

Die beiden erstern haben noch die Fünffzahl der Zehen bewahrt. Es muss hier schon eine sehr beträchtliche Zunahme des Körpergewichts stattgefunden haben, ehe die für Huftiere sonst so charakteristische Streckung der Metapodien beginnen konnte, ja es muss dieselbe durch die riesige Körperlast gradezu verhindert worden sein. Die Vorderextremität nun hat sich eigentlich relativ wenig verändert, die Modifikationen äußern sich bei ihnen mehr in einer Verbreiterung des Schulterblattes und nur bei den Proboscidiern auch in einer Streckung des Humerus; von der Plumpheit der einzelnen Knochen ist hiebei natürlich abzusehen. Um so bedeutender ist dafür die Veränderung der Hinterextremität. Vor allem ist hier die Veränderung der Lage des Femur zur Wirbelsäule und zum Unterschenkel zu nennen. Während dieser Knochen sonst mit der Wirbelsäule einen spitzen Winkel bildet und zum Unterschenkel so ziemlich senkrecht steht, bildet er hier mit der Wirbelsäule nahezu einen rechten Winkel und außerdem fällt auch seine Axe so ziemlich genau mit der Axe des Unterschenkels zusammen. Durch diesen vertikalen Druck der Schenkelknochen auf den Tarsus wird aber sodann auch eine Kompression dieses Körperteils bewirkt, die sich insbesondere in der Verflachung des Astragalus bemerkbar macht. Bei den Brontotherien betrifft dieselbe freilich nur den distalen Teil dieses Fußwurzelknochens, weil eben doch die echte Perissodaetylen-Natur hier schon zu definitiv entwickelt war, ehe diese Tiere eine so riesige Größe erreicht hatten und daher auch keiner weitergehenden Modifikation mehr fähig waren. Immerhin hat auch hier der Oberschenkel im Vergleich zum Unterschenkel eine nicht unbeträchtliche Streckung erfahren und zugleich auch eine steilere Lage angenommen, als dies sonst bei den Perissodaetylen der Fall ist.

Im Vorausgehenden habe ich die Marsupialier und Edentaten nur gelegentlich und auch da nur flüchtig erwähnt. Es geschah dies absichtlich, weil diese Gruppen hinsichtlich ihrer Extremitäten so außerordentliche Mannigfaltigkeit zeigen, dass dieselben besser in einem besondern Aufsatz behandelt werden dürften.

M Verworn, Psycho - physiologische Protistenstudien.

8°. 248 S. 6 lithogr. Tafeln. 27 Textabbildungen. Jena 1889.

Zu physiologischen Untersuchungen haben die niedern Tiere bisher nur selten und zu speziell psychologischen noch nie gedient. Dies und die Reflexion, dass die Psychologie von manchen Physiologen noch nicht als Teil der Physiologie anerkannt wird, haben V. zu seiner interessanten Arbeit veranlasst, bei welcher er von der richtigen Annahme ausgeht, dass die psychischen Vorgänge doch ebenso gut Lebenserscheinungen genannt werden müssen, als die Stoffwechselvorgänge.

Die bisherigen Angaben über das Seelenleben der Protisten beschränken sich auf gelegentliche Aeüßerungen, welche sich in den beiden Extremen, der Annahme einer äußerst niedern Entwicklungsstufe des Seelenlebens der Protisten und anderseits der Ansicht von einer ganz hohen Ausbildung desselben bewegen. V. stellt sich die beiden Fragen, erstens nach der Höhe der Entwicklungsstufe und zweitens nach dem Wesen und dem Zustandekommen dieser Vorgänge.

Da das einzige Kriterium, welches den Schluss auf einen psychischen Vorgang bei andern Organismen zulässt, die Bewegung ist, und eine Uebermittlung von psychischen Vorgängen ohne Bewegung nicht stattfindet, so wählt V. zur Untersuchung der Bewegung die drei Methoden:

- 1) der reinen Beobachtung,
- 2) der Untersuchung des Verhaltens unter künstlich gegebenen Bedingungen und
- 3) des operativen Eingriffs in den lebenden Organismus.

Das Untersuchungsmaterial hiezu liefern die meisten Gruppen der Protisten.

Die Bewegungen des unverletzten Protistenkörpers teilt V. ein in Lokomotion und zwar amöboide, Wimperbewegung, sekretorische Bewegungsform (bei Desmidiaceen), und in Bewegung innerhalb des protoplasmatischen Körpers; bei der letztern unterscheidet er die „rheophorische Bewegung“, das feine Fortströmen fester Teilchen (Molekularbewegung, Protoplasmaströmung, Körnchenströmung) und die Kontraktionsbewegung des ganzen Körpers.

Die spontanen Körperbewegungen der Protisten sind zum großen Teil bekannt, doch gibt Verworn sehr gute Beschreibungen davon und auch viele eigne Beobachtungen

Was die Reizbewegungen betrifft, so untersucht V. zunächst an der Hand sinnreicher Apparate, die Bewegung auf Lichtreize und kommt, gestützt auf seine genauen Versuche und die Resultate anderer Forscher, zu folgenden Schlüssen: Eine ganze Reihe von Protistenformen (z. B. unter den Rhizopoden, Bakterien und Ciliaten) zeigt gar keine wahrnehmbare Reaktion auf Lichtreize; es wäre somit die Lichtreizbarkeit keine dem Protoplasma allgemein zukommende Eigenschaft. Wo das Licht wirkt, wirkt es teils Bewegung erzeugend teils hemmend. Die Richtung der Lichtstrahlen beeinflusst die Bewegung, es erfolgt eine Einstellung auf die Axe (Phototaxis Strasburger); das ist das Homologon des Heliotropismus bei den Pflanzen. Die Intensität des Lichtes und die Wellenlänge beeinflussen die Bewegung. Zu konstatieren sind Nachwirkungen, d. h. also eine Fortdauer der Wirkung, nachdem die Lichtstrahlen schon erloschen sind. V. sieht in der Fähigkeit der Protisten, auf Licht zu reagieren, eine Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse.

Ueber die Bewegungen auf Wärmereize haben früher hauptsächlich Kühne und Engelmann Versuche angestellt. V. fügt denselben eigne an Rhizopoden, Flagellaten und Ciliaten gemachte hinzu und weist nach, dass Bewegungen nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen möglich sind, die für jede Protistenform verschieden sein können. Zwischen Maximum und Minimum nimmt die Protoplasma- und die Flimmerbewegung sowie die Bewegung der kontraktilen Vakuole mit steigender Temperatur bis zu einem gewissen Punkte zu, von wo an sie bis zur Wärmestarre wieder abnimmt, umgekehrt verlangsamt sie sich von diesem Punkt an, bis die Kältestarre eintritt.

„Submaximale Temperaturen bewirken bei Rhizopoden Annahme mehr oder weniger vollkommener Kugelform, bei Ciliaten plötzliche Kontraktionen der Myoide, Sprungwimpern etc. Dabei machen sich bei Ciliaten Nachwirkungen bemerkbar, sowie eine hochgradige Anpassungsfähigkeit an höhere Temperaturen“.

Nur bei Rhizopoden wurde von V. sowohl ein negativer als ein positiver Thermotropismus beobachtet.

Ebenfalls sehr sorgfältig und umfassend sind V.'s Versuche über die Bewegung auf mechanische Reize an Rhizopoden, Flagellaten und Ciliaten, denen sich noch die Beobachtungen von Engelmann und Stahl an Diatomeen und Oscillarien beifügen. Sie ergeben einen sehr verschiedenen Grad von Reizbarkeit und Reizfortpflanzungsfähigkeit des Protoplasmas bei den Protisten und zwar sowohl bei den verschiedenen Gruppen als auch den Vertretern ein und derselben Abteilung. Sehr belehrend sind die lokalen Reizungen, besonders für die Reizleitungsfähigkeit. Am höchsten entwickelt sind darin die Infusorien und ganz geringe Reize bewirken hier schon die Reaktion. Diese ergibt bei fast allen Protisten ein Entfernen von der Reizquelle, worin V. eine tropische Wirkung, einen negativen „Thigmotropismus“ erblickt. Als positiven Thigmotropismus kann man das Umfließen der Nahrung bei den Rhizopoden und das Kriechen und Laufen mancher Protisten an Fremdkörpern entlang bezeichnen. Ein positiver „Rheotropismus“ findet sich bei den Myxomyceten, welche dem fließenden Wasser entgegenkriechen (Stahl).

Die Versuche mit akustischen Reizen gaben keine genügenden Resultate, V. glaubt aber nicht, dass die Protisten die Fähigkeit besitzen, auf akustische Reize zu reagieren.

Die chemischen Reize bewirken dieselben äußerlich sichtbaren Veränderungen am Protistenkörper, wie die andern Reize; bei den Rhizopoden Kontraktionsercheinungen (Einziehen der Pseudopodien, Kugligwerden etc.), bei den Infusorien hauptsächlich Beschleunigung oder Verlangsamung der Wimperbewegung, Beeinflussung der Vakuolen-thätigkeit, Zuckungen der Myoide. Von großem Nützlichkeitswert für die Protisten ist nach V. die Anpassungsfähigkeit (Gewöhnungsfähigkeit) an gewisse chemische Stoffe. Sehr bedeutungsvoll ist der Chemo-

tropismus vor allem inbezug auf den Sauerstoff (Engelmann) und dann der Hydrotropismus der Myxomyceten (Stahl) und der Trophotropismus, d. h. die Fähigkeit Stoffen nachzugehen, die zur Nahrung dienen (Aethalium). Unerklärlich bleibt das Aufsuchen absolut schädlicher Stoffe durch Bakterien, zumal sie diesen Stoffen im Leben gar nie begegnen können.

Die Bewegungen auf galvanische Reize sind schon von Kühne und Engelmann untersucht worden; sehr genaue mit sinnreichen Instrumenten angestellte Versuche hat dann V. selbst in einer früheren Arbeit („Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom“ in: Pflüger's Archiv, Bd. 45, 1888) mitgeteilt und diese sind hier vollkommen wiedergegeben. Sie zeigen uns, dass der Körper der Protisten auch auf solche wie auf die früher erwähnten Reize ganz in derselben Weise antwortet. Dazu kommt, dass V. bei Ciliaten einen „Galvanotropismus“ beobachtet hat, d. h. die „Fähigkeit, bei Schließung des Stromes in der Richtung der Stromkurven von der Anode zur Kathode zu schwimmen“. Diese Erscheinung ist bisher noch ziemlich rätselhaft.

Ehe V. daran geht die gewonnenen Resultate für die Beurteilung des psychischen Lebens der Protisten zu verwerthen, fragt er sich, welches denn die sensibeln Elemente sind, welche die Reize vermitteln. Ob die Augenflecke mancher Infusorien wirklich lichtempfindliche Apparate sind, darüber wird bekanntlich noch gestritten, die Wärme wird vom Protoplasma als Gesamtheit empfunden. Für die mechanischen Reize allein können wir von bestimmten „Organoiden“ (Organula) reden in Gessalt von Cilien, Tentakeln u. s. w., während weder die akustischen, noch die chemischen, noch endlich die galvanischen Reize durch solche vermittelt werden.

An der Hand der Ergebnisse, welche durch die Methode der reinen Beobachtung und der Beobachtung unter gegebenen Bedingungen gewonnen wurde, sucht nun V. die psychischen Prozesse der Protisten mit denen des Menschen zu vergleichen. Aus den gewonnenen Thatsachen geht hervor, dass die Reizbewegungen der Protisten als reine Reflexbewegungen aufgefasst werden müssen, „denn sie zeigen das charakterische Merkmal derselben, dass sie mit maschinenmäßiger Gesetzmäßigkeit jeden Reiz in stets der gleichen Weise, ohne die geringste Abweichung beantworten“. Das beste Beispiel für das unbewusste Antworten auf einen Reiz ist das von den Paramäcien, welche zwischen zwei Kupferelektroden gebracht, bei Schließung des Stromes sämtlich auf die Elektrode losschwimmen, obgleich sie in den dort erzeugten giftigen Zersetzungsprodukten unfehlbar zu Grunde gehen. „Die tropischen Erscheinungen sind die Folge von unipolarer, also partieller Erregung des Protistenprotoplasmas sei es durch Licht, Wärme, mechanische, chemische oder galvanische Reizung, welche ein Zurückweichen durch Kontraktions- oder Annähern durch Expansionserscheinungen bewirkt“.

Die spontanen Bewegungen der Protisten stehen auch auf keiner höhern Stufe und sind als impulsive und automatische zu bezeichnen. Unter diese in genetischem Zusammenhange stehenden Bewegungsformen lassen sich nach V. alle spontanen Bewegungen der Protisten ohne Zwang unterordnen. Für das Vorhandensein bewusster Willenshandlungen ist die Vorstellung des Ich eine notwendige Vorbedingung; die Ichvorstellung entsteht aber nur dadurch, „dass die unbewussten Empfindungen und Vorstellungen der einzelnen Teile des Körpers einem einzigen Empfindungsgebiet, beim normalen Menschen der Gesichtsempfindung untergeordnet, d. h. auf sie bezogen werden.“ Dazu reichen aber die sensibeln Elemente der Protisten nicht aus, es ist also bei diesen eine Ichvorstellung nicht möglich.

Auch die scheinbar komplizierten Lebensthätigkeiten der Protisten lassen sich nach V. auf niedrigere Bewegungsformen zurückführen, so die Nahrungsaufnahme auf Reizbewegung (Chemotropismus, Thigmotropismus der Rhizopoden), oder auf automatische, ganz unbewusste Bewegungen (Peristomwimperschlag der Ciliaten). Selbst den bei den Protisten vielfach vorkommenden Gehäusebau weiß V. in natürlicher Weise mittels der genannten einfachen Bewegungsformen zu erklären. Ich habe den Gehäusebau der Rhizopoden einen Instinkt z. B. gleich dem der Phryganidenlarven genannt. Ich habe damit natürlich nicht einen höhern bewussten psychischen Vorgang annehmen wollen; ein solcher existiert doch wohl auch beim Insekt nicht; der Mechanismus der Phryganidenlarve ist eben wie der der Rhizopoden auf die Auswahl eines bestimmten Baumaterials und dessen gesetzmäßige Aneinanderfügung angepasst.

Dies sind die Aufschlüsse, welche die beiden Untersuchungsmethoden der reinen Beobachtung und der Untersuchung des Verhaltens unter künstlichen gegebenen Bedingungen geliefert haben. Die dritte Methode, die des operativen Eingriffs, soll nun über das Wesen und den Sitz der psychischen Vorgänge Aufklärung geben. Die große Anzahl von Teilungsversuchen, die V. vorgenommen, und zwar in derselben Weise wie sie schon von frühern Forschern ausgeführt worden sind (Nussbaum, Gruber, Balbiani) ergaben das Resultat, dass, was die spontanen Bewegungen betrifft, „alle, selbst die kleinsten Teilstücke des Protistenkörpers nach Ueberwindung eines Reizstadiums, das sich bei den Rhizopoden in Körperkontraktionen, bei den Ciliaten in Beschleunigung der Wimperbewegung äußert, genau dieselben Bewegungen ausführen, die sie im Zusammenhang mit dem Körper ausführten“. Die Reizversuche ergaben ebenfalls, dass „nach Ueberwindung eines Excitationsstadiums Reize an kernlosen Teilstücken die gleichen Bewegungserscheinungen hervorrufen wie am unverletzten Protist.“

Es zeigt sich also, dass die Bewegungen des Protisten nicht Äußerungen von Impulsen sein können, die von einem oder wenigen psychischen Zentren ausgehen, wie schon angenommen wurde, und „der Kern kann keinesfalls als psychisches Zentrum aufgefasst werden, vielmehr ist jedes Protoplastmateilchen selbständiges Zentrum für die an ihm auftretende Bewegung.“ Hiermit scheint die Thatsache nicht zu stimmen, dass bei manchen Ciliaten einheitlich geordnete Wimperbewegungen existieren (Peristomwimperbewegung). Da nämlich nach V.'s Versuchen jede einzelne Wimper mit einem anhaftenden Stück Plasma selbständig zu schlagen im stande ist, so meint man, es müsse das gemeinsame zweckmäßige Schlagen einer ganzen Reihe von einem psychischen Zentrum beherrscht sein. V. zeigt aber durch fein ausgeführte Schnittversuche, d. h. Einschneiden in die Peristomwimperseite, dass die Wimperwelle über den Schnitt nicht hinüberläuft, dass also ein Wimperbasenmechanismus das gemeinsame Schlagen vermittelt.

Dieser Mangel an Centralisation der psychischen Vorgänge widerlegt nach V. ohne weiteres die Annahme von Bewusstseinserscheinungen im Protistenreich und „jedes Protoplasma-Elementarteilchen hat also seine eigne, selbständige Psyche.“ Aehnlich hatte sich seinerzeit auch Ref. auf eigne Versuche hin ausgedrückt, nämlich „dass die nervösen Leistungen im Infusorienkörper nicht an bestimmte Bahnen gebunden sind, dass die Willensäußerung jedes Protoplasmaelement gleichmäßig beherrscht“.

Eingehend behandelt V. auch die Frage nach dem Sitz der Stoffwechselvorgänge im Elementarorganismus und kommt zu dem Resultat, dass da, wo noch keine Kernsubstanz vorhanden (Moneren)¹⁾, alle Elementarteilchen sich in gleicher Weise am Stoffwechselprozess beteiligen, und dass bei höhern Formen sowohl Kern- wie Zellprotoplasma daran Anteil nehmen, wie V. an einem Schema deutlich zu machen sucht.

Will man auf die gefundenen Thatsachen eine „Molekular-Psychologie aufbauen, so gelangt man zu dem Schlusse, dass „die primitiven psychischen Vorgänge molekulare Prozesse in den Protoplasma-Elementarteilchen sind“. Wir dürfen den Begriff Psyche auch

1) Im Gegensatz zum Verfasser möchte ich bemerken, dass wenn wir auch prinzipiell nicht behaupten dürfen, es könne keine kernsubstanzlose Wesen, Moneren, geben, wir doch keinen Beweis für ihr Vorhandensein besitzen. Viele Formen, die früher für kernlos gehalten wurden, sind kernhaltig, ja sogar bei den Bakterien soll in neuester Zeit Kernsubstanz sich darstellen lassen. Dass bei der Encystierung mancher Ciliaten ein kernloses Stadium vorkommt, möchte ich trotz der gewiss sorgfältigen neueren Untersuchungen von Rhumbler auch nicht für richtig halten, so wenig der Kern bei gewissen Entwicklungsstadien mancher Metazoen (Insekten) wirklich verschwindet. Ich hoffe darauf an anderem Orte zurückzukommen. Ref.

auf die Erscheinungen an den niedersten Organismen ausdehnen, denn die ersten Elemente, aus denen sich der Sitz der Psyche bei den höhern Tieren, das Nervensystem, entwickelt hat, sind schon im Körper der Protisten zu treffen; von ihnen existiert eine ununterbrochene Entwicklungsreihe bis zum Menschen hinauf, und schon im Protistenreich selbst sind deutliche Spuren der Entwicklung zu beobachten.

Was wir hierdurch gewonnen, ist, wie V. mit Recht bemerkt, eine wichtige Stütze für die Idee von der Einheit der Natur.

A. Gruber (Freiburg i. B.).

Nachtrag.

Wenige Tage ehe ich die Korrekturbogen zu vorstehendem Aufsatz erhielt, kam ich durch die Güte des Verfassers in den Besitz der interessanten Arbeit: „Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma“ von Dr. Bruno Hofer (Separatabzug aus der Jenaer Zeitschr. f. Naturw., N. F., Bd. XVII). H. experimentierte fast ausschließlich mit *Amoeba proteus* und suchte durch künstliche Teilung in kernlose und kernhaltige Stücke hauptsächlich den Einfluss des Kerns 1) auf die Bewegung, 2) auf die Verdauung und 3) auf die Funktion der Vakuole festzustellen. An der Hand vieler tabellarisch zusammengestellter Versuche weist H. nach, dass die Bewegungserscheinungen der *Amoeba proteus* nach der Enukleation sich immer in annähernd gleichen Perioden gegenüber den kernhaltigen Stücken verändern. Es geht aber aus seinen Versuchen, bei welchen kernlose Stücke bis zu 14 Tagen am Leben blieben, hervor, dass die Bewegungsfähigkeit recht lange erhalten bleibt. H. meint nun, dass dem Protoplasma an sich zwar die Fähigkeit der Bewegung innewohnt, dass dasselbe aber „erst durch die Wechselbeziehungen zum Kern die Gesamtheit aller die normale Zelle charakterisierenden Formen der Bewegung zur Entfaltung bringen kann, da die Aufhebung des Kerneinflusses wahrscheinlich einen Verlust der Steuerung in der bewegenden Kraft zur Folge hat, der Kern — mit andern Worten — ein regulatorisches Zentrum für die Bewegung darstellt“. H. setzt sich hiermit, wie er auch in einer Nachschrift hervorhebt, in Widerspruch zu den im vorstehenden Aufsatz mitgeteilten Resultaten. Dass dem kernlosen Protoplasma Bewegungsfähigkeit innewohnt, gibt er zu, aber seine Versuche an *Amoeba proteus* und *Actinophrys* sollen beweisen, dass der Kern auf die Art der Bewegung Einfluss übe. Verworn's Experimente aber, welche an den mit viel charakteristischeren Bewegungsformen begabten Infusorien angestellt wurden, haben gezeigt, dass die Art der Bewegung auch am kernlosen Stück dieselbe bleibe und dass vor allen Dingen keine regellosen Bewegungen nach der Enukleation eintraten. Daraus schließt Verworn, dass

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Gruber August

Artikel/Article: [Bemerkungen zu M. Verworn: Psycho-physiologische Protistenstudien. 729-735](#)