

Wachstum und heliotropische Empfindlichkeit fallen also nicht zusammen. Bemerkenswert ist hierbei ferner die scharfe lokale Trennung der Perzeptionsfähigkeit und der Reaktionsfähigkeit“. „Der Kotyledon ist direkt empfindlich, aber nicht krümmungsfähig, das Hypokotyl ist krümmungsfähig, obgleich nicht direkt empfindlich“.

Bei den Dikotyledonen zeigt sich eine gewisse Mannigfaltigkeit des Verhaltens. Gewisse wie z. B. *Brassica Napus* sind in allen Stücken *Avena sativa* gleich. Bei andern, z. B. der Kornrade (*Agrostemma Githago*) ist der Unterschied in der heliotropischen Empfindlichkeit zwischen Spitze und Unterteil nicht bedeutend; wie auch die Fortpflanzung des heliotropischen Reizes viel weniger intensiv ist. Sie erstreckt sich nicht über so große Entfernungen wie bei *Avena*.

Dass heliotropische Krümmungsfähigkeit und Fortpflanzung des heliotropischen Reizes nicht in notwendiger Beziehung zu einander stehn, zeigt *Vicia sativa*. Trotz großer Krümmungsfähigkeit ist die Fortpflanzungsfähigkeit gering.

Noch bei andern blieb es ganz zweifelhaft (z. B. *Coriandrum sativum*), ob die Empfindlichkeit der Spitze größer war als die Empfindlichkeit tieferer Teile. Eine Fortpflanzung des heliotropischen Reizes zeigen aber auch sie.

Auch an Organen die nicht Keimlingen angehören, wie z. B. jungen Sämlingsblättern von *Allium Cepa*, Blattstielen von *Tropaeolum minus*, jungen Stengeln von *Vicia sativa* etc. ließ sich die Fortpflanzung des heliotropischen Reizes nachweisen, oft über viele Zentimeter hin. Auch hier konnte konstatiert werden (an *Galium purpureum*), dass ein nicht mehr wachsendes Organ für einen heliotropischen Reiz empfindlich ist (oder sein kann).

Fehlt auch eine lokal gesteigerte heliotropische Empfindlichkeit in vielen Fällen ganz sicher; in andern scheint der Spitze größere Empfindlichkeit innezuwohnen (Stengel von *Dahlia variabilis*).

(3. Stück folgt.)

## Vorstufen des Lebens.

Von Prof. Luigi Luciani in Florenz<sup>1)</sup>.

So oft ich durch die Pflichten meines Lehramts mit der Darlegung irgend eines Teils der Physiologie zu beginnen habe, fühle ich, fast instinktiv, das Bedürfnis ihr einen kurzen Zeitabschnitt innerlicher Sammlung vorausgehen zu lassen, der dazu dient mir im Geiste einen deutlichen Ueberblick über das Gesamtbild, sozusagen das Panorama, jenes Teils der Wissenschaft vom Leben zu verschaffen, den zu erforschen ich mir im Verein mit meinen jungen Freunden und Schülern vorgesetzt habe. Ein solches Bedürfnis hat sich auch in diesem Jahr

1) Antrittsrede, gehalten in der großen Aula des Istituto di studi superiori zu Florenz am 1. Dezember 1892.

eingestellt und noch dringlicher und stärker, da es durch einen noch ernsteren und gebieterischen Antrieb hervorgerufen wurde: durch den Beschluss meiner hochverehrten Kollegen von der naturwissenschaftlichen Fakultät, welche mich mit dem Auftrag beehrt haben, meine Vorlesungen nicht in dem bescheidenen mit meinem Laboratorium verbundenen Hörsaal und vor einem verhältnismäßig kleinen Kreis junger Studierender zu beginnen, sondern in dieser großen Aula, wo sich mit den Lehrern und Lernenden unseres gesamten Athenäums nach altem Brauch die Blüte der florentinischen Bürgerschaft zu vereinigen pflegt.

Es ist begreiflich, dass mich diese Verschiedenheit der Zuhörerschaft dazu verleitet hat, den Blick nicht sowohl auf den einen oder andern Teil der Physiologie zu wenden, sondern auf das ganze weite Gebiet der Wissenschaft vom Leben, wie es sich vor den Augen des Beobachters im jetzigen Zeitpunkt und von unsrem Standpunkt aus gesehen, darstellt; in dieser Zeit der positiven experimentellen und durch Beobachtung beglaubigten Wissenschaft und von diesem genügend hohen Standpunkt, in welchem alle Teile der verschiedenen Zweige des Wissens zusammenlaufen, von dem aus nur die allgemeinen und größten Linien des Bildes unterschieden werden können, die kleineren Züge, Stellungen und Bewegungen dagegen verschleiert und undeutlich erscheinen.

Welch schönes, wunderbares Schauspiel, auch von dieser Höhe aus, bietet die Welt des Lebenden! Im Pflanzenreich wie auch im Tierreich äußert sich das Leben in den unterschiedlichsten Formen, von den einfachsten bis zu den verwickeltsten, von den kleinsten, mikroskopischen zu den riesenhaftesten; von den unsichtbaren Mikroben, die, um einen poetischen Ausdruck Huxley's zu brauchen, in großer Zahl auf der Spitze einer Nadel tanzen können wie die von den Theologen geträumten Engel und Dämonen, bis zu der gigantischen Fichte Kaliforniens, deren Gipfel noch höher ist als der Glockenturm des Giotto, bis zum großen Walfisch, der bis dreißig Meter Länge erreichen kann, der mit seinen gewaltigen Muskeln den heftigsten Stürmen des Ozeans trotzt, denen vielleicht unsere größten Kriegsschiffe unterliegen würden. Und dennoch, ungeachtet so großer Abweichungen im Aussehen, so großer Verschiedenheiten in den Körpern, den Organen, im Bau und in den Thätigkeiten, verknüpft ein gemeinsames, geheimes Band alle die Arten und Gruppen, die verwandten und die ungleichartigsten — ihr gemeinsamer Ursprung. Die verschiedenen Arten und Gruppen der Lebewesen sind in letzter Zergliederung nichts als verschiedene Stufen der Differenzierung eines ursprünglich einzigen Wesens, fast möchte ich sagen eines einzigen verkörperten Gedankens. Das Gesetz des Zusammenhangs in der Natur, das Gesetz der Entwicklung alles Lebendigen, wie auch immer man diesen Mechanismus verstehen möge (und der sogenannte Darwinismus ist nur eine der wissenschaftlichsten und rationellsten Arten der Erklärung, so unvoll-

kommen er auch bis jetzt sein mag), sind die notwendigen Grundlagen der Welt des Lebenden.

Die moderne Wissenschaft kann von nun an den Gedanken der Entwicklung nicht mehr als bloße Hypothese ansehen, sondern ist genötigt ihm als einen Grundsatz zu betrachten: seine Verneinung würde in der That die Verneinung einer einheitlichen physiologischen Wissenschaft bedeuten. Damit stimmt es überein, dass die Vorläufer von Darwin schon nach Zehnern zählen und dass ihre Zahl wächst in dem Maße, als die Geschichte der Wissenschaft sich mehr und mehr vertieft. Mehr oder minder deutliche Keime der Entwicklungstheorie hat man im frühesten Altertum entdeckt, und merkwürdige Spuren der Abstammungslehre, die wie Weissagungen erscheinen, finden sich in den ältesten griechischen Philosophen, vornehmlich bei Tales von Milet, bei Heraclit von Ephesus, bei Empedocles von Agrigent.

Nimmt man das Gesetz der Entwicklung an und sieht vorläufig davon ab, die Art ihres Zustandekommens und die äußern und innern Ursachen, die sie bestimmen, zu verstehen, so folgt logisch, dass die Formen und Thätigkeiten der höheren lebenden Wesen die Formen und Thätigkeiten der niedriger stehenden einschließen und enthalten. Und thatsächlich wiederholen sich dieselben in abgekürzter Weise während der aufeinanderfolgenden Phasen der ontogenetischen Entwicklung. Der Mensch, der durch Vollkommenheit der Formen, durch Entwicklung und Auserlesenheit seiner Funktionen alle lebenden Wesen überragt, wiederholt und enthält in sich (kurz zusammengedrängt in kleiner Masse) alle Grundformen und alle Thätigkeiten der Welt des Lebenden. So kommt es, dass das „nosee te ipsum“, die Kenntnis der menschlichen Natur, die ganze Wissenschaft des Physiologen in sich fasst. Jeder von Ihnen, meine Herren, der durch Geschicklichkeit des Körpers und Kraft des Geistes eine so hohe Stellung einnimmt, ist eine wandelnde gründliche, vollkommene Abhandlung der Lehre vom Leben. Und ein vollkommener Physiolog ist derjenige Schriftenkenner, dem es gelingt, die unbekanntenen Schriftzüge zu entziffern, die auf diesem Palimpsest aufgetragen sind, der eine Brille aufzusetzen vermag, mit Hilfe deren er das, was hineingeschrieben ist, korrekt lesen und mit Vorstandesschärfe auslegen kann.

Die anthropozentrische Anschauung, nach welcher Alles dem Menschen untergeordnet erscheint und er als König der Natur angesehen wird, ist nicht weniger illusorisch und irrtümlich, als es die geozentrische Anschauung der alten ptolomäischen Astronomie war. Trotzdem kann man nicht leugnen, dass, in den Grenzen der Welt des Lebenden, die anthropozentrische Anschauung nicht allein berechtigt, sondern sogar unvermeidlich ist. Wenn vom physiologischen Standpunkt aus wir in uns alle wichtigen Phasen der phylogenetischen Entwicklung wiederholen und den höchsten Grad der organischen und funktionellen Differenzierung darstellen, so ist vom psychologi-

sehen Standpunkt aus unsere Seele, ist das Zusammenwirken der subjektiven Phänomene, die wir in uns selbst bemerken, das einzige sich uns anbietende Kriterium, durch welches wir uns ähnliche Intelligenzen und die verschiedenen Grade psychischer Vorgänge in den verschiedenen Gruppen der Lebenden außer uns zu erkennen vermögen. Dank dieser kritischen Zergliederung der äußern und innern Elemente der Empfindungen enthüllt sich uns das große Gesetz von der Relativität der Erkenntnis, welches die alte trügerische Lehre vom Absoluten umstürzt.

Daher ist der Mensch der Maßstab für das erkennbare Universum und zugleich der Maßstab für die Wissenschaft. Nichts ist umfassender und Nichts ist interessanter und anziehender als das Studium des Menschen. Die Anthropologie, im weitesten Sinne genommen, umfasst in Wahrheit, wie Moleschott sagt, das ganze weite Feld der Physiologie; und die Lösung des großen Menschenrätsels, sei es was die äußere oder körperliche Erscheinung, sei es was es die innere oder psychische Erscheinung anbelangt, ist das, bewusst oder unbewusst, gesteckte Ziel für alle unsere Forschungen.

Aber das Menschenrätsel, als das komplizierteste, ist unmöglich zu lösen, wenn nicht vorher die einfacheren Fragen inbezug auf die weniger entwickelten Lebewesen beantwortet sind. Die größten Irrtümer in der Naturwissenschaft entstehen dadurch, dass die einfachste logische Vorsehrift außer Acht gelassen wird, bei den Untersuchungen vom Einfacheren zum Schwierigeren fortzuschreiten.

Wer die Erforschung des menschlichen Wesens unmittelbar zum Gegenstand seiner Studien macht, der wird, wenn er einen gut organisierten Kopf und einen positiven Verstand hat, der auf dem Weg wahrer Wissenschaft wandelt und sich nicht an Fantasien befriedigt noch sich von Illusionen nährt; wenn er ein mäßiges Vertrauen in die Eingebungen seines Geistes oder in verborgene, den seinigen überlegene Geistesoffenbarungen hat; nach verschiedenen irrthümlichen und vergeblichen Versuchen damit endigen, sich für besiegt zu halten und überzeugt zu sein, dass die Lösung der großen physiologischen Aufgabe ins Bereich des Unmöglichen gehört.

Aber wenn Sie die kompliziertesten und höchsten Fragen, deren Lösung zu schwierig oder unmöglich ist, bei Seite lassen und Ihr physiologisches Studium anspruchlos beginnen, indem Sie sich die einfachsten und leicht zu lösenden Aufgaben stellen; wenn Sie vom Menschen zu den einfacheren und ursprünglicheren Formen des Lebens herabsteigen; ja dann werden Sie auf dem rechten Wege zum rechten wissenschaftlichen Arbeiten sein. Und haben Sie erst einige fruchtbare Erfolge und gut gelungene Versuche, dann werden Sie die Ueberzeugung gewinnen, dass jede genaue Beobachtung, jedes gutausgeführte Experiment im Bereich des Lebenden ein kleiner Schritt vorwärts in der Erkenntnis Ihrer Natur ist, ein schwacher Lichtstrahl, der in das

Dunkel Ihres Innern dringt, und es ist Ihnen (um an vorhin Gesagtes anzuknüpfen) gelungen, einen kleinen Abschnitt der Hieroglyphen und Keilschrift zu lesen, einen Teil jener großen Abhandlung über Physiologie, welche Sie in sich selbst besitzen, zu verstehen.

Beginnen wir daher mit der Untersuchung derjenigen Organismen, in welchen das Leben im beschränktesten Maße zum Ausdruck kommt und in welchen die Probleme der Physiologie sich in der elementarsten Form darstellen.

Die einzelligen Organismen, welche ein unabhängiges Leben führen, sind weit verbreitet in der Natur und kommen in einer unbegrenzten Zahl von Arten vor. Haeckel fasst sie alle zu einem großen Reich zusammen, welches er als das Reich der Protisten bezeichnet. Aus ihm gehen durch entgegengesetzte und auseinandergehende Differenzierungen die Reiche der Pflanzen und Tiere hervor. Diese Vorstellung von einem Zwischenreich ist auf die Thatsache gegründet, dass es bisher praktisch nicht möglich war, eine strenge Einteilung der Monoorganismen in zwei große Abteilungen, die Protophyten und die Protozoen, durchzuführen.

Die verschiedenen Ordnungen, in welche man das Reich der Protisten einteilen kann, können betrachtet werden als verschiedene Grade der Differenzierung eines einzigen, ursprünglichen, undifferenzierten Zellelements. In ihrer Gesamtheit vertreten sie die Welt der Unsichtbaren, da wirklich die gigantischsten unter ihnen selten den Umfang einiger Zehntel eines Millimeters übersteigen. Aber sie werden leicht und vollkommen unter dem Mikroskop sichtbar.

Um uns eine klare Vorstellung von den fundamentalen, elementaren und daher gemeinsamen Eigenschaften aller lebenden Wesen zu bilden, ohne uns auf das treulose Meer der Abstraktionen zu begeben, sondern festen Fußes auf dem Boden des Konkreten stehen zu bleiben, genügt es, wenn wir als Objekt unserer Betrachtungen irgend einen der einfachsten und undifferenzierten Monoorganismen annehmen. In der Klasse der Rhizopoden sind solche die unter den sogenannten amöboiden Formen einbegriffenen Species.

Was sind die Amöben? Sie erscheinen wie kleine Partikelchen einer gelatinösen, mehr oder weniger granulierten Substanz. Sie enthalten einen Kern oder blasenartigen Körper, der oft deutlich im Innern des Zellprotoplasmas zu sehen ist. Sie haben weder eine wirkliche, sie umschließende Membran, noch eine feste und dauernde Form. Sie erscheinen daher als kleine Häufchen nackten Protoplasmas, welches fortwährenden, häufigen und schnellen Veränderungen der Form und Lage unterworfen ist, indem es in verschiedener Richtung Verlängerungen und Auswüchse herausstreckt, die Pseudopodien genannt werden. Bisweilen haben sie kreisrunde Form und zeigen keine äußere Veränderung. In diesem Zustand der Ruhe sind die Amöben in einer

Membran eingekapselt, welche ihre Bewegungen hindert, sie jedoch vor äußern Feinden und den Unbilden der Witterung schützt.

In diesen wenigen Sätzen ist die ganze Morphologie der Amöben enthalten. Es sind eine große Zahl verschiedener Species bekannt, die sich durch die Größe und einige andere, morphologisch wenig in Betracht kommende, untergeordnete Merkmale unterscheiden. Sie leben ein unabhängiges Dasein in stagnierendem Wasser, in welchem sich Fäulnisstoffe finden, oder auf feuchtem Erdreich oder als Parasiten im Darmkanal oder im Innern vieler Tiere.

Nicht immer jedoch stellen die einzelligen amöboiden Organismen Lebewesen in ihrer vollen fertigen Entwicklung dar. Eine außerordentlich große Zahl niederer mehrzelliger Tiere zeigen im Anfangsstadium ihres Lebens für eine gewisse Zeit eine Form, die in der That derjenigen der Amöben sehr ähnlich ist. Erst später vergrößern sie sich, werden starr, kapseln sich ein, nehmen die runde Gestalt und den passiven Zustand an, welche der Eizelle eigentümlich sind, oder sie werden auch, einer entgegengesetzten Wandlung unterworfen, kleiner, dünner, entwickeln eine Geißel oder einen Schwanz und nehmen das bewegliche, ungemein lebhaftes Verhalten des Infusorium oder des Spermatozoiden, der männlichen Zelle an.

Endlich gibt es amöboide Organismen, welche nicht im Freien als selbständige Species leben, sondern Teile zusammengesetzter Aggregate sind, d. h. mehrzelliger Organismen. Solche sind die Leukocyten oder weißen Körperchen, die im Blut und in der Lymphe der höhern Tiere leben, als ausgesprochene Individuen, obwohl ihr Leben mit demjenigen des zusammengesetzten Organismus, von dem sie einen Teil ausmachen, vereinigt und unlöslich verbunden ist. Nach den genauen Untersuchungen von Ehrlich kann man im Menschen wenigstens drei Arten von Leukocyten unterscheiden, die sich durch ihre Größe, durch einige Eigentümlichkeiten ihres Kerns und durch verschiedenes Verhalten gegen einige Reagentien von einander unterscheiden. Aber es ist mehr als wahrscheinlich, dass sie in noch größerer Zahl und Verschiedenheit im Blut der niederen Tiere vorkommen.

So haben wir denn eine zahlreiche Reihe amöboider einzelliger Lebewesen, die man passend in drei Gruppen einteilen kann: zur ersten gehören die im eigentlichen Sinn sogenannten Amöben, welche frei in der Natur leben oder als Parasiten im Körper anderer Tiere; zur zweiten diejenigen, welche unreife Eier oder Spermatoblasten vielzelliger Tiere darstellen; zur dritten diejenigen, welche in Gemeinschaft mit höhern Organismen als wesentliche Bestandteile derselben leben, nämlich die Leukocyten.

Wir wollen nun die Amöben mit dem Mikroskop beobachten, um ausfindig zu machen, was sie uns von ihren Thätigkeiten wahrnehmen lassen.

Zunächst bemerken wir, dass die Körperchen oder Körnchen des Zellprotoplasmas in fortwährender Bewegung nach verschiedenen Rich-

tungen gehen, ohne eine sichtbare Veränderung im äußern Aussehen der Amöbe zu erzeugen. Es ist eine Art rudimentärer, protoplasmatischer Zirkulation, deren Mittelpunkt häufig ein kontraktiles Bläschen, die sogenannte Vakuole, welche wie ein Herz sich rythmisch zusammenzieht und erweitert.

Inzwischen verändert sich das äußere Ansehen der Amöbe langsam durch Ausstreckung der Pseudopodien. Um diese herzustellen kommt zuerst nur die klare mehr oberflächliche Substanz in Thätigkeit, aber während ihres Wachstums fließt ihnen auch schnell die innere körnige Substanz zu.

Mittels des Ausstreckens und Einziehens dieser Pseudopodien kann die Amöbe sich fortbewegen, indem sie sich an festen Körpern anheftet; mittels derselben Pseudopodien macht sie sozusagen Jagd auf andre Mikroben, namentlich auf Bacillen und Diatomeen, um sie zur Beute zu machen. Kaum hat sie die Berührung bemerkt, so umwindet sie dieselben mit ihren Pseudopodien und nach und nach gelingt es ihr sie zu verschlucken und sie dem eigenen Protoplasma einzuverleiben. Wenn sich die Amöbe genügend mit Speise versorgt hat, d. h. eine genügende Anzahl Mikroben verschluckt hat, erschläft sie oder unterbricht vollständig ihre Gestaltsveränderungen und nimmt die Form einer unregelmäßigen Kugel an.

In diesem Stadium ist sie jedoch durchaus nicht unthätig: Dank der Sekretion chemischer Substanzen, die eine giftige Wirkung auf ihre Beute haben, gelingt es ihr sie zu töten und allmählich zu verdauen. Hofer hat durch sehr feine Untersuchungen über die Verdauung der Amöben nachweisen können, dass allmählich, wie die Verdauungsthätigkeit fortschreitet, die Mikroben die Fähigkeit erhalten sich immer intensiver mit Anilinfarben zu färben, denen sie im normalen Zustand in der That widerstanden haben.

Die verdante und gelöste Substanz hat sich der Amöbe assimiliert, will sagen in ihre eigene Substanz verwandelt, und der unverdauliche Teil wird ausgestoßen oder ausgeworfen mittels leichter und geeigneter protoplasmatischer Bewegungen.

Aber nicht immer macht die Amöbe gute Beute. Metschnikoff hat eine ebenso merkwürdige als lehrreiche Thatsache beobachtet. Es gibt Mikroben, die, wenn von der Amöbe verzehrt, der Einwirkung ihrer Verdauungssäfte widerstehen und lebensfähig bleiben, sich vermehren wie Parasiten und eine richtige Infektionskrankheit in ihrem Räuber erzeugen, die ihn allmählich zum Tode führt.

Diese interessante Thatsache, auf welche die allgemeine Lehre von den Infektionskrankheiten sich stützen kann, lässt sich nur erklären, wenn man annimmt, dass der Parasit die Eigenschaft hat irgend eine Substanz zu erzeugen, die schützend für ihn und vergiftend auf die Amöbe wirkt.

Dies Alles hat sich aus Beobachtungen ergeben, die auf die Funktionen gerichtet waren, durch welche die Amöbe sich entwickelt und die Verluste ausgleicht, die sie fortwährend infolge ihrer Bewegungen erleidet. Was ihre Fortpflanzung betrifft, so stellt sich der Vorgang noch viel einfacher dar.

Es gibt bei der Amöbe keine geschlechtliche Differenzierung. Sie ist im strengsten Sinn des Wortes eine ungeschlechtliche Zelle. Wenn sie die äußerste Grenze der Entwicklung erreicht hat, die sich mit ihrer besondern Natur verträgt, oder wenn ihr Ernährungsstand übermäßig geworden ist, spaltet sie sich in zwei Teile, mit Hilfe einer Reihe von Veränderungen, die beim Kern anfangen und die sich dann auf das Protoplasma ausdehnen. Von den beiden neuen Individuen ist eines so jung wie das andere und beide sind ebenso alt als die Art ist. Sie haben die Fähigkeit unendlich zu leben und sich durch direkte und indirekte Spaltung zu vermehren.

In diesem Sinne ist Weismann's Lehre unwiderleglich, dass die einzelligen Organismen virtuell unsterblich sind, was so viel heißt als dass sie nicht einem natürlichen Tod unterworfen sind oder aus innern Ursachen sterben, wie die mehrzelligen Organismen. Die Amöbe stirbt nicht an Altersschwäche, weil sie sich in dem Maß verjüngt, als sie älter wird, was sagen will, dass sie die Fähigkeit hat, unendlich neue lebende Moleküle wieder herzustellen, um diejenigen zu ersetzen, die sie aufzehrt oder zerstört. Es sterben hingegen an Altersschwäche, d. h. an natürlichem Tod, die zusammengesetzten Organismen, weil sie Zellenkolonien vorstellen, deren jede infolge des Polymorphismus und der Arbeitsteilung nur partielle Funktionen und eine begrenzte Fähigkeit der Wiederherstellung hat, welche immer mangelhafter wird und sich allmählich erschöpft. Die Kontinuität des Lebens der mehrzelligen Organismen wird sichergestellt durch die Zeugungszellen (männliche und weibliche), die allein die virtuelle Unsterblichkeit bewahren, deren sich die elementaren Organismen erfreuen.

Alles das, was wir von den Amöben gesagt haben, welche unabhängig im Freien oder als Parasiten im Körper anderer Tiere leben, lässt sich auch vollkommen auf die amöboiden Formen anwenden, mit welchen das Leben vieler mehrzelliger Lebewesen beginnt. Der einzige Unterschied ist, dass diese letzteren, nach einem gewissen Zeitabschnitt danach streben sich geschlechtlich zu differenzieren und entweder die gutgenährte ruhige und passive Form der Eizelle annehmen oder jene schwächliche, unruhige, ungemein bewegliche der Spermazoiden. Und aus der Verbindung oder Verschmelzung dieser zwei elementaren Erzeugnisse, welche entweder von einem einzigen hermaphroditen Individuum oder von zwei Individuen von entgegengesetztem Geschlecht herkommen, nimmt die Entwicklung des komplizierten Organismus seinen Ursprung, der zu sterben bestimmt ist, nachdem er

die zur Fortpflanzung bestimmten amöboiden Elemente ausgeschieden hat, welche allein fähig sind die Art zu erhalten.

Die amöboiden Formen, welche Teile von komplizierten Organismen bilden, die Leukocyten des Blutes der höhern Tiere, bieten ein Untersuchungsobjekt von noch größerer Wichtigkeit. Lieberkühn war der erste, der ihre proteusartige Beweglichkeit erkannt hat, die vollkommen derjenigen der Amöben gleicht; aber für lange Zeit blieben ihre Funktionen geheimnisvoll und man wusste nichts Bestimmtes in bezug auf ihre Bedeutung für das Leben des von ihnen bewohnten Organismus. Erst die neuesten Untersuchungen der Mikroskopiker haben Licht über diesen interessanten Gegenstand verbreitet. Jetzt wissen wir durch die Entdeckung von Cohnheim, dass die Leukocyten die Fähigkeit haben, aus dem Blutstrom in die Zwischenräume der Saftkanälchen der Gewebe auszuwandern, und dass diese Auswanderung stürmisch werden kann in denjenigen Teilen, welche aus natürlichen oder experimentellen Ursachen einer entzündlichen Reizung ausgesetzt wurden. Die Lehre von der Eiterung und von der Bildung der Abszesse ist endgiltig in Zusammenhang mit dieser außerordentlich interessanten Thatsache der Auswanderung der Leukocyten gebracht. Scharfsinnige Untersuchungen von Thoma, Recklinghausen und andern haben jetzt klar erwiesen, dass das Austreten nicht als eine passive Diapedesis anzusehen sei, sondern als eine wirkliche aktive Auswanderung, die von der amöboiden Beweglichkeit der Leukocyten herrührt. Massart und Bordet haben gefunden, dass die Leukocyten die Fähigkeit besitzen, durch die feinsten Poren der festesten Körper, wie Knochen und Elfenbein, zu dringen. Sie bleiben immer in Berührung mit der innern Auskleidung der Gefäße, welche sie mit der Spitze eines ihrer Pseudopodien durchbohren können, an welchen sie vorübergehende Oeffnungen erzeugen, durch welche sie dann allmählich ihren ganzen Körper wie durch einen Ring hindurchzwängen.

Durch die Entdeckung des sogenannten Phagocytismus, der sich besonders auf die schönen Untersuchungen von Metschnikoff gründet, sind neue äußerst interessante Gründe für eine noch größere Verwandtschaft der Leukocyten mit den Amöben hinzugekommen. Auch wenn sie dem Blut entzogen und unter dem Mikroskop beobachtet werden, erkennt man, dass die Leukocyten fähig sind, wie die Amöben, viele fremde Körper, die ihnen in den Weg kommen, zu verschlucken und nicht allein unorganische Körper wie Karminkörnchen und andere Farbstoffe, abgestorbene Zellen und Zellfragmente, sondern auch lebende Mikroben, rote Blutkörperchen, Bakterien verschiedener Art, pathogene und nicht pathogene.

Wie die Amöben haben die Leukocyten die Fähigkeit die toten Körper zu verdauen und die von ihnen verschluckten lebenden Elemente und die Mikroben chemisch zu töten und aufzulösen. Man hat früh

erkannt, dass die roten Blutkörperchen im Innern der Leukocyten sich allmählich auflösen und einen gefärbten Rückstand zurücklassen. Aehnliche verdauende und auflösende Wirkung üben sie auf die Eiterkörperchen aus, auf das Fibrin der Exsudate, auf die Muskelfasern in dem Fall von akuter Atrophie dieses Gewebes. Endlich hat man unmittelbar das Phänomen der Verdauung verschiedener Arten von verschluckten Mikroben durch die Leukocyten in seinen verschiedenen Phasen beobachten können, z. B. der Milzbrandbacillen, der Spirillen des Rückfallfiebers, der Vibrionen der Septikämie, der Streptokokken des Erysipels. Die Thatsache, dass die Enzyme der albuminoiden Sekrete aus den Verdauungsorganen der höhern Tiere, das Pepsin und das Trypsin, nicht fähig sind gewisse Bakterien zu töten, schließt die Möglichkeit nicht aus (wie auch Metschnikoff thatsächlich beobachtet hat), dass die Leukocyten Enzyme enthalten, die in höhern Maß befähigt sind bakterientötende Wirkung auszuüben. Diese Thätigkeit ist jedoch nicht unbeschränkt und erstreckt sich nicht auf alle die zahllosen Arten pathogener und nicht pathogener Mikroben. Man hat bei einigen Krankheiten nachweisen können, dass die Leukocyten einen Teil der Mikroben verschlucken, z. B. die der Tuberkelbacillen, auch eine gewisse Anzahl verdauen; ein andrer Teil dagegen bleibt lebend und dieser hat die Fähigkeit sich in ihrem Innern zu vermehren und so nach und nach eine allgemeine Erkrankung zu erzeugen. Noch mehr: die Leukocyten verschlucken nicht alle Arten Mikroben, die sie auf ihrem Wege finden. Sie sind fähig (wenigstens bis zu einem gewissen Punkt) die Beute auszuwählen, die ihnen zur Nahrung dient. Sie widerstreben gewisse schädliche Mikroben zu verschlucken, während sie auf andere verschiedener Arten Jagd machen, die für den Organismus, den sie angegriffen haben, nicht weniger giftig sind. Auf dieselbe Weise wählen die Amöben ihre Speise und weisen gewisse schädliche Substanzen zurück, während sie andere verschlingen, obwohl sie (wie wir sagen würden) nicht immer glücklich in ihrer Wahl sind und daher das Opfer derjenigen Mikroben werden, die sie sich erbeutet hatten.

Alle diese Erscheinungen, welche das Leben der amöboiden Elemente verständlich machen, zeigen sich bei der direkten Beobachtung derselben mittels des Mikroskops unter den einfachsten natürlichen oder künstlichen Bedingungen. Sie stellen die erste Stufe der physiologischen Untersuchung bezüglich dieser einfachsten Organismen dar. Wir können in der That einige wohlbeglaubigte Grundsätze aus ihnen folgern. Wir können bis jetzt feststellen, dass die Amöben und die amöboiden Organismen im Allgemeinen eine Beweglichkeit besitzen, die sich in den verschiedensten Formveränderungen ausdrückt, welche häufig unabhängig von sichtbaren Veränderungen der Umgebung sind und daher den Charakter der spontanen oder automatischen Bewegungen haben. Wir können außerdem in den amöboiden

Organismen eine metabolische Kraft feststellen (in den verschiedenen Species wechselnd), mittels welcher sie organische Körper, tote und lebende, aus der Umgebung in eigene Substanz verwandeln und auf diese Art alle Verluste ersetzen, sich vergrößern und vermehren können. Wir können endlich feststellen (immer auf Grund direkter Beobachtung), dass die proteusartigen Bewegungen, mittels welcher die Amöben sich zu der Umgebung in Beziehung setzen, zum großen Teil mit ihrem Ernährungsbedürfnis und ihrer metabolischen Kraft zusammenhängen und ihr sozusagen angepasst sind, der Art, dass diese sich nicht ohne jene bewerkstelligen könnten.

Aber hier stellt sich uns eine Reihe ebenso wichtiger als schwieriger Probleme entgegen. Man verlangt vor Allem sich Rechenschaft zu geben über die Art der amöboiden Bewegungen, welche hauptsächlich unsere Aufmerksamkeit erregen. Sind es reine und einfache Wirkungen mechanischer Kräfte, oder werden sie verursacht und begleitet von psychischen Erscheinungen wie die willkürlichen Bewegungen? Haben die Amöben eine Seele? Entspricht dem äußern objektiven Aussehen ihrer Lebenserscheinungen ein inneres subjektives, oder vollzieht sich ihr ganzes Leben im tiefen und dunkeln Abgrund des Unbewussten und ist es niemals auch nur teilweise von jener Fackel erleuchtet, in deren Strahlen der Mensch und die höhern Tiere sich bewegen?

Mit den durch die Beobachtung erlangten Ergebnissen ist es nicht möglich eine Antwort auf eine so schwierige Frage zu geben. Dazu bedarf es einer höhern wissenschaftlichen Stufe, die uns Ergebnisse liefert, welche, sichergestellt durch das physiologische Experiment, auf die einzelligen Organismen angewendet werden können. Diese Versuche müssen von jener einfachen Art sein, bei welcher man künstlich in verschiedener Weise die Bedingungen der Umgebung zu ändern sucht, in welcher für gewöhnlich jene Organismen leben, um so fest zu stellen, wie sie darauf reagieren und wie sie sich in den einzelnen Fällen verhalten. Ich bitte Sie mir auf diesem kurzen Ausfluge zu folgen, welchen ich mich bemühen werde Ihnen angenehm zu machen, indem ich die leichtesten Wege wähle, auf denen wir durch die wenigsten technischen Dornen uns hindurchwinden müssen.

(Schluss folgt.)

## Zirpende und springende Ameisen.

Von Professor **C. Emery** in Bologna.

Im Anschluss an die interessante kleine Schrift **Wasmann's** über Lautäußerungen der Ameisen möchte ich hier mitteilen, dass große amerikanische Poneriden wirklich zirpen. Ich hatte schon längst bemerkt, dass die breite Gelenkfläche des 2. (eigentlich 3., wenn man das Stielchen mitrechnet) Hinterleibssegments, welche in das 1. ein-

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Luciani Luigi

Artikel/Article: [Vorstufen des Lebens. 179-189](#)