anpassungen handeln, die allmählich während der ungeheueren Zeit der Stammesentwicklung erworben worden sind; und wenn nun trotz des erdrückenden Beweismaterials für die große Häufigkeit dieser Vererbung dennoch von mancher Seite behauptet wird, dass in keinem einzigen Falle der Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften erbracht worden sei, so kann man nur sagen, dass man sich mit einer solchen Behauptung direkt gegen die Wahrheit verstündigt. Der Leser möge sich nicht die Mühe verdrießen lassen, im zweiten Bande meiner Biologie die Kapitel, welche von den erblichen Anpassungen, den angeborenen Nervenmechanismen und den direkten Beweisen für die Vererbung erworbener Eigenschaften handeln, nachzulesen und er wird mir sicherlich recht geben, wenn ich die Bestrebungen, dieses ganze ungeheure Beweismaterial ohne den Versuch einer Kritik mit einem Federstriche zu beseitigen, mit strengen Worten verurteile. Wenn etwas in stande wäre, dieser so ernsten Sache auch eine heitere Seite abzugewinnen, so wäre es der Hinweis auf die ganz unglaubliche Inkonsequenz, welche darin liegt, dass man immer die große Autorität Darwin's ins Treffen führt, wenn es sich darum handelt, die unleugbare Wirkung jener Bedenken abzuschwächen, welche in immer drängenderer Weise gegen die Selektionshypothese vor-

gebracht werden, dass man aber auf der anderen Seite die zweifellose Bedeutung Darwin's als Beobachter und als Sammler von Tatsachen herabzusetzen oder zu ignorieren bereit ist, wenn auf die zahlreichen und gewichtigen Tatsachen hingewiesen wird, die gerade er als Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften beigelegt hat.

Wenn ich mich aber frage, welche Motive einem so merkwürdigen Vorgehen zugrunde liegen mögen, so kann ich wieder nur vermuten, dass alles dies — sicherlich unbewusst — ad majorem metaphysicae gloriam geschieht. Alle nämlich, welche geneigt sind, die organische Zweckmäßigkeit mit Hilfe von metaphysischen Prinzipien zu erklären, müssen instinktiv fühlen, dass sie mit der Anerkennung der Vererbung individuell erworbener Anpassungen eines der wichtigsten Fundamente ihrer Lehre preisgeben müssten. Denn wenn wir auch gezeigt haben, dass wichtige und fundamentale Zweckmäßigkeiten einem jeden lebenden Wesen schon mit der Tatsache, dass es lebt und sich im Besitze lebender Protoplasmen befindet, eo ipso zugeteilt sind, und wenn es auch sicher ist, dass manche zweckmäßige Anpassungen nicht ererbt, sondern erst im Laufe des Lebens erworben werden, so ist es doch ebenso sicher, dass gerade die wichtigsten und wegen ihrer besonders auffallenden Zweckmäßigkeit „berühmtesten“ Erhaltungsfaktoren nur durch Erblichwerden individueller Anpassungen zustande gekommen sein können; es wäre denn, dass man sich die Sache bequem machen und sie durch ein animistisch-teleologisches Wunder entstehen ließe. Deshalb und besonders seitdem die Selektionstheorie ins Wanken gekommen ist, ist die Vererbung erworbener Eigenschaften den metaphysisch Veranlagten förmlich ein Dorn im Auge, weil sie fühlen, dass ihnen aus der wissenschaftlichen Begründung und Vertiefung des Lamarck'schen Prinzipes ein viel gefährlicherer Gegner erwächst als aus der von Haus aus auf morschen Grundlagen aufgebauten Selektionstheorie.

Ist aber die Vererbung erworbener Eigenschaften trotz aller dieser Gegenbemühungen als sicher erwiesen zu betrachten, dann ist es auch nicht richtig, dass, wie behauptet wurde, nach Beseitigung der Selektionshypothese eine mechanisch-kausale Erklärung für die fortschreitende Entwicklung der Organismenwelt unmöglich geworden sei. Wenn nicht alle Veränderungen, die der Organismus im Laufe seines Lebens erfährt, mit seinem Tode wieder verloren gehen, sondern ein Teil derselben sein Keimplasma in der Weise influenziert, dass diese Veränderungen in den sich aus ihm entwickelnden Individuen wieder zum Vorschein kommen, dann ist es gar nicht anders denkbar, als dass sich solche Veränderungen im Laufe der sich über Äonen erstreckenden Stammesentwicklung immer mehr und mehr anhäufen und dass endlich daraus jene hochentwickelten



Organismen resultieren, deren unglaublich komplizierte Struktur und deren unüberschbare Zahl von adaptiven Einrichtungen wir staunenden Auges bewundern. Dieses Staunen und diese Bewunderung wird aber keineswegs geringer, sondern steigert sich vielmehr zu höchster ästhetischer Befriedigung, wenn es immer mehr und mehr gelingt, in diesen scheinbar unlöslichen Verwickelungen die wahren kausalen Zusammenhänge zu entwirren; und ich möchte das Glücksgefühl jener Momente, in denen es mir beschieden war, meinen bescheidenen Teil zu dieser Entwirrung beizutragen, um keinen Preis mit den Freuden vertauschen, welche den Metaphysikern aus den unsicheren Schöpfungen ihrer Phantasie erblühen mögen. Diese Entwirrung wird, ich zweifle nicht daran, durch die unermüdliche Forschungsarbeit des Biologen und Physiologen immer größere und größere Fortschritte machen, weil die Naturforschung nicht, wie einer der eifrigsten Aposteln des Neovitalismus behauptet hat<sup>1)</sup>, ihre Aufgabe darin erblicken kann, die Grenzen zwischen dem Erkennbaren und dem Nichterkennbaren festzustellen, sondern weil sie durch ihre Tätigkeit die Grenzen des Erkennbaren immer weiter hinausrückt.

---

## Zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Dr. F. Schwangart.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität München.)

(Schluss.)

Der Bezirk, von dem aus die Dotterzellen einwandern, liegt bei *Endromis*, wie oben gezeigt worden ist, zum großen Teil auf der Dorsalfläche des Eies und dehnt sich von hier auf die Vorderfläche aus, ohne den vorderen Pol zu erreichen. Die Embryonalanlage, aus der sich später die „Entodermkeime“ und das Mesoderm entwickeln, wird dagegen auf der Ventralfläche gebildet; sie erreicht weder den vorderen noch den hinteren Pol. Die Gestaltveränderungen, denen sie später unterworfen ist, kommen für die Frage nach ihrer Lagebeziehung zur Ursprungsstelle der Dotterzellen nicht in Betracht; denn sie versinkt bald in den Dotter und löst sich dabei vollkommen von dem Rest des Blastoderms (der „Scrosa“). — Die Ursprungsstelle der Dotterzellen und das Zellmaterial, welches in die Bildung jenes später auftretenden Blastoporus eingeht, sind also in dem Stadium, in dem die Dotterzellen einwandern, eine beträchtliche Strecke voneinander entfernt.

Bei ihrer Differenzierung unterscheidet sich die Embryonal-

---

1) Reinke, Biol. Centralbl. 24. Bd., S. 600.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Kassowitz Max

Artikel/Article: [Vitallismus und Teleologie. 753-777](#)