

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass auch in bezug auf dem Umfang des Rückschlags die Selektion wohl wesentlich einwirkte, indem durch sie allmählich der Rückschlag auf das günstigste Stadium fixiert wurde.

Ob sich nun all diese Erwägungen auch auf die Ameisen anwenden lassen, vermag ich vorderhand noch nicht zu entscheiden, und behalte mir die Bearbeitung dieser Verhältnisse vor. A priori scheint es mir allerdings wahrscheinlich, da ja für sie dasselbe gilt, was ich in der Einleitung erwähnte. Außerdem scheinen mir die Zwischenformen zwischen Weibchen und Arbeiterinnen, die sogen. Pseudogynen, sehr dafür zu sprechen. Diese gehen, wie Wassmann (1902) erwähnt, aus Larven hervor, die ursprünglich zu Weibchen bestimmt waren, später jedoch zu Arbeiterinnen umgezüchtet wurden. Nehmen wir hier eine dritte Keimesanlage an, so bieten sich Schwierigkeiten, um diese Übergangsformen zu erklären, was bei meiner Auffassung mir nicht der Fall zu sein scheint, zumal da diese immer symmetrisch gebaut sind (Forel). Würde es sich hier um die Vermengung zweier Keimesanlagen handeln, so müsste man doch wohl Asymmetrie erwarten, die denen der Zwitterformen entsprechen.

---

## Über Entwicklung vom physiologischen Standpunkte aus.

### Versuch, der vergleichenden Physiologie ein Arbeitssystem zu schaffen.

Von Hermann Jordan.

Da diejenige Disziplin, die man schlechthin „wissenschaftliche Zoologie“ nennt, sich fast ausschließlich mit der Morphologie aller Tiere befasst, so ist das logische Postulat einer, der vergleichenden Anatomie zu koordinierenden vergleichenden Physiologie doch wohl eine Selbstverständlichkeit. Mit vollem Recht wird man erst beide Wissenschaften, zu einem Ganzen vereinigt als Lehre vom tierischen Leben, Zoobiologie oder kurz Zoologie bezeichnen dürfen.

Ein Fach, das man Vergleichende Physiologie genannt hat, ist nicht neu, es liegen vielerlei Untersuchungen über die Leistungen recht verschiedenartiger Organismen vor — allein eine vergleichende Physiologie ist das noch nicht! Es ist diese Disziplin vorderhand größtenteils ein Nebeneinander von Einzeltatsachen, das nicht nur jeder Übersichtlichkeit entbehrt, sondern vor allem der Hauptanforderung, die man an jede vergleichende Biologie stellen muss, nicht entspricht; diese Forderung aber ist: forschend und lehrend vom Einfacheren zum Vollkommeneren gehend, dieses aus jenem zu erklären.

Die vergleichende Anatomie aller Tiere hat diese Aufgabe in glänzender, bewundernswürdiger Weise gelöst, und wir gehen gewiss nicht fehl, wenn wir annehmen, dass sie den Erfolg zum großen Teil einer einzigen Idee verdankt: der Evolutionsidee. Die vergleichende Anatomie führt durch hypothetische Feststellung von Verwandtschaftsverhältnissen zwischen den einzelnen Arten zum natürlichen System, das seinerseits der Mutterwissenschaft zum Arbeitsschema der Vergleichung wird: Die Abstammungslehre ist die Basis der vergleichenden Anatomie.

In der nämlichen Form auch für die vergleichende Physiologie das Arbeitsschema der Abstammungslehre zu entnehmen, ist nicht möglich. Wohl können wir morphologisch die durch Anpassung abgeänderten Organe durch ihre embryonale Entwicklung und durch mancherlei Data, wie rudimentäre Bildungen, auf phylogenetisch frühere Stadien zurückführen — entsprechende physiologische Kriterien fehlen vollständig. Dem vergleichenden Physiologen stellt sich das arbeitende Organ in erster Linie dar, als Produkt der Anpassung an die vorliegenden Lebensbedingungen, nicht aber als Glied in einer genealogischen Reihe: Während die Ascidie den morphologischen Disziplinen, als Verwandter der Vertebraten zu gelten hat, ist sie, was die Leistungen der neuromuskulären Organe betrifft, ein echter Evertebrat, der in einer physiologischen Systematik unter den Schnecken zu stehen kommt, sich aber unendlich weit im ganzen Typus der funktionellen Einrichtung vom Wirbeltier unterscheidet. Systematik wird daher stets ein Produkt der vergleichenden Morphologie bleiben.

Während die Evolutionslehre recht wohl der Grundgedanke auch der vergleichenden Physiologie ist, so vermag sie ihr nicht, wie der vergleichenden Anatomie, auch das Schema zu geben, an dessen Hand sie, ihre Einzelerkenntnisse ordnend, ihre vergleichende Arbeit leisten könnte.

Wenn wir uns dergestalt nach einem systematisierenden Prinzipie umsehen, so dürfen wir nicht vergessen, dass auch eine vergleichende Anatomie zum mindesten vor hinreichender Ausbildung der modernen Abstammungslehre, oder gar der korrigierenden Embryologie („biogenetisches Grundgesetz“) entstanden ist, und dergestalt genötigt war, ein rein logisches Prinzip zur Vergleichung mehr oder weniger voneinander verschiedener Tierformen anzunehmen: Zunehmende Komplikation, Differenzierung der Organe.

In der vergleichenden Physiologie wird naturgemäß hierfür der Grad der Vollkommenheit der Funktion zu treten haben. Wie das zu verstehen sei, mag aus dem Folgenden hervorgehen.

Wir betrachten also die Organismen in ihrem räumlichen Nebeneinander, wie der Maschinenhistoriker eine Reihe von Maschinentypen gleicher Bestimmung, von deren Erfindungsgeschichte er im

einzelnen nichts weiß, in ihrem zeitlichen Nacheinander zur Darstellung bringt. Die letzte Ursache des Zusammenhangs: Logik der Erfinder einerseits, etwa Anpassung, Naturzüchtung andererseits bleibt außer Betracht. Wir sehen eine Maschine in ihrer ersten brauchbaren Form; sie ist zweckmäßig, da sie einem Mindestanspruch, einem Mindestzweck genügen muss, soll sie anders eben brauchbar sein. Allein über dieses Minimum wird sie nicht wesentlich hinausgehen. Aber die Ansprüche steigen nach Erreichung des ersten Zieles; ihnen wird sich die Maschine anpassen müssen.

So tauchen jeweilig neue Maschinen, Verbesserungen der Grundform auf, es häuft sich Verbesserung auf Verbesserung bis — doch halt, erst noch einen Rückblick: Die Maschine erreicht ihren Zweck. In welcher Weise, das hat uns noch nicht beschäftigt. Es mag einem Zufall zu danken sein, dass Denis Papin den Dampf einen Kolben in einem Zylinder hin und her treiben lässt, er hätte ebensogut die „Stammform“ unserer modernsten Dampfturbine aufgreifen können, die als Spielerei längst existierte. Genug, er wählte den Zylinder und fast alle unsere Dampfmaschinen haben einen Zylinder. Verbessert, gewiss, aber doch einen Zylinder.

So beherrscht mehr noch als die Verbesserungen das Ausgangsmaterial die Entwicklungsrichtung, eine Zeitlang wenigstens bis das Ausgangsmaterial gänzlich fallen gelassen wird und an seine Stelle etwas anderes tritt, das gewisse Übelstände, die man unter Beibehaltung des Systems vergeblich zu beseitigen suchte, nunmehr völlig behebt und so ein neuer Typus geschaffen wird. Mit der Schiffsdampfmaschine machen wir gerade jetzt diesen Übergang durch.

Damit haben wir, wollen wir uns auf die Hauptlinie beschränken, Abzweigungen aller Art aber vernachlässigen, ein rudimentäres Schema der Maschinenentwicklung und der Entwicklung der Funktion bei den Organismen. Kennen wir nun die Art, wie wir höhere mit niederer Funktion zu vergleichen haben, so fehlt uns noch ein Kriterium für höhere und niedere Grade der Leistung:

I. Das „niedere“ Tier. Wie jede brauchbare Maschine, so ist jedes lebende Tier „zweckmäßig“. Wobei wir unter zweckmäßig nur folgendes verstehen: Der Organismus ist eine Vorrichtung, mit dem etwas erreicht wird, nämlich Leben, welches letztere nämlich den Eindruck erweckt, als sei es recht eigentlich der Zweck des Organismus<sup>1)</sup>. Da nun alle Organe, alle Leistungen der Lebewesen dazu beitragen, jenen „Zweck“ zu erreichen, und da tatsächlich von allen existierenden Organismen der „Zweck“ erreicht wird, so ist

1) Diese vorsichtige Ausdrucksweise dient, gewisse metaphysische Einwände zu entkräften.

es schlechterdings eine Selbstverständlichkeit, wenn ich sage: als Ganzes genommen ist jeder Organismus mehr oder weniger zweckmäßig. Zweck bedeutet hier also nicht: Endresultat einer Handlung, soweit jenes in der Vorstellung eines handelnden Subjekts, der Handlung selbst vorausgeht, und ihr die Richtung verleiht, sondern ein erreichtes Resultat schlechthin. Ich meine in dieser Definition wird kein Biologe meiner Behauptung entgegentreten, obgleich es zu bedauern ist, dass wir für beide gekennzeichneten Begriffe nur das eine Wort besitzen.

Mit anderen Worten: Die Aufgabe „Leben“ stellt an den Organismus gewisse Elementaranforderungen, denen genügt werden muss: Ernährung, Stoffwechsel, Reizbarkeit (und Fortpflanzung) sind Bedingungen, ohne deren Erfüllung ein Organismus unmöglich ist. Der niedrigste Organismus leistet all das und ist dadurch — ich wiederhole mich — zweckmäßig. Allein er besitzt eine Zweckmäßigkeit niederen Grades:

„Leben können“ ist an unserer Kurve, welche die verschiedenen Grade der biologischen Zweckmäßigkeit darstellt, der unterste Anfang, das Minimum; je höher wir an ihr emporsteigen, desto höher werden die Werte für die mathematische Wahrscheinlichkeit, dass das Einzelindividuum trotz aller möglichen Umstände und zwar bei voller Leistungsfähigkeit am Leben erhalten bleibt: Der Organismus kann einer großen Zahl möglicher Fälle in Ansehung aller Bedingungen seines Daseins ausgesetzt sein. Jedes individuelle Milieu aber, sei es die Pfütze, in dem das Protozoon lebt, sei es der Boden des Meeres mit seinen zahlreichen Tierformen: alle diese Milieus zeichnen sich durch das Vorherrschen einer bestimmten Anzahl von all den logisch „möglichen Fällen“ aus, mag sich das auf den durchschnittlichen Nahrungs- oder Salzgehalt, auf Temperatur oder sonst etwas beziehen. An diese vorherrschenden Fälle ist jeder Organismus angepasst und muss es sein, wenn er leben soll, und in der Formel für die mathematische Wahrscheinlichkeit seines Erhaltenbleibens müssen mindestens diese „Fälle“ als „günstige Fälle“ figurieren!

Die Tiere aber, die sich nicht über das gekennzeichnete Stadium erheben, die lediglich an die vorherrschenden Möglichkeiten äußerer Bedingungen angepasst, Abnormitäten dieser Bedingungen gegenüber jedoch wehrlos sind, scheinen mir recht eigentlich den Namen „niedere Tiere“ zu verdienen, wenn wir sie mit Arten vergleichen, die eine ganz andere Einrichtung aufweisen, mit der wir uns weiter unten werden zu beschäftigen haben.

Von den beiden Möglichkeiten, mit denen irgendein Getriebe aufrecht erhalten werden kann: prästabilierte Harmonie oder Selbstregulation, ist jene charakteristisch für das niedere Tier, eine prästabilierte Harmonie, die zwischen der Organisation des Tieres und

den vorherrschenden Varianten äußerer Bedingungen besteht. Aber nicht nur wird die Zahl dieser zulässigen Varianten beschränkt sein, jede Änderung der Bedingungen in den normalen Breiten wird eine Änderung in der gesamten Ökonomie des Tieres zur Folge haben: das niedere Tier wird zum Spielball in der Hand äußerer Agentien, ein Verhalten, welches man mit dem Präfix „poikilo“ — zu bezeichnen pflegt: z. B. poikilotherm, poikilosmotisch (Höber), auf welches letzteres Verhalten, da es weniger bekannt ist, ich mit einigen Worten eingehen will. Die Protozoen z. B. besitzen eine Oberfläche, die allen in Betracht kommenden gelösten Substanzen gegenüber semipermeabel ist. Bringt man ein Protozoon aus seinem Medium, also etwa aus süßem Wasser in eine Kochsalzlösung auch nur geringer Konzentration, so geht es unter Schrumpfungerscheinungen zu grunde. Die Empfindlichkeit gegen solche osmot. Druckschwankungen ist ganz enorm; so stirbt das Süßwasserinfusor *Vorticella nebulifera* in einer NaCl-Lösung von 0,5—1‰ (Enriques). Durch sehr allmähliches Hinzufügen des Kochsalzes kann man die Tiere zwar an eine ihnen fremde Konzentration gewöhnen, doch nimmt der Prozess relativ lange Zeit in Anspruch und ist nur innerhalb äußerst enger Grenzen möglich. Für *Paramaecium* ist diese Grenze schon bei 1‰ (Yasuda) erreicht. Wie dem aber auch sein mag, stets kann die „Gewöhnung“ nur dadurch eintreten, dass der Organismus durch Absorption (oder Exkretion) seinen inneren Salzgehalt quantitativ und qualitativ dem des äußeren Mediums gleich macht (poikilosmot. Verhalten), daraus erhellt aber nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen über das Verhältnis zwischen Kolloiden und Elektrolyten (vgl. z. B. Wolfg. Ostwald), dass der „angepasste“ Organismus keineswegs normal sein kann. Ebensowenig gleichgültig für die niederen Organismen wie Schwankungen im Salzgehalt, sind Temperaturwechsel, auch innerhalb der an sich zulässigen Grade<sup>2)</sup> für poikilotherme Tiere.

In gleicher Weise, wie durch prästabilierte Harmonie das Verhältnis zwischen niederem Organismus und den abgehandelten Kräften geregelt ist, lässt sich das auch für die anderen Bedingungen zeigen. So besteht eine solche z. B. zwischen festgewachsenen Protozoen, Spongien etc., der Größe ihrer Nahrungsfangapparate, vor allem der Größe ihres Stoffwechsels einer-, dem durchschnittlichen Nahrungsgehalt des Wassers andererseits.

II. Das höhere Tier: Wir können uns vorstellen, dass in der Entstehungsgeschichte der Organismen durch Zunahme der Indi-

2) In dem dargetanen Sinne sind gerade die niedrigsten Organismen an große Schwankungen der Bedingungen angepasst, was sich leicht von der Regulation der höheren wird unterscheiden lassen. Die steten mit der Anpassung verbundenen Änderungen in der Gesamtökonomie sind denn auch offenbar nur mit niedrigster Organisation vereinbar.

viduenzahl etwa die Harmonie zwischen dem notwendigen Stoffwechsel des Organismus und der vorhandenen Nahrung sich trübte, so dass durch Akquisition von Entwicklungswerten das in den niederen Tieren gegebene Ausgangsmaterial verbessert werden musste, und so allmählich das entstand, was uns die Morphologie als Phylema hat kennen lehren. Aber wie konnte das geschehen? Zweifellos nur dadurch, dass Organismen anfangen, sich durch Leistung ihrer Organe zu Herren der Außenbedingungen zu machen; denn nur dadurch konnte (bei erhaltener Leistungsfähigkeit) die Möglichkeit gewährleistet werden, unter den neuen Bedingungen individuell erhalten zu bleiben; Bedingungen, die ob jener Trübung den anderen Wesen anfangen verderblich zu werden und an welche Anpassungsmöglichkeit, im Sinne der prästabilierten Harmonie, etwa durch das zulässige Minimum des Stoffwechsels beschränkt war. Sollte also überhaupt fortgeschritten werden, so musste an Stelle der prästabilierten Harmonie für jede einzelne in Frage kommende Funktion, Regulation eintreten, und es ist schlechthin eine Tatsache, dass das geschehen ist! Für alle Außenbedingungen, denen das niedere Tier angepasst, in abnormen Fällen aber machtlos ausgeliefert ist, finden wir „höhere Stadien“, bei denen das Wesen fähig ist, sich durch regulatorische Leistung seiner Organe innerhalb weiter Grenzen mannigfaltigen abnormen Variationen der Bedingungen, unmittelbar und individuell anzupassen. Diese „höheren Tiere“ vermögen also in der Formel für die Wahrscheinlichkeit ihres individuellen Erhaltenbleibens, und zwar unter voller Leistungsfähigkeit, eine große Zahl von möglichen Fällen durch Regulation zu günstigen zu gestalten, die für das niedere Tier schädlich oder gar verderblich sein würden. So stehen den poikilosmotischen Tieren solche mit sogen. „ideotonischem“<sup>3)</sup> Verhalten, den poikilothermen, homöotherme Tiere gegenüber, das sind jeweilig Wesen, die durch Regulation mehr oder weniger komplizierter Art nicht nur stets den gleichen inneren (nützlichen) Salzgehalt, oder entsprechend die gleiche ihnen eigene Temperatur besitzen, sondern auch Tiere, die innerhalb gewisser weiter Grenzen einen abnormen Wechsel in der Salzkonzentration des äußeren Mediums, entsprechend einen Temperaturwechsel ertragen können. Und wenn wir gar auf das wichtigste Gebiet, die Nahrungsakquisition kommen, so nehmen die Einrichtungen, auf Grund deren die Organismen sich durch Leistung ihrer Organe die Außenbedingungen untertan machen, kein Ende: von der primitiven Lokomotion, bis zur individuellen Anpassungsfähigkeit *κατ' ἐξοχήν*, dem Intellekt, haben wir eine unübersehbare Reihe mit einer Unzahl von Abstufungen.

Wenn auch bei den, an spezielle Verhältnisse angepassten

3) Vgl. Bottazzi, Fredericq, Dekhuyzen.

Formen (wie z. B. den Parasiten) zur Beurteilung, modifizierte Gesichtspunkte in Anwendung kommen müssen, wenn auch neben dem Dargetanen noch einiges über die Seitenzweige, die Seitenlinien der Entwicklung zu sagen wäre, so will ich mich doch auf die Hauptlinie beschränken und an einem Beispiele, und an Hand der entworfenen Skizze, versuchen, ein Bild von der Entwicklung, vom physiologischen Standpunkte aus, zu geben.

Es muss sich um die Entwicklung einer einzigen Funktion handeln; denn, wenn wir der Einfachheit halber bislang nur von niederen und höheren Tieren sprachen, so sind wir doch bei weitem nicht immer in der Lage, für den ganzen Funktionskomplex der Ökonomie eines Tieres, ein einheitliches Urteil „höher“ oder „niedriger“ zu fällen. Ich wähle als Beispiel die Funktion des zentralen Nervensystems, obwohl (wie aus dem Vorhergehenden ohnehin erhellt) jede andere Funktionskategorie mir den gleichen Dienst hätte leisten können; doch glaube ich aus mancherlei (zum Teil subjektiven) Gründen gerade an der Zentrenfunktion die Frage am besten durchführen zu können<sup>4)</sup>.

Wenn auch im Grunde von der Amöbe bis zu den Wirbeltieren alle stereotypen motorischen Erscheinungen sich unter den Begriff „Reflex“ im allgemeinsten Sinne subsummieren lassen, so lässt sich doch gerade auf Grund dieser Vorgänge eine Gruppe Wirbelloser von allen anderen Tieren abtrennen. Das höhere Tier verfügt über eine große Zahl individueller Einzelreflexe, die an ganz bestimmte nervöse Bahnen, Zentren und Muskelgruppen gebunden sind, und die in ihrer Mannigfaltigkeit, und feinen gegenseitigen Abtönung gerade dem höheren Tiere die bekannte große Anpassungsfähigkeit an alle möglichen Umstände verleihen. Diese individuellen Reflexe vermischen wir ganz oder doch zum großen Teile bei den erwähnten Evertebraten, die ich daher unter dem Namen „Reflexarme“ zusammengefasst habe:

Die Aufgabe, Sinnesorgane mit Muskeln nervös leitend zu verbinden und dadurch einen elementaren Reflex zu gewährleisten, löst bei den in Frage stehenden Tieren durchgehends ein sogen. Nervennetz; d. i. ein feines Netzwerk von Nervenzellen und -Fasern, das zu den undifferenzierten Muskel- und Sinneszellen des Hautmuskelschlauches (der ja auch selbst das Netz beherbergt) Ausläufer sendet. Jeder Teil dieses Systems, Sinnes-, Muskel- und Nervenzellen, entbehrt der individuellen Gestaltung, alles ist diffus angeordnet, nicht einmal die Längs- und Zirkulärmuskellagen weisen

4) Die den folgenden Beispielen zugrunde liegenden Tatsachen habe ich an folgenden Stellen publiziert: 1901. Zeitschr. Biol., Bd. 41, S. 196—238. — Arch. ges. Physiol., 1905, Bd. 106, S. 189—228, Bd. 110, S. 533—597. — Biol. Centralbl., 1906, Bd. 26, S. 124—158. — Zeitschr. allg. Physiol., 1907, Bd. 7, S. 85—134. Ebenda wird eine Arbeit über d. Actinie erscheinen.

nennenswert individuell ausgebildete Gruppierung auf. Und wie die Elemente, so ist auch die Leistung: Wo wir auch immer solch ein Tier reizen, da überträgt das Netz gleichförmig nach allen Seiten die Erregung auf die zunächstliegende Muskulatur<sup>5)</sup>, aber auch nur auf diese, da das Nervennetz mit Dekrement leitet. Diesen elementaren, einheitlichen Reflex der reflexarmen Tiere, dem durchaus Ubiquität zukommt und der auch alle in Frage kommenden lokomotorischen Erscheinungen mit umfasst, habe ich im Gegensatz zu jenen „individuellen“, den „generellen Reflex“ genannt.

Zur Durchführung unserer Idee an dieser einen Funktionskategorie wähle ich drei Tierformen, die ganz verschiedenen systematischen Gruppen angehörend, sich neurophysiologisch, als Reflexarme verhalten: Actinien, Ascidien und Schnecken. Sie alle besitzen einen echten Hautmuskelschlauch mit allen jenen Elementen, deren Bedeutung wir flüchtig kennen lernten. Während nun die Actinien in ihrer Totalität ein solches neuromuskuläres System unterster Ordnung darstellen, kommt bei den Ascidien noch ein einziges, bei den Schnecken noch zwei Paar (soweit für uns von Wert) aus Nervenzellen und -Fasern bestehende Knötchen vor, abgedondert von dem Rest nervöser Elemente, mit denen sie jedoch verbunden sind. Wir nennen sie Ganglien und betrachten sie als übergeordnete Zentren.

Die Hautmuskelschläuche der drei Formen für sich betrachtet, verhalten sich im Prinzip durchaus gleich, als neuromuskuläre „Systeme unterster Ordnung“. Da ist kein Gesetz, das nicht für alle drei gleichartig Gültigkeit habe. Bei Ascidien und Schnecken aber kommen noch jene Ganglien hinzu, berufen, die Leistungen des Hautmuskelschlaches quantitativ zu regulieren, d. h. den jeweilig vorliegenden Bedingungen anzupassen. Dem einen Ganglion der Ascidie und den Unterschlundganglien (Pedalganglien) der Schnecke untersteht dergestalt der relative Verkürzungsgrad der Muskulatur, Tonus genannt, und seine Anpassung an Schwankungen des Innendruckes. Die Reizbarkeit (und Lokomotion) findet nur bei den Schnecken im Cerebralganglion ihren Meister. Die Regulation selbst basiert darauf, dass das Ganglion die Leistung des ihm unterstellten Systems je nach Bedarf zu mindern oder zu mehren imstande ist, auf Grund relativ einfacher Gesetze, die uns jedoch nicht beschäftigen sollen.

So haben wir es da mit einer Stufenfolge zu tun, die recht wohl ein Prüfstein sein kann für die Zulässigkeit unserer Anschauungen. Wir werden uns zur Deduktion des Entwicklungswertes der akzessorischen Ganglien auf die Betrachtung des generellen und der vorhanden individuellen Reflexe beschränken.

5) Sofern sie für die in Frage kommende Erregungsintensität in Ansehung ihrer Schwelle eingestellt ist.

I. Der generelle Reflex: Wenn wir schlechthin die Reizbarkeit unserer drei Formen untersuchen würden, so fänden wir keine Unterschiede, die wir zu unserem Zwecke würden verwenden können: Das war zu erwarten, da nach allem, sich eine Reguliervorrichtung erst dann offenbaren wird, wenn abnorme Bedingungen vorliegen, denen das ihr unterstehende System sich anpassen muss. Beobachten wir also z. B. die Tiere bei abnormen Temperaturen: Actinie und Ascidie, beides Formen mit unregulierter Reizbarkeit, haben ein Reaktionsoptimum gleich etwa der Durchschnittstemperatur des Seewassers zur Zeit, als ich diese Untersuchungen ausführte (*Ciona* im Neapeler Sommer bei 22°, *Actinoloba* im Sommer an der holländischen Küste bei 16°). Bei abnehmender und zunehmender Temperatur findet stets Reaktionsabnahme statt, bis, schon relativ früh, jede Erregbarkeit schwindet (*Ciona intestinalis* bei 11° und 40°, *Actinoloba* etwa schon bei 38°). Wir sehen also das niedere Tier in seiner Abhängigkeit von der Außenbedingung. Erregbarkeitssteigerung durch Wärme, früh einsetzende Wärmestarre, beides individuell unabänderliche, starre Faktoren, welche durch ihre Gegensätzlichkeit eine Einstellung bewirken, die normale Reaktion unter normalen Bedingungen zur Folge hat: Eintretende Temperaturabnormitäten aber werden die Reaktion bis zur Unerregbarkeit beeinträchtigen. Wir brauchen nur an die bekannten Retraktions-(Schutz-)Reflexe zu denken, um die Bedeutung des Gesagten zu würdigen.

Ganz anders verhalten sich die Schnecken, beliebig ob sie der Land- oder Meeresfauna angehören! Zwischen 9° und 40° und je darüber hinaus, bedingen gleiche Reize durchaus den gleichen Verkürzungsgrad ihrer Muskeln. D. h., so lange diese Muskeln mit dem Zerebralganglion in Beziehung stehen. Entfernen wir es, so nimmt innerhalb der gleichen Temperaturgrenzen die Kontraktionshöhe mit dem Temperaturgrade zu, da naturgemäß eine einstellende Wärmestarre bei relativ niederen Wärmegraden nicht zur Ausbildung gekommen ist.

II. Die individuellen Reflexe. Mit der Akquisition der Ganglien wurde zugleich noch ein weiterer Entwicklungswert gewonnen: die Möglichkeit individueller Reflexe. Bei der Actinie, wo ein solcher noch nicht hat ausgebildet werden können, findet ja auch auf Berührung Einziehung statt, die sogar einen recht komplizierten Mechanismus erheischt, und doch durchaus einen Teil des generellen Reflexes ausmacht. Die Längsmuskeln der Septen, durch keinerlei absonderliche Leitungsbahnen mit den Sinneszellen verbunden, zeigen niedrigere Reizschwelle, höhere Kontraktilität und Kontraktionsgeschwindigkeit, als alle anderen Muskeln, so dass sie sich bei jedwedem Reiz zuerst und am ausgiebigsten verkürzen. So wird stets die Mundscheibe in das Innere des sich schützend darüber

wölbenden Mauerblatts gezogen. Da zeigt sich die Unvollkommenheit prästablierter Harmonie zwischen normalen Reizen und Mechanismus, denn nach abnorm intensiver Reizung des Mauerblatts zieht dieses sich von der Mundscheibe wieder etwas zurück, die letztere teilweise freigebend.

Ganz anders bei ganglienträgenden Tieren: Der Schutzreflex der Ascidie, nämlich Retraktion unter Verschluss beider Siphonen auf jede Berührung, hin ist ein individueller Reflex. Da nun nicht das ganze Sein der Muskulatur durch diese Einrichtung (wie bei der Actinie) in Anspruch genommen wird, so hat das zur Folge, dass bei der Ascidie schon zwei wichtige Reflexe nebeneinander ausgebildet werden konnten, bei der Schnecke noch mehr. Noch spielen — bei den Reflexarmen — diese Reflexe keine überwiegende Rolle: Da, mit einem Male, unter Fallenlassen des gesamten Apparates des regulierten Elementarreflexes, beginnen die individuellen Reflexe vorzuherrschen, als das neue System, welches nunmehr das alte Ausgangsmaterial vollständig verdrängt, und den Tieren eine enorme, selbst von den bestorganisierten reflexarmen Formen unerreichte Anpassungsfähigkeit und Mannigfaltigkeit der Lebensäußerungen verleiht: Die Erregbarkeit des Oktopusmuskels z. B. ist nicht abhängig von der Anwesenheit der Ganglien, hingegen hat v. Uexküll uns eine Reihe wohllokalisierter Reflexe bei diesen Tieren gezeigt.

Kurz, wir sehen, wie unter Beibehaltung des Ausgangsmaterials, innerhalb des physiologischen Typs, Verbesserung auf Verbesserung folgt, bis, ganz wie bei den Maschinen, das nicht weiter entwickelungsfähige System einem neuen weichen muss, das sich schon (wie in der Biologie meist) in untergeordneter Stellung vorher als Übergang meldete, um nunmehr, herrschend, einen neuen Typus zu bilden.

Und innerhalb dieser Typen, die uns die Logik als solche anzunehmen zwingt, gewährt uns die Vergleichung einen Einblick in das Schaffen der Natur, den ein bloßes Aufzählen der Tatsachen niemals würde bieten können. Und wenn auch die entstehende Reihe, in der für die meisten Funktionen, die Tiere eine andere Folge aufweisen, uns kein Recht gibt, Schlüsse zu ziehen auf den historischen Werdegang der Tiere selbst: die abstrakte Funktion, Aufgabe der allgemeinen, Endziel einer jeden Physiologie, sehen wir vom primitiven Anfang fortschreiten, tastend, versuchend, verbessernd, umwälzend, sich entwickeln, von der Amöbe bis schließlich hinauf zum Menschen.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Jordan Hermann

Artikel/Article: [Über Entwicklung vom physiologischen Standpunkte aus.  
278-287](#)