

Gläubige Wissenschaft.

Neue Beiträge zur Ausharzworlage von Arthur Jacobi.

Wir haben in Nr. 27 dieser Zeitschrift in dem gleichnamigen Artikel eine Reihe von vereinzelt Beobachtungen und Hypothesen über das Wesen des organischen Geschehens mitgeteilt. Aber damit hat sich die Forschung nicht begnügt, nein, eine ganze neue Wissenschaft hat sie geschaffen, die es sich zum Ziel setzt, die „wirklichen Bildungsursachen . . . die gestaltenden Kräfte und deren Kombinationen, denen das Organismenreich im Ganzen und in jedem Individuum seine Entstehung verdankt“, aufzufinden. Also nicht die großen Prinzipien will sie erforschen, die das organische Geschehen, die Entwicklung beherrschen, und die doch nur Abstraktionen der wahren Ursachen sind — das hat der Darwinismus gethan — ihre Aufgabe ist es, die wirklichen, d. h. die direkten, mechanischen Ursachen jeder Formveränderung sowohl im individuellen, als im Stammesleben aufzufuchen. „Entwicklungsmechanik“ hat sie ihr eigentlicher Begründer, W. Roux in Innsbruck, genannt. Wie schon der Name zeigt, eine spezifisch lehrerische Wissenschaft, vor allen anderen würdig der Aufmerksamkeit der neuen Inquisition. Und gar die Art, wie sie vorgeht! Sie arbeitet nur mit dem Experiment, und jedes dieser Experimente ist eine Verhöhnung der göttlichen Schöpferkraft. Denn was der Gott des Zentrums in seiner Weisheit geschaffen hat, das wollen diese Ungläubigen mit ihren plumpen Händen neu und anders schaffen — Leben und lebende Formen wollen sie nach ihrem Willen bilden, so sagen sie in ihrer Vermessenheit.

Und was das Schlimmste ist — es gelingt ihnen auch.

So hat Voel* an Tubularien** Schlauchstücke aus dem Hauptstamm herausgeschnitten und so, wie sie im Stamm selbst orientirt waren — d. h. was oben war, oben, was unten war, unten — in einem Zuchtglas aufgestellt, und bald darauf hatte das Stückchen, als ob es noch der ganze Polypenstock wäre, am unteren Ende neue Wurzeln gebildet, am oberen einen neuen Kopf. Pflanzte er die Schlauchstücke umgekehrt ein, so entstanden an dem in natürlicher Lage oberen, jetzt aber unteren Ende Wurzeln, am entgegengesetzten Köpfchen. Und hängte er solch ein Stück an einem Faden wagrecht im Wasser auf, ohne daß es den Boden berührte, so trieben beide Enden Köpfchen. Unwiderlegbare Beweise dafür, daß die „bewußt wirkende Gestaltungskraft“ nichts weniger als bewußt ist, sondern lediglich eine Folge äußerer, mechanischer Bedingungen — ein Satz, der an Pflanzen schon längst nachgewiesen ist; und weiter, daß die gestaltenden Kräfte nicht nur dem ganzen, sondern jedem einzelnen Theile des lebenden Organismus innewohnen. —

Von der Einheit des Organismenreiches ausgehend, muß man dieselben Ergebnisse natürlich auch bei höherstehenden Thieren erreichen. Und so hat dem Voel bei Coelenteraten (Pflanzenthieren nach der alten Bezeichnung) durch Schnitte in die Körperwand, die er durch eingeführte Fremdkörper eine zeitlang künstlich offen hielt, abnorme Mundöffnungen erzeugt, oft drei, vier und mehr an einem Thiere — Mundöffnungen, die sich nicht wieder schlossen, und um die sich wie beim normalen Mund Fangarme ausbildeten. Dasselbe erreichte Voel bei noch höher organisirten Thieren, bei Ascidien, die bekanntlich in ihrem embryonalen Stadium mitten inne stehen zwischen den Wirbellosen und den Wirbelthieren.

* Voel selbst wohnt leider in Chicago, aber seine Arbeiten — falls man sie für den Scheiterhaufen brauchen sollte — sind in Pflügers „Archiv für Physiologie“ erschienen (1894).

** Tubularien sind Polypen, die auf dem Grunde des Meeres in Kolonien zusammenleben und aufwachsen, wie bei den Pflanzen etwa der Fingerhut; d. h. von einem auf dem Boden wurzelnden Hauptstamm gehen viele Nebenäste ab, von denen jeder mit einem becherförmig offenen Köpfchen endigt. Jedes dieser Köpfchen ist ein Thier für sich, das freilich nicht allein, sondern nur auf dem Polypenstock leben kann. Der Hauptstamm wie die Nebenäste sind hohle Schläuche.

Bald ging man auch zu den Wirbelthieren selbst über. Schon früher hatte Oskar Hertwig reife, unbefruchtete Seeigeleier durch heftiges Schütteln in größere und kleinere Stücke zersprengt, die theils noch Kern enthielten, theils kernlos waren,* und diese sämmtlich lebenden Stücke hatte er befruchtet und sofortige Entwicklung — bei manchen bis zur Larve — beobachtet. Nach seinem Vorgehen hatte dann der Zoologe Driesch schon befruchtete Seeigeleier auf dem Zweizellenstadium** benutzt, und die Furchungskugeln durch das Schütteln mehr oder weniger voneinander getrennt: und die beiden Theilstücke entwickelten sich vollständig normal.

Diese Methode übertrug Wilson auf die Eier des Amphioxus, des Lanzettfischchens, des berühmten „Vaters der Wirbelthiere“. Und er erzielte schöne Erfolge: nicht nur aus den isolirten Furchungszellen von Eiern im Zweizellenstadium, sondern auch von solchen im Vier- und Achtzellenstadium erhielt er noch völlig normale, natürlich entsprechend kleinere Amphioxuslarven.*** War die Eihaut beim Schütteln nicht ganz gesprengt und hingen deshalb die Furchungskugeln noch zusammen, so erhielt er — wie übrigens auch schon Driesch — Doppelbildungen, die mehr oder weniger stark miteinander verwachsen waren. —

Am höchsten heraus mit diesen Neuschöpfungen ist Oskar Schultze gestiegen: † er benutzte zu seinen glänzenden und äußerst wichtigen Experimenten die Eier des braunen Grasfrosches. Diese Eier bestehen aus einer schwarzgefärbten (pigmentirten) Hälfte und einer gallertartigen weißen. In normaler Lage ist die weiße Hälfte immer nach unten gerichtet (d. h. der Schwerpunkt der Eikugel liegt unter ihrem Mittelpunkt, in der weißen Hälfte); in dieser Lage verbleiben die Eier auch während ihrer Entwicklung zum Embryo, und dreht man die weiße Kugelfeite nach oben, so nimmt das Ei nach kurzer Zeit doch wieder die ursprüngliche Stellung ein. Es mußte nun einen Forscher, der nicht gerade so felsenfest davon überzeugt ist wie etwa Herr Hintelen, daß ein Gott das alles nach seinem Willen eingerichtet hat, interessieren, ob überhaupt und wie das Ei sich entwickelt, wenn man es zwangsweise in die unnatürliche Lage bringt. Schon Hertwig hatte Versuche darüber begonnen; und Schultze nahm sie in erweiterterem Maße wieder auf. Er legte das Ei in normaler Stellung — den schwarzen Pol nach oben — auf eine Glasplatte, befruchtete es und wartete ab, bis sich die erste Furchung vollzogen hatte. Dann drehte er die Platte um, so daß jetzt das Ei, das sich inzwischen auf der Platte fest angeheftet hatte, mit dem schwarzen Pol nach abwärts gerichtet war, und legte sie auf

* Fast alle Zellen, freilebende sowohl wie die Zellen der Gewebe, enthalten in ihrem Innern einen von dem Plasma des Zellkörpers verschiedenen Kern. Man ist — eben wegen des allgemeinen Vorkommens des Kerns — leicht versucht, in ihm den eigentlichen Lebensherd zu sehen. Man darf aber dabei nicht vergessen, daß es eine einfache logische Forderung einer konsequenten naturwissenschaftlichen Anschauung ist, daß das schon so hoch im Kern und Leib differenzirte Protoplasma nicht die erste Form des belebten Stoffes sein kann, sondern eine möglichst einheitliche, undifferenzirte Eiweißmasse. Damit stimmt auch die Erfahrung, daß der Kern allein auf die Dauer so wenig leben kann, wie der Zellenleib allein, daß dagegen kernhaltige Plasmasstückchen — und wenn sie noch so klein sind — sich wieder zum ganzen Individuum ergänzen (Nußbaum). Vergl. auch die Note S. 88.

** Der erste Entwicklungsvorgang im Ei nach der Befruchtung ist im ganzen Thierreich — also auch beim Menschen — Theilung des befruchteten Eies in zwei „Furchungskugeln“ (Tochterzellen), aus den zwei werden vier, aus den vier acht, aus den acht sechzehn u. s. w. Man spricht dann von einem Zweizellenstadium, einem Vier-, einem Sechzehn-, einem Vierundsechzig-Zellenstadium. Das Ei bleibt bei allen diesen Theilungen immer von der Eihaut umschlossen: durch die Stöße beim Schütteln wird diese prall gespannte Membran gesprengt.

*** Loeb gar erhielt dieselben Resultate mit Seeigeleiern im 64. Zellenstadium!

† Vergl. das neue, von Roux gegründete „Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen“, I. Band, 2. Heft, S. 269 ff.

eine andere, gleichgroße Glasplatte. So wurde also das Ei zwischen den beiden Platten komprimirt* und in einer der normalen gerade entgegengesetzten Lage festgehalten. Das Ganze setzte er unter Wasser, ließ das Ei sich einige Zeit weiter entwickeln und hob dann die obere Platte ab. Die Entwicklung nahm nach wie vor ihren Fortgang. Und was erhielt er schließlich? Vollständig reife, lustig im Wasser umherschwimmende Kaulquappen, die nur die eine Merkwürdigkeit boten, daß sie — doppelt waren: sie hatten gewöhnlich zwei freibewegliche Köpfe mit normalen Organen, der größere Theil des Körpers aber war einfach. — Mißbildungen hatte schon Hertwig bei seinen Experimenten erhalten, aber sie entwickelten sich nicht weit genug, weil er nicht auf die Zeit geachtet hatte, in der er die Eier in Zwangslage brachte — erst Schulke gelang es, indem er die Eier zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt in die abnorme Lage versetzte, reife, lebensfähige Doppelbildungen nach Willkür hervorzubringen.

Und die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen:

1) Es herrscht auch in der belebten Welt der Organismen dieselben Kräfte wie in der sogenannten „toten“ Natur, wie das auch die Wissenschaft von Anfang an voraussetzen mußte.

2) Nicht nur dem Ganzen, sondern auch jedem seiner Theile wohnt ursprünglich die Fähigkeit inne, den Gesamtorganismus zu bilden, bezw. zu regenerieren. Dafür spricht auch das angeführte Experiment Loebs an Tubularia und andere von demselben Forscher, ferner die Versuche Hertwigs, Drieschs und Wilsons. Nur durch die fortgesetzte Arbeitstheilung während der Stammesentwicklung wurde diese Fähigkeit allmählig immer mehr zum Schwinden gebracht; und so sehen wir denn auch, wie das Regenerationsvermögen mit der feineren Differenzirung des Körpers durch die ganze Thierreihe hindurch immer geringer wird — bei den niedersten Lebewesen angefangen, bei denen jedes Theilchen den ganzen Körper wieder zu erzeugen vermag, durch die Amphibien hindurch, die ja noch eine äußerst große regenerierende Kraft besitzen, bis zum Menschen herauf, wo sie schon verschwindend klein ist.

Und im befruchteten Ei, dessen erste Entwicklungsstadien ja nach dem bekannten biogenetischen Grundgesetz** den ersten Entwicklungsstadien der Stammesgeschichte, eben dem Reiche der niedersten Lebewesen, entsprechen, hat, wie all die angeführten Beobachtungen zeigen, diese Kraft auch noch eine äußerst große Ausdehnung: die ersten Furchungszellen müssen, da ja jede für sich einen ganzen Embryo zu schaffen vermag, völlig gleichwerthig sein unter sich und dem ganzen Ei.*** — (Dann muß aber

* An beiden Enden zwischengelegte, minimal dünne, aber genau bemessene Deckglasstückchen regulirten den Abstand so, daß das Ei nicht platzen konnte. Zwei Gummiringe hielten das Ganze in seiner Lage.

** Die Ontogenie (Entwicklung des Einzelindividuum) ist nur eine (manchmal verkürzte) Wiederholung der Phylogenie (der Stammesentwicklung).

*** So erklären sich auch die Doppelbildungen bei Schwulzes Experiment: durch die abnorm wirkende Schwerkraft werden die Furchungszellen gewissermaßen voneinander isolirt, ähnlich, nur nicht so vollständig wie bei den durch Schütteln getrennten; denn jede der Zellen sucht für sich, unabhängig von der anderen, das verlorene Gleichgewicht wieder zu gewinnen, sie verlieren die Beziehungen zu einander und jede entwickelt sich, soweit das möglich ist, für sich; daher die mehr oder weniger verwachsene Doppelbildung. Uebrigens werfen diese interessanten Versuche zugleich auch ein Licht auf die Entstehung der natürlichen Doppelbildungen, der Zwillingsgeburten. Man hat lange zur Erklärung der Zwillingsgeburten und der häufigen Doppelmißgeburten Di- und Polyspermie, d. h. Befruchtung des weiblichen Eies durch zwei oder mehr Samenzellen, angenommen und nimmt es zum Theil auch heute noch an. Doch hat sich herausgestellt, daß die Befruchtung selbst bei diesem Vorgang gar keine Rolle spielt: bei absichtlich überbefruchteten Eiern gab es unter tausenden kaum eine Doppelbildung; außerdem spricht dagegen, daß manche Frauen eine förmliche Anlage zu Doppelgeburten besitzen. Und das weist darauf hin, daß die Fähigkeit, Zwillingsgeburten zu erzeugen, dem Ei selbst vor der Befruchtung zukommen muß; daß also das Ei im Eierstock des Weibes durch irgend welche äußere Einflüsse in ein Zweizellenstadium geräth

auch, wenn man diese gleichwerthigen Furchungsfugeln willkürlich umordnet, trotzdem ein normaler Embryo entstehen. Und das geschieht auch: Hertwig und Driesch comprimierten Froscheier in normaler Lage zwischen Glasplatten, so daß sich die ersten Furchungsfugeln statt, wie dies nach der göttlichen Ordnung sonst immer einzutreten pflegt, in mehreren Lagen übereinander, in Folge der starken Kompression in einer einzigen Ebene nebeneinander entwickeln mußten — und trotzdem entstand daraus eine vollkommen normale Larve. Das Experiment beweist auch, daß eine Präformation, d. h. eine Vorbildung aller Theile des künftigen Körpers im unentwickelten Ei, so wie sie neuerdings wieder Weismann, Roux u. A. annehmen, nicht statthaben kann — sonst könnte sich aus diesen willkürlich umgeordneten Furchungsfugeln unmöglich derselbe Embryo entwickeln, wie aus denen in normaler Anordnung.)

3) Es ist klar, daß wir, sobald wir einmal die direkten Ursachen der thierischen Entwicklung kennen — und wir sind auf dem besten Wege dazu — auch im Stande sein werden, wie dies in gewissem Sinne schon bei dem Schultzeschen Experiment der Fall war, den Organismus bereits im Keime nach unserem Willen zu verändern, ja weiter noch, neue organische Formen entstehen zu lassen.

Ich will gar nicht davon sprechen, daß man neuerdings begonnen hat, neben den mechanischen auch die jedenfalls äußerst wichtigen chemischen Einflüsse auf die Formbildung und Entwicklung experimentell zu studiren: früher schon ist es gelungen, durch methodische Fütterung mit ganz geringen Mengen von Phosphor und Arsen nach und nach tiefgreifende Umbildungen im Knochengeriät herbeizuführen — Umbildungen, die so weit gingen, daß allmählig — bei Hühnern — die langen Röhrenknochen, die doch nach der göttlichen Ordnung eine weiche Marksubstanz enthalten, mit kompakter, harter Knochenmasse ausgefüllt waren. So hat Schmankewitsch die *Artemia salina* — Kiemenfüßler wie die schon erwähnte *Leptodora* — durch einfache Vermehrung oder Verminderung des Salzgehaltes des Wassers, in dem er das Thier hielt, in zwei von *Artemia* selbst ganz verschiedene Formen überzuführen gewußt. So hat jetzt Oskar Hertwig* neue, höchst werthvolle und interessante Versuche mit befruchteten Froscheiern angestellt, die er, statt in gewöhnlichem, in salzhaltigem Wasser sich entwickeln ließ. Er hat auf diese Weise ganz regelmäßig — und dadurch wird eben der bestimmende Einfluß des Kochsalzsalzes bewiesen — eigenthümliche Mißbildungen erhalten, die neben anderen Merkmalen auch besonders die Erscheinung zeigen, daß ihr Gehirn sich nur zum Theil differenzirt, und daß es nur in der hinteren Hälfte vom Schädelbald bedeckt wird, vorn dagegen offen bleibt — Mißbildungen, die darum von solch eminenter Bedeutung sind, weil sie auch beim Menschen vorkommen — sie sind von Virchow als *Hemicranie* und *Anencephalie* beschrieben worden — und weil diese Erzeugnisse des Experiments, deren Entstehungsursache man kennt, geeignet sind, auch jene Hemmungsbildungen der Natur zu erklären. Und Hertwig hat auch schon, gestützt auf seine Versuche, direkt die Vermuthung ausgesprochen, daß die *Hemicranie* dadurch entstehe, daß von den Wandungen des mütterlichen Uterus Stoffe, die wie das Kochsalz die Entwicklung hemmen, auf den Fötus überfließen. Er hat damit der Forschung ein weites Feld eröffnet und einen festen Weg angegeben, der sie zur Lösung wichtiger Fragen führen wird, wenn nicht inzwischen das Gotteschutzgesetz ihr Einhalt gebietet.

Nur noch eine Versuchssreihe möchte ich erwähnen, weil sie grundlegend ist für eine junge und ganz besonders unfrüherliche Wissenschaft, die auch über die letzten Fragen Licht verbreiten wird, aber freilich über ihre ersten Anfänge noch nicht weit

— und das kommt vor — und zwar so weit, daß die beiden Theilhälften eine gewisse Selbstständigkeit voneinander erlangen, so wie sie der Experimentator künstlich durch die abnorme Lage hervorgebracht hat. Je geringer diese Selbstständigkeit, um so inniger sind die nach der Befruchtung aus dem Eichen hervorgehenden Zwillingbildungen miteinander verwachsen (fratellische Zwillinge), und kommt die Selbstständigkeit einer völligen Isolation gleich, so entstehen eben die normalen Zwillingsgeschwister.

* Vergl. „Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte“, 1895, 3. Heft.

hinaus ist: die vergleichende Psychologie. Ihren Ausgangspunkt bildet nothwendig die Psychologie der niedersten Organismen, wie sie zuerst durch die schönen Untersuchungen M. Berworn's* systematisch erforscht und später durch immer neue Einzelbeobachtungen — von ihm selbst, von Jensen, von Loeb, Balbiani u. A. — ergänzt und erweitert worden ist.

Wenn heute kein Forscher, kein denkender Mensch mehr daran zweifelt, daß die belebte Organismenwelt eine fortlaufende Entwicklungsreihe darstellt, wenn er für die Formen eine Abstammungslehre anerkennt, so muß er es nothgedrungen auch für die Funktionen dieser Formen. Gibt es eine vergleichende Anatomie und eine Entwicklungsgeschichte der Form, so muß es nothwendig ebenso eine vergleichende Physiologie und eine Entwicklungsgeschichte der Funktionen geben: sind die Protozoen, die einzelligen Urthiere, morphologisch die Grundeinheiten für alle anderen Geschöpfe, dann sind sie es ebenso physiologisch. Damit ist der Weg für die Physiologie gewiesen.

Und was für die allgemeine Physiologie gilt, das gilt naturgemäß auch für die Psychologie, für die Lehre von den „seelischen“ Funktionen; Gedanke und Willen sind doch genau ebenso Lebenserscheinungen wie Verdauung und Athmung, und darum ebenso wie diese Objekte der physiologischen Forschung — vorausgesetzt, daß man nicht da plötzlich wieder zu der „rohen, supranaturalistischen Anschauung“ übergehen will.

So haben wir denn auf der einen Seite die experimentelle Psychologie — psychologische Anatomie möchte ich sie nennen — die es sich zum Ziel setzt, die komplizierten psychischen Prozesse beim Menschen und den höheren Thieren auf einfache Grunderscheinungen zurückzuführen, auf der anderen die Psychologie der niedersten Organismen, die in jenen Grunderscheinungen die Natur des psychischen Geschehens zu erforschen sucht. — Nur mit diesem letzteren Zweig der neuen Psychologie haben wir uns hier zu beschäftigen.

Ich habe früher schon den Pfeffer'schen Versuch mit den Zeugefchwärmern der Farne und Moose erwähnt: ist das Wille, ist das bewusste Wahl, wenn diese mikroskopischen Theilchen einem Tropfen Aepfelsäure zuschwimmen, irgend einer anderen Flüssigkeit nicht, wenn sie auch von der Aepfelsäure eifrig zurücksteuern, sobald diese zu konzentriert ist? Und der Geistgläubige, der noch irgendwelche Konsequenz hat, müßte unbedenklich ja sagen. Und mehr noch, wenn er einmal unterm Mikroskop das Leben jener wunderbaren Protisten beobachtet hätte, jener Organismenklasse, die halb thierisch, halb pflanzlich ist, zu der all die fabelhaften Infusorien und die gefürchteten Bakterien gehören. — Da schwimmt ein solches, fast undifferenziertes Protoplasma-Klümpchen ruhig durch das Wasser; plötzlich sinkt es herab und läuft nun auf dem Boden wie die Fliege am Fenster mit denselben Wimpern, die ihm eben noch als Ruder gedient; dort schwimmt ein anderes, langes, trompetenförmiges Gebilde — ruhig spielen die Wimpern um die weite Mundöffnung; da, mit einem Rucke, zuckt es zu einer Kugel zusammen, um dann wirbelnd durch das Wasser zu schießen; da kriecht ein kurzes, flaschenförmiges Wesen — mit einem Male schnell aus ihm wie ein Gummifaden ein langer, dünner Hals hervor, der eifrig mit den Wimpern an seinem vorderen Ende rechts und links Pflanzentheilchen und Schlammstückchen absucht, bald auch ein Körnchen Nahrung in seinem Munde verschwinden läßt. Da begegnen sich zwei, ein grünes, pflanzenfarbstoffhaltiges, und ein farbloses; kaum berühren sie einander, so sticht schon dieses in die Körperwand des grünen Thieres ein, saugt die heraustretenden Chlorophyllkörner auf und stürzt dann eiligst durch

* Max Berworn, „Psycho-physiologische Protistenstudien.“ Experimentelle Untersuchungen. Jena 1889. Ein auch sonst sehr erfrischendes Buch, denn sein Verfasser ist einer der nicht besonders häufigen Autoren, die ihre Meinung frei heraus sagen, unbekümmert um Vorurtheile und Denkschwäche. — Ich möchte das Buch angelegentlich der Aufmerksamkeit der heiligen Inquisition empfehlen. Man denke, der Ketzer und Unstürzler spricht von einer „rohen, supranaturalistischen Anschauung“ (S. 201)! „Noh“ — der schöne, beseligende Gottesglaube!! Braucht man da kein Unsturzgesetz?

das Wasser davon. Ein anderes liegt ruhig mit seiner langen hinteren Geißel im Wasser verankert und schwingt mit der vorderen, kürzeren sorglos hin und her; plötzlich zieht sich die hintere Geißel zusammen, wirft das Thier mit einem Schlage nach der entgegengesetzten Seite zurück und dehnt sich dann wieder aus: und das alte Spiel beginnt von vorn.

Kurz, ein geradezu wunderbar mannigfaltiges Leben bietet sich dem Beschauer in einem einzigen Wassertropfen. Und der Gläubige wird, ob er will oder nicht, in diesen für das gewöhnliche Menschenauge unsichtbaren Wesen das Abbild seiner eigenen Seele wiedererkennen müssen, sein bewußtes Handeln, seine überlegten Bewegungen.

Dem Forscher, der den Dingen auf den Grund zu gehen sucht, stellt sich die Sache bald anders dar. Beobachtet man das einzelne Protist längere Zeit hindurch, so bemerkt man bald, daß es nur über eine ganz beschränkte Anzahl von Bewegungsformen verfügt, oft nur über zwei, die in derselben Form immer wiederkehren, bald in kürzeren, bald in längeren Zwischenräumen: Anisomena, das um seine hintere Geißel schwingt, macht nie eine andere Bewegung; höchstens daß durch irgend einen äußeren Reiz diese Antergeißel sich löst und wie ein Tau hinter dem fortschwimmenden Körper herschleppt, bis sie sich aufs Neue am Boden festsetzt; der Stentor schnellt immer zur Kugel zusammen und dehnt sich wieder zur Trompete aus, so lange er lebt.

So stellen diese spontanen Bewegungen wohl einen Anfang dar von dem, was man Wille zu nennen pflegt — denn sie erfolgen nicht mit einer gezwungenen Regelmäßigkeit — sie sind auch geeignet, ein Licht auf die Entstehung und die Natur dieses „Willens“ zu werfen, aber sie sind noch kein Wille, wie sie noch keine Ueberlegung sind. Und das zeigt sich vor allem daran, daß die meisten dieser Bewegungen vollkommen zwecklos sind. Wenn aber diese Thiere, wie ja vielleicht doch noch Mancher glauben könnte, trotzdem im Stande wären, mit Bewußtsein und Ueberlegung zu handeln, so müßte sich das sofort zeigen, wenn der Experimentator auf die Reize einwirken ließe, und zwar in der Art, wie sie auf diese Reize reagiren.

Das hat man gethan und hat dabei — das ist abermals ein höchst bedeutungsvoller Fund — an diesen Thieren all die eigenartigen Bewegungsercheinungen wiedergefunden, die man an Pflanzen schon längst kennt und als „Tropismen“ zu bezeichnen pflegt. All das sind Erscheinungen, die auch bei höheren Thieren auf dieselben Reize hin eintreten, die man aber da aus alter Gewohnheit immer dem Willen zuzuschreiben pflegt: auf Lichtreize (Phototropismus und Heliotropismus bei den Pflanzen und Protisten), auf Wärmereize (Thermo- und Heliotropismus), auf chemische (Chemotropismus) und auf elektrische Reize (Galvanotropismus) reagiren alle Geschöpfe, vom Menschen bis herab zum Infusorium. Nur zeigt es sich erst bei diesen, mit welcher automatenhaften Regelmäßigkeit diese Bewegungen alle eintreten, und wie unabhängig von einem Willen und einer Ueberlegung sie sind. Ja, viele Erscheinungen liefern sogar direkt den Beweis, daß kein Wille im Spiele sein kann. Denn alle Bewegungen, die ein Geschöpf in bewußter Absicht ausführt, müssen nothgedrungen zweckmäßig sein. Wohl kommt es vor, daß auch unbewußte Handlungen zweckmäßig sein können — wenn ein Mensch beim Fallen die Hände vorstreckt, um mit diesen die Erde zuerst zu berühren, so thut er das gewiß nicht mit bewußter Ueberlegung, denn dazu hat er gar keine Zeit, und trotzdem ist die Handlung höchst zweckmäßig — aber es kommt unter normalen Verhältnissen niemals vor, daß ein Geschöpf, sei es Mensch, sei es Thier, mit Absicht un Zweckmäßige und ihm schädliche Bewegungen vollbringt. Die Protisten machen so solche Bewegungen.

Schon Pfeffer hat ein glänzendes Beispiel dafür geliefert: um ein Tröpfchen Fleischextraktlösung, das man in bakterienhaltiges Wasser bringt, sammeln sich die Protisten in Masse an, denn es ist eine gute Nährflüssigkeit für sie; läßt man aber in dasselbe Wasser einen Tropfen salzsaures Natron oder Morphinum oder Chlorkalkium mit Quecksilberchlorid fließen, so verlassen die Bakterien sämmtlich ihr Fleisch-

extrakt und schwimmen eifrig zu der neuen Flüssigkeit: und Morphinum sowohl wie salicylsaures Natron, wie Chlorkalium mit Quecksilberchlorid tödten die Bakterien.

Wie reimt sich das mit Wille zusammen?

Noch überzeugender, wenn es noch einer Ueberzeugung bedürfte, ist der Versuch Verworn's über den Galvanotropismus von *Paramecium aurelia*, einem äußerst einfach gebauten Wimperinfusorium. Leitete er durch ihr Wasser den elektrischen Strom mittels unpolarisirbarer Thonelektroden,* so sammelten sich die *Paramecien* sämmtlich, mit ihrer Längsaxe in der Richtung nach diesem Pole eingestellt, am negativen Pol, tummelten sich beständig um diesen herum, so lange der Strom geschlossen blieb; und öffnete man ihn, so schwammen sie nach der anderen Seite zurück. Daß diese Bewegung kein passives Mitgerissenwerden war, sondern eine durchaus aktive Lebenserscheinung, zeigte sich daran, daß sie nicht eintrat, sobald man die *Paramecien* ätherisirte, also ihrer Eigenbewegung beraubte. Nahm man nun aber statt der unpolarisirbaren Thonelektroden polarisirbare Kupferelektroden, um die sich sofort nach Schließung des Stroms ein Herd giftiger Zersetzungprodukte bildet, und leitete mit ihnen den Strom eine Zeit lang durch das Wasser, ehe man die *Paramecien* hineinbrachte — er wurde natürlich wieder unterbrochen, bevor die Thierchen in das Wasser kamen — so konnte man ganz deutlich sehen, wie die *Paramecien* im Wasser nicht weiter als bis zur Grenze der Zersetzungprodukte schwammen, dann aber schleunigst umkehrten. Verküßte man durch Umrühren die Giftstoffe im Wasser, so gingen alle Protisten zu Grunde. — Nun ordnete Verworn aber seinen Versuch anders an und schloß den Strom erst, wenn die *Paramecien* im Wasser waren. Sofort stürzten, wie beim ersten Experiment, sämmtliche Thiere ohne Ausnahme auf die negative Elektrode zu, um dort, oder oft noch vor dem Ziele, todt liegen zu bleiben.

Das zeigt denn doch unwiderlegbar, daß von einem Willen und einem Bewußtsein bei diesen niedersten Geschöpfen keine Rede sein kann. Sie machen wohl Bewegungen, spontan sowohl als auf Reize hin. Aber die spontanen sind nichts weiter als impulsiv Bewegungen, d. h. solche, die wohl ohne äußere Veranlassung, aber auch ohne Ueberlegung vor sich gehen, genau so, wie z. B. der Fötus im Mutterleib Arme und Beine bewegt. Aus ihnen werden im Laufe der Stammesentwicklung die automatischen Bewegungen, zu denen z. B. unser Gehen gehört. Andeutungen dieser Entwicklung sind ja schon bei den höherstehenden Protisten vorhanden: wenn *Euplotes* aus dem ruhigen Schwimmen in die heftige Wirbelbewegung übergeht, so schlagen seine Wimpern stärker und zugleich in einem strengen Rhythmus — und das Rhythmische ist charakteristisch für die automatischen Bewegungen. Eine lange Reihe von Selektionsvorgängen hat auch hier allmählig alles Unzweckmäßige ausgeschlossen.

Die Reizbewegungen aber sind nichts weiter als Reflexe, wie für den Menschen das Ausstrecken der Hand beim Fallen oder das Blinkeln, wenn man mit einer Nadel dem Auge nahekommt. Sie sind es, aus denen phylogenetisch erst die bewußten Handlungen hervorgehen, und zwar zugleich mit der Entwicklung des Ich. Denn das Ich-Bewußtsein ist nicht, wie die Frommen, die uns mit ein paar Phrasen vernichten wollen, annehmen, ein geheimnißvolles Etwas, das uns plötzlich irgendwoher angeflogen ist, sondern es ist ein psychisches Phänomen, das sich entwickelt hat wie jedes andere körperliche oder geistige Phänomen auch; das zeigt sich ja schon daran, daß das Ich-Bewußtsein Veränderungen erleiden kann, Erweiterungen wie Einschränkungen: der Arzt hat eine viel weitere Vorstellung von seinem Ich als der Taie, der Blinde eine viel engere als der normale Mensch. Sieht man genauer zu, so findet man, „daß die Ich-Vorstellung nur dadurch entsteht, daß

* Elektroden sind, allgemein gefaßt, die Endstücke der elektrischen Drähte. Sie sind unpolarisierbar, wenn an ihren Enden keine Elektrolyse, keine Zersetzung durch den elektrischen Strom stattfindet.

die unbewußten Empfindungen und Vorstellungen der einzelnen Theile des Körpers einem einzigen Empfindungsgebiet, beim normalen Menschen der Gesichtsempfindung, untergeordnet, d. h. auf sie bezogen werden“. An sich besteht nirgends ein einheitliches Bewußtsein, sondern nur die Empfindungen jedes einzelnen Theiles. Erst durch die Entwicklung eines Sinnesorgans, das induktiv all jene Einzelempfindungen und Vorstellungen zusammenzufassen vermag, entwickelt sich allmählig die Vorstellung eines einheitlichen Ich: beim Erwachsenen, dessen Ich-Bewußtsein fertig dasteht, arbeiten die Organe des Körpers harmonisch und zweckmäßig zusammen; wie viel unzweckmäßige Handlungen begeht dagegen das Kind, weil eben die Theile seines Körpers noch nicht unter der Herrschaft des Ich stehen? Wie oft stößt sein Fuß den Ball fort, den es mit der Hand ergreifen will?

Die Vorstellung des Ich entwickelt sich — ontogenetisch wie phylogenetisch — und es giebt kein Ich-Bewußtsein ohne Sinnesorgan. Aus diesen beiden Sätzen läßt es sich begreifen, wie unser geheimnißvolles bewußtes Ich mit all den komplizirten psychischen Prozessen, die sich daran knüpfen und von ihm abhängig sind, aus jenen unbewußten, einfachen Grundlagen, wie sie die Protisten bieten, entstehen konnte. Der zweite Satz ist außerdem wieder ein Beweis dafür, daß die Protisten keine bewußten, gewollten Bewegungen auszuführen vermögen, denn es läßt sich bei keinem von ihnen ein Sinnesorgan nachweisen.

So wäre also die göttliche Menschenseele — trotz Hintelen — auf die wenigen impulsiven und Reflexhandlungen des Protistenkörpers zurückzuführen. Hat aber nicht hier die Hand Gottes eingegriffen und in die Zelle die geheimnißvollen Kräfte gelegt, die solche Bewegungen erst ermöglichen? Nein, auch da hat die unsterbliche Wissenschaft nicht Halt gemacht, unerbittlich hat sie auch da den letzten Schimmer des Uebernatürlichen abgestreift.

Es ist selbstverständlich, daß die trotz ihrer Einfachheit schon hoch differenzirte Zelle nicht die letzte Einheit des Lebens sein kann; und so müssen wir auch die Lebensäußerungen, die sie zeigt, und die wir trotz ihrer beschränkten Zahl, trotz ihrer Einfachheit so nicht ohne Weiteres natürlich erklären konnten, in jedem Theile der Zelle wiederfinden. — Und die Versuche haben diese Voraussetzung bestätigt. Verworn (außerdem Balbiani u. U.) hat die Körper der Protisten zerchnitten oder zerquetscht und so kleine und kleinste, kernhaltige und kernlose Theilstücke erhalten, und alle Theilungsversuche ergaben „die Thatsache, daß alle, selbst die kleinsten Theilstücke des Protistenkörpers nach Ueberwindung eines Reizstadiums . . . genau dieselben Bewegungen ausführen, die sie im Zusammenhang mit dem Körper ausführten“. Und das gilt für die spontanen ebenso wie für die Reizbewegungen.*

Und diese entscheidenden Versuche ergeben denn doch unabweisbar die Thatsache, daß wir das Geheimniß der Seele, des Lebens überhaupt nicht in der Zelle, nicht im Organismus zu suchen haben, sondern im Eiweißmolekül, in seinem labilen Gleichgewicht, in seiner Zersehbarkeit, in dem ewigen Wechsel seiner Bestandtheile: „Eine Wahrheit, die allen Biologen auf Schritt und Tritt entgegenkommt, ist die ganz erstaunliche Zersehbarkeit fast aller lebenden Materie. . . Diese Zer-

* Man ist wohl manchmal geneigt, im Kern der Zelle das psychische Centrum zu suchen; daß dem aber nicht so ist, das zeigt sich — abgesehen davon, daß vom Standpunkt der heutigen Wissenschaft die kernhaltige Zelle schon eine höhere Stufe des „lebenden“ Stoffes einnehmen muß — daran, daß ja auch die kernlosen Stücke die charakteristischen Erscheinungen zeigen, und daß der Kern allein sowohl wie kernlose Stücke bald zu Grunde gehen. Immerhin aber gelang es Verworn, ein kernloses Stück Protist nahe an drei Wochen lebend zu erhalten, und dann tödtete er es erst selbst. Verworn selbst äußert sich in einer anderen Arbeit (Pflügers Archiv, 1892): „Ueber die physiologische Bedeutung des Zellkerns“, darüber: „Die physiologische Bedeutung des Zellkerns liegt allein in seinen Stoffwechselbeziehungen zum übrigen Zellkörper. Nur durch seine Stoffwechselbeziehungen besitzt er einen Einfluß auf die Funktionen der Zelle, greift er in die Lebenserscheinungen der Zelle ein“ (S. 114).

sehbarkeit ist die Ursache der Reizbarkeit. Sind es nicht wahrhaft verschwindend kleine lebendige Kräfte, die, in einem Lichtstrahle wirkend, die gewaltigsten Wirkungen in der Netzhaut und dem Gehirn hervorrufen? Ist nicht die leise Erschütterung, welche die über einen bloßliegenden Muskel fahrende Nadelspitze erzeugt, hinreichend, eine sofortige Zuckung mit gleichzeitiger Bildung von Kohlenäure und Milchsäure zu veranlassen? . . . Wie ganz wunderbar klein (sind) die Mengen gewisser Gifte, die ein großes lebendiges Thier total vernichten!" Gibt es nicht auch latentes Leben? Ein Weizenkorn, ein gelegtes Vogelei, ein eingetrocknetes Nadderthierchen sind nicht lebendig, sondern nicht mehr und nicht weniger als jedes andere todte Stückchen Materie auch; erst die Zufuhr von Wärme und Wasser macht sie lebendig. Und wie abhängig ist überhaupt das ganze Leben von der elementarsten aller Kräfte der unorganischen Natur, der Wärme! „Wohin man blickt in das Reich der lebendigen Organismen, sieht man, wie die Intensität der Lebensvorgänge, also die Ferkung, der Temperatur proportional wächst.“*

Vollkommen berechtigt ist darum Pflüger in den Augen der Wissenschaft, wenn er den kühnen Satz ausspricht: „Die intramolekulare Wärme der Zelle ist ihr Leben.“

Für andere freilich bedeutet er „den Umsturz alles Bestehenden“.

Notizen.

Die periodische Presse Italiens ist seit 1871 um 133 Prozent gewachsen: 1871 war ihre Zahl 775, 1891 1779. Es kam eine Zeitschrift im Jahre 1871 auf 35 034 Köpfe, 1894 auf 17 059. In Italien ist die periodische Presse sehr ungleichmäßig vertheilt: von allen 8259 Kommunen besaßen nur 253 Zeitschriften oder Zeitungen. Die Zahl der Zeitschriften betrug in der Lombardei 303, in Latium (Rom) 243, Piemont 237, Toscana 192, Campanien 148, Emilien 142, Sizilien 124, Venezien 118, und die übrigen Provinzen zusammen 157. Nach dem Inhalt waren im Jahre 1891 von 1779 Zeitschriften 534 politische, 307 ökonomische, juristische, administrative u. a., 148 industrielle, landwirtschaftliche u. a., 120 religiöse, 119 medizinische, hygienische u. a., 76 pädagogische, didaktische. All.

Zur Frage der Bewohnbarkeit des Planeten Mars. Der Planet Mars ist besonders in neuerer Zeit von Seiten phantasiervoller Schriftsteller vielfach zu einem der Erde ähnlichen, bewohnten Himmelskörper gestempelt worden. Wenn nun auch nicht gelegnet werden soll, daß der Mars betreffs seiner physischen Beschaffenheit der Erde in manchen Punkten ähnlich ist, so sind wir doch noch weit davon entfernt, ihn als einen bewohnbaren oder gar bewohnten Planeten hinstellen zu dürfen. Ja, mehrere Astronomen, die den Mars eingehend erforscht haben, sind zu dem Resultat gelangt, daß die auf ihm existirenden Verhältnisse der Entwicklung organisirter Wesen geradezu hinderlich sind.

Heute handelt es sich um ein Ergebnis des Astronomen W. W. Campbell vom Lick-Observatory auf dem Mount-Hamilton (Kalifornien). Campbell bestreitet, entgegen der bisher für fast unzweifelhaft richtig gehaltenen Meinung, die Existenz einer wahrnehmbaren Atmosphäre des Mars, und zwar aus folgenden Gründen:

Beßäße der Mars eine Atmosphäre, so müßte er am Rande dunkler erscheinen als in der Mitte, da die vom Rande ausgehenden Lichtstrahlen einen größeren Weg durch die Mars-Atmosphäre zurückzulegen hätten als die von der Mitte ausgehenden, und deshalb in höherem Grade absorbiert werden müßten als diese. Dies ist aber nicht der Fall; gerade im Gegentheil erscheint der Rand des Mars bedeutend heller als die Mitte, ebenso wie bei unserm Mond, von dem ja die Nicht-Existenz einer

* Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie. Band X. 1875. Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen.