

steinia-, *Oenothera*-, *Chelidonium*-, *Nymphaea*-Arten, dann schwächere negativ geotropische Krümmungen auch an *Alisma plantago*, *Agathaea amelloides*, *Bellis perennis*, *Cistus salvifolius*, *Alchemilla vulgaris*, *Echeveria floribunda*, *Fuchsia repens*, *Holosteum umbellatum*, *Phlox ovata*, *Carum carvi*, *Meum athamanticum* und einigen anderen Umbelliferen und Kompositen.

Hingegen positiv geotropisch reagieren die Blütenstiele an in verkehrter Stellung befindlichen Pflanzen von *Aloe echinata*, *subrigida* u. ä., *Lilium martagon*, *Dalmaticum*, *Geum rivale*, *pallidum*, *Folmica Menziesii*, *Loasa hispida*, *Tetranema mexicana*, *Dodecatheon meadia*, *integrifolium*, *Cynoglossum officinale*, *Geranium macrorhizum*, an einigen *Symphytum*-, *Scrophularia*-, *Polygonatum*-, *Heuchera*-, *Aquilegia*-, *Viola*-, *Fritillaria*-Arten u. ä.

Negativ geotropische Krümmungen der Fruchstiele habe ich an folgenden Pflanzen konstatiert: *Ornithogalum scilloides*, *caudatum*, *umbellatum*, *Asphodelus luteus*, *Camarsia esculenta*, *Hyacinthus orientalis* und *Antherium liliago* schwach, *Tofieldia calyculata*, *Sisymbrium Loeselii*, *Cardamine pratensis* und *Thlaspi arvense* schwächer, *Eruca sativa*, *Cochlearia officinalis*, *Raphanus sativus*, *Sanguinaria canadensis*, an den sich aufwärtsrichtenden Fruchstielen von *Holosteum umbellatum*, *Stellaria media*, *Cerastium perfoliatum* und einiger *Oxalis*-Arten, deren Fruchstiele in jüngern Altersstadien (gleich nach der Befruchtung der Blüten) sich positiv geotropisch herabkrümmen; an jungen Fruchstielen von *Scrophularia orientalis*, *nodosa*, *Linaria macrocarpa*, *Erinus alpinus*, *Polemonium coeruleum*, *Tetranema mexicana*, *Viburnum lantana*, *Syringa vulgaris*, *Astragalus glycyphyllus*, *Heuchera villosa*, *Dodecatheon meadia*, *integrifolium*, an einigen *Veronica*-, *Delphinium*-, *Aconitum*-, *Aquilegia*-, *Primula*-, *Saxifraga*-Arten, an *Geranium macrorhizum* und ähnlichen Geraniaceen, deren Fruchstiele sich aufwärts krümmen.

Hingegen krümmen sich positiv geotropisch junge Fruchstiele von *Helianthemum vulgare*, *roseum*, *pilosum*, einiger *Linum*- und *Fragaria*-Arten, *Waldsteinia geoides*, *Ornithogalum nutans*, *Stellaria holostea* und der vorher genannten Caryophyllaceen, deren Fruchstiele zur Zeit der Fruchtreife herabgekrümmt sind, später aber (bei der Samenreife) sich negativ geotropisch aufwärts krümmen; ähnliches gilt auch von *Geranium pratense* und einigen anderen Geraniaceen.

Transversal geotropisch sind die Blütenstiele von *Narcissus*, *Jonquilla patiens*, *pseudonarcissus* und ähnlichen Monokotylen, deren Blütenstiele unter dem Einfluss der Schwerkraft horizontale Lage einnehmen.

Ueber die primitiven Ortsbewegungen der Organismen.

Von Prof. Johannes Frenzel.

Man pflegt bekanntlich die Bewegungen der Organismen in zwei Gruppen einzuteilen, in gestaltsverändernde und ortsverändernde.

Erstere kommen im allgemeinen sowohl Tieren wie auch Pflanzen, letztere vorwiegend den Tieren zu. Die Bewegungen dieser Art kann man wieder in zwei Gruppen zerlegen, in freiwillige und selbständige einerseits, und in unfreiwillige oder doch nicht selbständige andererseits. Die der ersteren Art ist allen höheren Tieren eigen und wird durch Bewegungsorgane von besonderem Bau hervorgerufen. Sie beginnt unter den niedersten Organismen etwa bei den echten Amöben, deren Pseudopodien, wie schon der Name andeuten soll, als Füße gebraucht werden. Allgemein angenommen wird ferner, dass die Flagellaten sich mit Hilfe ihrer Geißel fortbewegen. Dieses Organ aber dient in sehr vielen Fällen gleichzeitig als Tast- oder Fangapparat, und man sieht nicht selten eine langsam vorwärtsgleitende Flagellate, deren Geißel augenblicklich starr und regungslos gehalten wird, ohne dass auch bei längerem Verweilen in diesem Zustande ein Aufhören der Vorwärtsbewegung des Tieres eintritt. Andere, sonst ganz unzweifelhafte Vertreter dieser Ordnung sind gar nicht mehr im Besitze einer Geißel und bleiben dennoch im stande, eine Ortsveränderung vorzunehmen. So fand ich hier in einer Regenwassertonne eine schöne, große *Euglena* in zahllosen Exemplaren, die, sämtlich geißellos, sich nichtsdestoweniger, wenn auch nur langsam, von Ort zu Ort bewegten¹⁾.

Erst die ciliaten Infusorien lassen ganz typische Bewegungsorgane in Gestalt der Wimpern erkennen, deren Funktion eine streng abgegrenzte ist, und die nun bei zahlreichen niedern Metazoen (Turbellarien etc.) und bei der Mesozoö *Salinella salve*²⁾ zur Anwendung kommen.

Wenn man nun wieder von jenen geißellosen Flagellaten ausgeht, so wird man unter den Protisten eine ganze Reihe von Formen antreffen, die besonderer Einrichtungen zur Fortbewegung entbehren und dennoch eine solche zeigen. Als Beispiel hierfür seien zunächst die Heliozoen angeführt; denn besitzen dieselben auch als Pseudopodien bezeichnete Apparate, so sind diese doch gewöhnlich nichts als Fühl- und Fangorgane und werden in keiner irgendwie sichtbaren Weise zur Ortsveränderung benutzt. Zwar hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Strahlen der Heliozoen auch als Bewegungsorgane in Anspruch zu nehmen; doch kann man diese Versuche kaum glücklich nennen und höchstens für einen ganz speziellen Fall in Rechnung bringen. K. Brandt³⁾ beobachtete z. B. bei *Actinosphaerium Eich-*

1) Dies war aber keine Kriech- sondern eine Schwimmbewegung, also keine Bewegung nach Art der Spannerraupe, wie sie von kriechenden geißeltragenden Euglenen etc. wohl ausgeführt wird (vergl. O. Bütschli in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. I. 848).

2) Siehe meine: Untersuchungen über die mikrosk. Fauna Argentiniens. *Salinella salve*. (Im Erscheinen begriffen.)

3) Untersuchungen an den Axenfäden der Heliozoen von Dr. K. Brandt. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Oktober 1878. S. 171 fg.

hornii eine Schiefstellung der Strahlen und eine damit verbundene Drehung des Tieres. Er ließ die Frage aber offen bleiben (l. c. S. 177), „ob die Schiefstellung der Pseudopodien oder die sie hervorrufende Ursache die Bewegung des Tieres veranlasst“. Ganz irrtümlich jedoch ist die Auffassung Eugen Penard's ¹⁾ (l. c. S. 44). Dieser möchte die Bewegungen der Heliozoen dahin zusammenfassen, „dass das Tier einige seiner Fäden von sich streckt, welche momentan ihre Starre verlieren, dann erstarren und den Körper nach sich ziehen, indem sie ihn ein wenig von oben nach unten wenden; andere Fäden ersetzen die ersten und ziehen ihrerseits, so dass im Verlaufe des Phänomens das Tier wie ein Ball auf der Tafel rollt und dies zuweilen so schnell, dass es wie eine Spinne zu laufen scheint“.

Ich möchte nun durchaus nicht bestreiten, dass es unter den Heliozoen Bewegungen dieser Art gebe. Sie jedoch verallgemeinern zu wollen, ist durchaus unzulässig. Ich habe wohl viele Hunderte große und kleine Heliozoen der verschiedensten Arten anhaltend beobachtet, ohne dass mir ein Tanzen und Balancieren auf den Pseudopodien aufgefallen wäre, wenn nicht vielleicht große Formen durch den Druck des Deckgläschens an einer freien Bewegung überhaupt verhindert werden und sich dann natürlich mit ihren Strahlen gegen die Glasfläche stemmen. Sehr kleine Heliozoen indessen schwimmen oft, wie ich mich genau überzeugt habe, ohne die geringste Bewegung der Strahlen und ohne irgendwelche Rotation.

Man wird daher wohl mit O. Bütschli ²⁾ (l. c. S. 292) übereinstimmen müssen, welcher der Ansicht ist, dass im Gesamten „bis jetzt das Verständnis dieses Bewegungsvorganges noch wenig ausreichend erscheint“.

Mit den Heliozoen eine große Aehnlichkeit zeigen Tierchen, welche bald zu den Rhizopoden etc., bald zu jenen gerechnet werden. Ich habe sie zur Unterklasse der Heliomöben ³⁾ vereinigt und rechne dazu die Vampyrellen, Nuclearien, meine *Nuclearella* und andere von mir hierselbst gefundene, jedoch noch nicht näher beschriebene Protisten. Ihre Bewegungen sind im Allgemeinen sehr träge, und man kann erkennen, dass die oft strahlenähnlichen Pseudopodien hierbei keinen Anteil nehmen, so dass wir also dieselben Erscheinungen wie bei den echten Heliozoen vor uns haben.

Als nicht minder rätselhaft müssen uns die Bewegungen der Gregarinen erscheinen. Zwar treten zu diesen nicht selten Gestaltsveränderungen hinzu, die sogar in schlangenartigen Biegungen des

1) Die Heliozoen der Umgegend von Wiesbaden von Dr. ph. Eugen Penard. Jahrb. d. Nassauisch. Vereins f. Naturkunde. Jahrg. 43. (1890).

2) Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Erster Band: *Protozoa* von Dr. O. Bütschli. I. Abteilung: *Sarcadina* und *Sporozoa*. Leipzig und Heidelberg. 1880—1882.

3) Siehe meine Untersuchungen etc. Vorläufiger Bericht. (Im Erscheinen.)

Körpers ihren Ausdruck finden können, wie ich es sehr schön bei einer hiesigen Polycystee, *Pyxinia crystalligera*¹⁾ beobachten konnte. Nichtsdestoweniger aber dürften diese kaum im stande sein, das Tier vom Fleck zu bewegen. Die Gregarinen besitzen, wie bekannt, keine irgendwie differenzierten Bewegungsorgane; ferner ist irgend ein anderer forttriebender Mechanismus nicht zu entdecken, und dennoch sind diese Organismen einer unverkennbaren Ortsveränderung fähig, obgleich sie in Wirklichkeit eine sehr träge sein dürfte. Denn man muss bedenken, dass die aus dem Darne ihres Wirtes entnommenen Gregarinen unter dem Mikroskope sich durchaus nicht mehr unter natürlichen Verhältnissen befinden, und dass daher ihre Bewegungen lebhafter erscheinen, als sie in Wahrheit sind. Denn wenn man in einem günstigen Falle ohne Verletzung des bewirtenden Organes die Gregarinen an Ort und Stelle beobachten kann, so wird man sie gewöhnlich ruhend finden, wie z. B. bei meiner *Callyntrochlamys Phronimac*²⁾. Deshalb musste ich mich auch gegen die Ansicht Plate's³⁾ wenden, nach welchem die Kettenbildung nur dazu dienen sollte, den hinteren Individuen die Fortbewegung zu erleichtern, wie ja auch viele Zugvögel bei ihren Wanderungen in einer Reihe sich hintereinander ordnen, um den Widerstand der Luft und des Windes auf diese Weise leichter überwinden zu können (l. c. S. 238).

Wenn wir nunmehr zu denjenigen Organismen übergehen, welche für echte Pflanzen gehalten werden, so begegnen wir unter den Diatomeen bei den Naviculaceen ortsverändernde Bewegungen, welche die größte Aehnlichkeit mit denen der Gregarinen haben. Auch hier weiß man bekanntlich nichts von irgendwelchen Bewegungsorganen zu melden. Zwar haben ja manche zur Erklärung angenommen, dass diese Organismen ganz feine Pseudopodien aussenden, mit deren Hilfe sie kriechen oder schwimmen. Es hat aber noch niemand meines Wissens solche Apparate hier gesehen, was doch mit Benutzung unserer starken Immersionssysteme möglich sein müsste. Denn wenn schließlich jene Pseudopodien so außerordentlich fein wären, dass sie sich noch den stärksten Vergrößerungen entzögen, so wäre gar nicht abzusehen, wie sie einen relativ so großen Körper wie eine Diatomee fortzubewegen im stande sein sollten. Andere haben wieder das Vorhandensein von Flüssigkeitsströmungen angenommen, welche am Hinterende des Körpers austretend diesen vorwärts treiben sollten. Aber auch hier müsste man etwas wahrnehmen, man müsste in der Nähe sich befindende kleine Körperchen in Bewegung geraten sehen, was indessen alles durchaus nicht der Fall ist.

1) Siehe meine Untersuchungen etc.: Ueber einige argentinische Gregarinen etc. (Im Erscheinen.)

2) Ueber einige in Seetieren lebende Gregarinen. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 24, S. 545 fg.

3) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. 43.

Schon an einem andern Orte (Argentinische Gregarinen l. c.) habe ich einer Erscheinung gedacht, welche mir in hohem Grade auffiel. Ich beobachtete nämlich eine Naviculacee, welche augenblicklich ruhig lag. Durch irgend eine schwache Strömung wurde ihr ein kleines lebloses und an sich bewegungsloses Körperchen zugeführt. Kaum geriecht dieses in ihre nächste Nähe, als es mit einem — ich möchte fast sagen „hörbaren“ — Ruck angezogen wurde und nun mehrmals in etwa tanzender Bewegung auf der Schalenoberfläche (Schalenansicht) der Naviculacee längs der Mittellinie auf und nieder glitt. Es sah ganz so aus, als wenn dieses Körperchen von unsichtbaren Greifarmen gepackt und hin und her geschoben worden wäre. Endlich wurde es in einer ganz auffälligen Weise wieder abgestoßen und lag nun völlig regungslos da.

Auch die Spaltpilze führen Formen, welche sich in lebhafter Weise bewegen, und wenn auch bei manchen eine oder zwei Geißeln nachgewiesen sind, so fehlen diese Apparate anderen Spaltpilzen doch ganz unzweifelhaft, was nur bei der so außerordentlich geringen Größe vieler sehr schwer nachzuweisen ist. Die Geißeln sind daher bloß bei großen Formen wirklich gesehen worden, können aber auch recht wohl gänzlich fehlen. So fand ich hier im Enddarm von Kaulquappen erstaunlich große Bacillen, die unter gleichzeitigem Rotieren um ihre Längsaxe vorwärts eilten, ohne dass doch eine Geißel zu sehen gewesen wäre. Zwar weiß ich wohl, wie leicht sich diese dem Blick entziehen kann; dennoch aber bin ich der Ansicht, dass ich bei Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln, z. B. des langsamen Austrocknens, des Färbens etc. wenigstens Spuren davon hätte bemerken sollen.

Die kleinsten Schizomyceten, die Kokken, liegen oft ganz still, oft dagegen zeigen sie jene tanzende Bewegung, welche man der sogenannten (Brown'schen) Molekularbewegung gleichgestellt hat, eine Bewegung, mit der jeder Mikroskopiker so vertraut ist, dass er sie gar nicht mehr beachtet. Und dennoch bietet sie des Interessanten viel, zum Teil schon deshalb, als sie gar nicht selten unter Umständen vermisst wird, wo man sie am allerehesten erwarten sollte.

Auch die Molekularbewegung ist in ihrem Wesen durchaus noch nicht irgendwie erklärt.

Sowohl die pflanzlichen, als auch die tierischen Spermatozoen besitzen gleich den Flagellaten im Allgemeinen einen geißelartigen Schwanz, mit dessen Hilfe, so dürfte es wohl sein, sie sich vorwärts bewegen. Man sollte daher meinen, dass sie keines weiteren Agens bedürfen, um an ihr Ziel zu gelangen. Auch nahm man früher gewöhnlich an, dass ihre Bewegungsrichtung eine durchaus planlose sei. Erst die sorgfältigen Untersuchungen J. Dewitz'¹⁾ haben uns von

1) 1. Ueber die Vereiningung der Spermatozoen mit dem Ei. Archiv f. die gesammte Physiologie etc., Bonn 1885 und 2. Ueber Gesetzmäßigkeit in der Ortsveränderung der Spermatozoen etc. Ebenda Bd. 38 (1886) S. 358 fg.

dieser irrthümlichen Ansicht befreit und den Nachweis gebracht, dass wenigstens die Spermatozoen der Orthopteren fast genau in Kreisbahnen verlaufen (l. c. S. 360 fg.). Dies würde nun vielleicht nicht so überraschend sein, da wir uns vorstellen könnten, dass die Spermatozoen eine derartige Krümmung ihrer Axe annehmen, dass sie in einer Kreisbahn gesteuert würden, welche übrigens zuerst von Th. Eimer¹⁾ bemerkt worden zu sein scheint.

Um vieles merkwürdiger aber müssen uns die Resultate W. Pfeffer's²⁾ erscheinen, zu denen dieser bei der Untersuchung der Spermatozoen von Kryptogamen gelangt ist. Bei den Farnkräutern fand dieser Forscher nämlich, wie die Spermatozoen durch einen chemischen Reiz, durch Apfelsäure, angezogen werden. In ähnlicher Weise wies sodann J. Dewitz (l. c.) nach, dass auf tierische Spermatozoen die Flächen in gleicher Weise anziehend wirkten, so dass sie sich mit Vorliebe auf diesen in Kreisbahnen bewegten. Ihre selbständige Vorwärtsbewegung einerseits, die Kreisbahn und die Flächenanziehung andererseits nahm daher Dewitz in Anspruch, um das endliche Eindringen des Spermatozoon in das Ei zu erklären. Ob weiterhin hierbei noch eine chemische Anziehung inbetracht komme, darüber lässt sich jener Autor nicht aus. In Hinblick aber auf die Ergebnisse, zu denen W. Pfeffer²⁾ gelangt ist, möchte eine solche wohl kaum ausgeschlossen erscheinen, und man wird sich recht wohl vorstellen können, wie sowohl das pflanzliche als auch das tierische Ei auf die Samenkörperchen eine anziehende Kraft ausübe. Dewitz lässt die Flächenanziehung nur dort eine Rolle spielen, wo die Spermatozoen sich in einer nicht schleimigen Flüssigkeit befinden. Denn versetzte er seine zur Verdünnung benutzte Kochsalzlösung mit Gummi arabicum, so fand er sie verhindert, sich zur Fläche zu begeben (l. c. S. 362). Nun müssen wir aber bedenken, dass die Spermatozoen in sehr vielen Fällen, so vor Allem bei den Vögeln und Säugetieren mit einer recht schleimigen Substanz vermischt sind. In diesem Falle könnte sich also die Flächenanziehung gar nicht geltend machen, und wenn dennoch eine Anziehung überhaupt stattfindet, wie die Untersuchungen Pfeffer's lehren, so möchte diese doch gerade chemischer Natur oder vielleicht auch eine kombinierte sein.

Dennoch aber ist die Beobachtung von J. Dewitz von großer Tragweite, auch wenn sie bei den Spermatozoen nicht von allgemeinerer Giltigkeit sein dürfte. Denn untersucht man ein Tröpfchen der Samenflüssigkeit von einer Maus oder einem anderen Säugetier unter dem Deckglase, so wird man zunächst das bunte Durcheinanderwimmeln bemerken. Dass sich aber an der oberen oder unteren

1) Untersuchungen über den Bau und die Bewegung der Samenfäden. Phys. med. Gesellsch., Würzburg 1874.

2) W. Pfeffer, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen, Bd. 1, Heft 3, 1884.

Grenzschichte die Samentierchen besonders reichlich ansammeln, ist eine Beobachtung, die man kaum mit der nötigen Sicherheit feststellen kann. Sie gelingt aber in der That, wie ich fand, wenn das Sperma mit ganz schwach alkalisch gemachter Kochsalzlösung verdünnt wird. Da ferner die weiblichen Geschlechtsorgane, soweit bekannt, ebenfalls alkalische Sekrete liefern, so ist es recht wohl möglich, dass sie etwas zur Verdünnung des Sperma beitragen und daher die Flächenanziehung in gewissem Grade ermöglichen.

Wir haben schon weiter oben die Spermatozoen mit Flagellaten verglichen; auch mit geißeltragenden und geißellosen Bakterien haben sie eine gewisse Aehnlichkeit. Untersucht man nun einen Tropfen bakterienhaltigen Wassers, so wird man bald bemerken, wie auch hier bald zwei getrennte Schichten entstehen, eine obere und eine untere, zwischen denen sich freilich immer noch eine Anzahl von Bakterien befindet. Aber man wird dennoch ganz unverkennbar eine Flächenanziehung im Sinne von Dewitz konstatieren können eine Thatsache, auf die man bisher nicht besonders geachtet zu haben scheint. —

Entnimmt man ferner aus einer geeigneten Kultur ein Tröpfchen Flüssigkeit und bringt es in der gewöhnlichen Weise unter das Mikroskop, so wird man zunächst die darin enthaltenen Amöben und anderen Organismen freischwimmend antreffen. Bald jedoch ändert sich das Bild, und es tritt auch hier eine mehr oder weniger ausgesprochene Neigung der Lebewesen ein, sich in zwei Schichten zu sondern und entweder auf dem Objektträger oder dem Deckglas gleitend zu bewegen. Natürlich werden dies besonders diejenigen Organismen thun, welche überhaupt weniger freischwimmend als vielmehr kriechend leben. Man sollte daher denken, dass die Schwerkraft auf sie einwirke, und in der That findet man die Amöben gewöhnlich auf dem unteren Glase. Nichtsdestoweniger gibt es aber stets einige, welche an der Unterseite des oberen, des Deckglases sitzen, weshalb man wohl annehmen muss, dass die Flächenanziehung in stärkerer Weise gewirkt habe als die Schwerkraft. Wenn diese nun dennoch in der Regel überwiegt, so muss man bedenken, dass der Wassertropfen oft noch mineralischen und pflanzlichen Detritus enthält, welcher sich rasch zu Boden senkt und nun seinerseits als weitere Anziehungskraft nach unten hin wirkt. Damit aber sehen wir, dass die Flächenanziehung nichts weiter ist, als eine besondere Form einer allgemeineren Erscheinung, nämlich der Anziehung, welche die Körper als solche gegenseitig aufeinander ausüben. Ehe wir hierauf indessen genauer eingehen, möge einer anderen Reihe von Beobachtungen gedacht werden, welche ganz besonders interessante Resultate geliefert haben. W. Zopf¹⁾ fand nämlich, dass man die

1) Ueber einige niedere Algenpilze (Phycomyceten) und eine neue Methode, ihre Keime aus dem Wasser zu isolieren. Abhandl. der naturf. Gesellschaft zu Halle, Bd. 17, Heft 1 und 2, (1888), S. 77 fg.

Keime einiger Chytridiaceen, Saprolegnieen und Monadinen isolieren kann, indem man sie „mittels isolierter Pflanzenzellen, wie Pollenkörner, Farnsporen, Pilzsporen etc., die man einfach dem betreffenden Wasser aufsät, einfängt und sich dieselben weiter entwickeln lässt bis zur Fruktifikation“ (l. c. S. 80). Weiterhin konstatierte Zopf, dass bei einigen der im Wasser vorkommenden niederen Organismen (Phycomyceten) die Keime die Eigentümlichkeit zeigen, „dass sie sofort oder doch bald nach der Aufsaat von Pollenzellen nach diesen hinwandern, sich an die Membran derselben ansetzen, abrunden und nun in das Innere eindringen. Diese Thatsache“, so fährt der Autor fort, „die durch direkte Beobachtung leicht festgestellt werden kann, beruht wahrscheinlich darauf, dass in den Pollenzellen Stoffe vorhanden sind, welche auf die im Wasser suspendierten Keime solcher niederen Phycomyceten einen anlockenden Reiz ausüben, der sie veranlasst, auf die Pollenkörner zuzusteuern und sich an ihnen festzusetzen“.

Noch ehe mir die Abhandlung W. Zopf's bekannt war, gelangte ich zu ähnlichen Ergebnissen. Als ich nämlich zu Zuchtversuchen von Protisten Fliegeneier in Salinen- und auch in Süßwasser streute, fand ich immer ganz bestimmte Amöben und Flagellaten teils außerhalb, teils innerhalb derselben vor. Ebenso bemerkte ich in dem verwesenden Körper eines kleinen Salzwasser-Branchipoden immer wieder bestimmte Protozoen, während dieselbe Flüssigkeit noch mannigfaltige andere Organismen beherbergte, die sich aber fernhielten. Nichtsdestoweniger indessen scheint mir die Ansicht Zopf's noch nicht streng bewiesen zu sein. Denn man könnte recht wohl noch annehmen, dass auch die Keime andere Organismen mit den anlockenden Körpern in Berührung kämen, dass sie aber dort keine geeignete Stätte zur Weiterentwicklung fänden. Man brauchte dann kaum auf eine Anziehungskraft Bezug zu nehmen, sondern könnte es rein dem Zufall überlassen, dass nach und nach die passenden Schmarotzer zugeführt werden und haften bleiben. Trotzdem wird man andererseits nicht leugnen können, dass die Meinung Zopf's sehr viel für sich hat. Auch sieht dieser, ähnlich wie Pfeffer, die Anziehung nur für eine mehr indirekte an. Denn seine Keime sind ja mit Geißeln versehen und einer selbständigen Bewegung fähig. Sie würden also doch nur so angelockt werden, wie ein *Necrophorus* etwa durch ein Stück Aas.

Eine andere Beobachtung jedoch, die ich machte, lässt die Sache eine etwas andere Wendung nehmen. Außer obigen Organismen fand ich nämlich auch in gewissen Stoffen zahlreiche Wesen, die meiner *Nuclearella* nahe stehen, ferner, was auch schon Leydig seiner Zeit beobachtet hatte, psorospermienartige Körperchen in kranken oder toten Ostracoden¹⁾. Diese sowohl wie jene besitzen keine Bewegungs-

1) Fr. Leydig, Der Parasit in der neuen Krankheit der Seidenraupe noch einmal. Müller's Archiv, 1863, S. 186 fg.

organ. Man könnte nun wohl meinen, sie würden durch Flüssigkeitsströmungen an den passenden Ort geführt. Allein die Beobachtung jener Nuclearellen belehrte mich, dass sie gerade wie eine Heliozoe ohne den Einfluss von Strömungen zu wandern vermögen. Es ließe sich daher recht wohl denken, dass sie weniger durch Zufall, als vielmehr durch eine gewisse Anziehungskraft getrieben wurden. Würden wir dies nun aber anerkennen, so müssten wir auch zugeben, dass dasselbe Motiv gleichfalls an anderen Orten zulässig sei und könnten jetzt für alle jene Organismen, deren Ortsbewegungen wir bisher nicht zu erklären vermögen, die Erklärung dahin formulieren, dass eine bestimmte Anziehung auf sie einwirke und sie nach einer gewissen Richtung hin treibe. Denn es lässt sich bei diesen unschwer erkennen, dass sie sich meist gradlinig fortbewegen und dass sie gemeinhin ihre Richtung nur ändern, wenn sie entweder, wie manche Bacillen, eine gekrümmte Längsaxe haben, oder nachdem sie Halt gemacht und durch Drehung ihrer Axe eine andere Richtung angenommen haben. Nicht selten treten ferner kombinierte Bewegungen auf, wie wir dies bei manchen Gregarinen wahrnehmen, welche durch Kontraktionen ihres Körpers ihre Bewegungsrichtung fortdauernd ändern können; denn man wird sich vorstellen können, dass in der Nähe eines solchen Tierchens nicht ein, sondern mehrere Attraktionszentren existieren, von denen bald das eine, bald das andere überwiegt.

Pfeffer, dem sich Zopf anschließt, sah im chemischen Reiz die anziehende Kraft. Dewitz wies als solche eine Fläche nach. Da nun jeder Körper doch aus chemischen Substanzen besteht und ebenso von Flächen begrenzt ist, wenn er fest ist, so werden wir jene Ansichten recht wohl mit einander vereinigen können und in der Massenanziehung der Körper die fundamentale Kraft erblicken, grade wie die Astronomen die Weltkörper sich durch Massenanziehungen in ihren Kurven bewegen lassen. Der kleinste Protist ist in dieser Hinsicht nichts anderes als solch ein Körper und unterscheidet sich darin in nichts von einer Weltsonne. Andere Körper anziehend wird er von diesen angezogen und dadurch in Bewegung gesetzt. Sind diese Körper gelöst, so mag die Anziehung im Sinne Pfeffer's ein chemischer Reiz sein; sind sie nicht gelöst, so werden wir von einer Flächenanziehung im Sinne Dewitz' sprechen können.

Versuchen wir nur noch einmal, auf die verschiedenartigen Organismen einzugehen, so werden wir uns folgende Anschauungen bilden können.

Die Molekularbewegung kleinster Körperchen, um mit dieser zu beginnen, mag oft von feinsten Flüssigkeitsströmungen bedingt sein. Oft aber müssen diese durchaus in Abrede gestellt werden. So bewegen sich die Körnchen im Nukleus mancher ciliaten Infusorien mit größter Lebhaftigkeit in tanzender Weise. Wollte man nun

Strömungen annehmen, so müssten sich diese auch im Endoplasma des Infusors in nächster Nachbarschaft des Kernes geltend machen, was aber nicht nachweisbar ist. Bekannt ist ferner die Bewegung in den Speichelkörperchen, und gerade hier dachte man zumeist an einen Austausch von Flüssigkeit. Wenn dies nun der Fall wäre, so müsste doch endlich einmal dieser Austausch beendet sein und Ruhe eintreten, was gewiss nicht so ist; denn so lange man solch ein Körperchen beobachtet, so lange tanzen auch die Körnchen. Und wenn es endlich platzt, so fahren diese ununterbrochen in ihrer Bewegung fort.

Ich untersuchte hier eine noch unbekannte Heliozoe, deren Inhalt ein sehr körniger ist. Wenn die Beobachtung sehr lange fortgesetzt wurde, so starb das Tier stets ab und platzte, so dass jene Körnchen heraustraten. Im selben Augenblick begann nun auch schon ihre Molekularbewegung, während benachbarte Körperchen gewöhnlich in völliger Ruhe verharrten. An eine Flüssigkeitsströmung war daher in diesem Falle ebenfalls kaum zu denken, weshalb, wie uns scheint, für diese Art der Bewegung keine andere Erklärung mehr übrig bleibt, als die, dass entweder die einzelnen Körnchen unter sich eine Anziehung ausüben oder von anderen Körpern in Bewegung gesetzt würden, so dass sie, da der Anstoß ein allseitiger ist, schließlich in pendelartige Schwingungen geraten.

Die Mikrokokken sind so kleine Gebilde, dass sie oft dieselbe Bewegungserscheinung zeigen. Auch hier wird die gleiche Erklärung zulässig sein, und wenn andere völlig ruhig liegen, so wird man sich denken können, dass der auf sie ausgeübte Reiz ein zu geringer ist, um eine Bewegung auszulösen. Andere wieder zeigen ein deutliches Wandern. Wie wichtig hier der chemische Reiz wird, haben uns die Arbeiten Engelmann's bewiesen, welcher zeigte, wie der Sauerstoff eine anziehende Kraft auf zahlreiche Bakterien auszuüben imstande ist.

Die Diatomeen werden vielleicht durch Körper oder Stoffe angezogen werden, welche kohlenäure- oder ammoniakhaltig sind.

Die Gregarinen leben bekanntlich parasitisch und ernähren sich, wie man sagt, durch Endosmose, indem sie entweder die Verdauungsprodukte des Darmes, also Pepton, Zucker, Fett etc. oder bereits assimilierte Substanzen aufnehmen, wenn sie in einem anderen Organe hausen. Jene Stoffe werden nun auf sie eine gewisse Anziehung ausüben und zwar direkt lokomotorisch wirken, da den Gregarinen ja besondere Bewegungsorgane gerade wie den Diatomeen mangeln. Andererseits werden diese Organismen auch andere Körper anziehen können, weshalb sie, wenn die Anziehung eine allseitige ist, ruhig liegen. Dann wandert der Körper zu ihnen hin, wie wir dies oben bei der Naviculacee gesehen hatten, wo er von verschiedenen Stellen derselben nach und nach angezogen wurde und daher längs ihr hinwanderte.

Die Gregarinen sind wohl die größten Körper, welche eine solche Bewegung zeigen, und daher ist ihre Bewegung auch eine sehr träge, wenn sie nicht noch davon ganz unabhängige Kontraktionen ausführen. Aehnlich ist es auch mit den Heliozoen, und man kann hier beobachten, dass kleine Formen sich viel rascher als große fortbewegen, da vermutlich die anziehende Kraft, die zum Teil wohl von dem Objekträger und dem Deckgläschchen ausgeht, eine gleich große bleibt. Sie muss daher auf einen kleinen Körper stärker als auf einen großen wirken. Eine *Actinophrys* oder gar ein *Actinosphaerium* bewegen sich in einem kleinen Tropfen unter dem Mikroskop sehr langsam oder wohl gar nicht, auch wenn sie nicht durch den Druck des Deckgläschchens gehemmt werden. Wahrscheinlich also ist ihnen gegenüber die anziehende Kraft in dieser kleinen Wassermenge eine zu geringe, um noch zur Erscheinung zu gelangen.

Der Anziehungskraft sind, wie wir sahen, alle Körper unterworfen, vom kleinsten Mikrokokkus bis zum Weltenkörper. Dennoch aber wird sie, sobald es sich um größere Organismen handelt, von untergeordneter Bedeutung. Die einen haben ganz auf eine Ortsveränderung verzichtet und sind zu typischen Pflanzen geworden, die anderen aber haben besondere Bewegungsorgane entwickelt und sind zu Tieren geworden. Ihnen genügte die Anziehungskraft nicht mehr, um von Ort zu Ort zu gelangen und ihre Nahrung aufzusuchen. So bildeten sich zuerst die Geißeln und Wimpern als die primitivsten Lokomotionsorgane bei den Protozoen und Entwicklungszuständen sehr vieler höherer Organismen, z. B. bei den Spermatozoen. Dass aber eine völlige Emanzipation von der Anziehungskraft damit nicht eingetreten ist, sehen wir eben bei den letzteren, darauf hingeführt durch die schönen Beobachtungen Pfeffer's und Dewitz', grade wie wir Alle der Schwerkraft unterworfen sind, wenn wir ihr auch in gewisser Weise entgegenzuwirken vermögen.

Man wird mir vielleicht entgegenhalten, dass mit der Aufstellung einer allgemeinen Attraktionskraft nicht gar so viel gewonnen sei, da uns diese ihrem Wesen nach völlig unbekannt ist. Dann aber dürfte auch der Astronom sie nicht in seine Spekulationen einführen. All' unser Forschen, all' unser Suchen nach einer Erkenntnis kann doch schließlich weiter keinen Endzweck haben, als all' unser Wissen auf einen einzigen Punkt zurückzuführen, von dem wir nichts wissen, auf eine einzige Kraft, die wir nicht kennen und vielleicht niemals kennen lernen werden. Somit möchte auch die Hypothese von der Anziehungskraft gerechtfertigt sein. —

Cordoba, Argentinien, im Mai 1891.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Frenzel Johannes

Artikel/Article: [Ueber die primitiven Ortsbewegungen der Organismen
464-474](#)