den Einfluss desselben auf die Veränderung der elektrischen Spannung zu bestimmen, wurden die Versuchspflanzen zum Teil im Dunkeln, zum Teil bei Kohlensäureentzug untersucht.

Ein Blatt von *Quercus pedunculata* zeigte den Ausschlag + 17. Nach der Verdunklung sinkt der Ausschlag schnell, innerhalb 10 Minuten bis auf 10. Nach dem Erhellen steigt der Ausschlag wieder. Bei 28 ist er konstant. Die Verdunklung lässt den Ausschlag wieder zurückgehen bis auf 17 (nach 6 Minuten), die Belichtung wieder steigen bis zu 32.

Dieses Verhalten der Versuchspflanze, dem eine Reihe anderer Arten völlig adäquat war, zeigt, dass jedenfalls auch der Kohlensäureassimilation ein gewisser Einfluss auf die elektrischen Ströme in Pflanzen zukommt. Derselbe ist allerdings im Verhältnis zu jenen der Atmung nur von untergeordneter Bedeutung.

(4. Stück folgt.)

Vorstufen des Lebens.

Von Prof. **Luigi Luciani** in Florenz.

(Schluss.)

Man kann mit Leichtigkeit die äußern normalen Lebensbedingungen der amöboiden Organismen verändern, indem man physikalische, chemische oder physiologische Agentien künstlich auf sie einwirken lässt, welche im stande sind Reaktionen zu erzeugen, was so viel sagen will als die Lebensthätigkeiten der betreffenden Organismen in Bewegung zu setzen. Die einfachsten Reize sind ohne Zweifel die mechanischen, weshalb wir mit ihnen anfangen wollen.

Man hat schon lange beobachtet, dass ein einfacher Stoß auf das Gläschen des Objektträgers, auf welchem man mikroskopisch die Bewegungen einer Amöbe beobachten will, genügt, um dieselbe augenblicklich zum Stillstand zu bringen, und wenn der Stoß stark genug ist, sie zu veranlassen, die Pseudopodien oder protoplasmatischen Auswüchse einzuziehen. Wenn ferner die auf den Objektträger ausgeübten Stöße sich in häufigen Intervallen und mit einer gewissen Stärke wiederholen, dann steigern und summiren sich die durch jeden Reiz ausgeübten Wirkungen, so dass nach einer oder zwei Minuten ein wirklicher mechanischer Tetanus entsteht, während dessen eine konzentrische Zusammenziehung des ganzen Protoplasmas stattfindet, so dass die Amöbe eine kugelförmige Gestalt annimmt.

Außer den allgemeinen mechanischen Reizen hat man auch die Wirkungen lokaler Reize auf die Amöben untersucht, indem man sie mit stumpfen Körpern oder mit feinsten Nadeln berührte, drückte oder stach.

Die motorischen Reaktionen fehlen entweder gänzlich in diesem Fall oder beschränken sich auf den gereizten Teil oder übertragen

sich langsam auf den übrigen Teil des Körpers, je nach der Intensität des Reizes und dem Grad der Erregbarkeit des Individuums, mit welchem man experimentiert, welche je nach der Gattung sehr verschieden oder wechselnd bei den verschiedenen Amöboidenarten ist.

Verworn betrachtet solche repulsiven Bewegungen der Monorganismen auf künstliche mechanische Berührungen oder Reize als ein Zeichen von dem, was er negativen Tigmotropismus nennt, im Gegensatz zu der Neigung derselben freiwillig auf der Oberfläche fester Körper zu haften, an ihnen entlang zu kriechen und in ihre Poren einzudringen, auch entgegen der Schwerkraft, welche Tendenz er positiven Tigmotropismus nennt.

Die akustischen Reize gehören vom physikalischen Standpunkt in die Kategorie der mechanischen Reize, von denen sie sich mehr quantitativ als qualitativ unterscheiden. Da der Mensch und der größte Teil der Tiere Organe besitzen, welche fähig sind auf die Schallwellen zu reagieren ohne direkte Berührung und durch Vermittlung der Luft, so hat man festzustellen versucht, ob auch das Protoplasma der Monorganismen dieselbe Fähigkeit besitze. Aber auf verschiedene Weise ausgeführte Versuche haben nicht zu so überzeugenden Resultaten geführt, um uns irgendwie zur Annahme zu berechtigen, dass die Erregbarkeit des amöboiden Protoplasmas durch akustische Reize in Thätigkeit versetzt werden könne, wie es durch gröbere mechanische Reize geschieht. Diese Beobachtung führt uns zum Schluss, dass die Schallwellen im Allgemeinen erst dort anfangen als Reize Wert zu haben, wo eine besondere Differenzierung der Organe stattgefunden hat, welche bei den Monorganismen sich noch nicht findet.

Von größerer Wichtigkeit erscheinen die experimentellen Resultate, die man bei den gleichen amöboiden Elementen mit thermischen Reizen erzielt hat. Es ist schon in allerfrühesten Zeiten beobachtet worden, dass ein gewisser Grad von Wärme Grundbedingung alles Lebens ist und dass eine Minimalgrenze der Temperatur besteht, über die hinaus jede Lebensthätigkeit aufgehoben ist und eine Maximalgrenze, jenseits welcher der Organismus stirbt. Aber hier handelt es sich darum, genau zu bestimmen, bis zu welchem Punkt innerhalb der gegebenen Grenzen die verschiedenen Temperaturgrade die amöboiden Bewegungen beeinflussen können.

Kühne war der erste, der den thermischen Tetanus bei den Amöben durch Erhöhung der Temperatur auf 35° C beobachtet hat. Indem er die Umgebung wieder abkühlte, sah er, wie sich die amöboiden Bewegungen langsam wieder einstellten; bei der Erwärmung hingegen bis auf 40—45° C trat der Tod durch Gerinnung des Protoplasmas ein. Die späteren Untersuchungen haben diese Resultate bestätigt und erweitert. Man kann danach behaupten, dass durch die Herabsetzung der Temperatur die amöboiden Bewegungen allmählich langsamer werden, bis sie zuletzt ganz aufhören, und dass mit der

Erhöhung derselben sie immer lebhafter werden, bis sich im ganzen Protoplasma die thermische Starre einstellt.

Andere Untersuchungen wurden von Verworn ausgeführt, um zu bestimmen, ob der thermische Reiz fähig sei, nicht allein die amöboiden Bewegungen zu erregen, sondern auch die Richtung derselben auf einen gewissen Punkt zu beeinflussen. Zu diesem Zweck muss man die Wärmestrahlen nur auf einen Teil der Amöbe wirken lassen um zu sehen, ob sie sich in der Richtung des durch die Wärme erregten Teils oder nach der entgegengesetzten Seite bewegt. Dies erreichte Verworn durch ein sehr ingeniöses technisches Verfahren, und er gelangte zu der Ueberzeugung, dass man in den Amöben einen Thermotropismus annehmen müsse, analog dem Heliotropismus, den man bei den Pflanzen und bei den unbeweglichen Tieren eingehend untersucht und deutlich erkannt hat. Die Amöben bewegen sich immer in entgegengesetzter Richtung zu dem thermischen Reiz; sie zeigen also einen negativen Thermotropismus. Niedrigen Temperaturen gegenüber beweisen sie sich indifferent, und es war bisher nicht möglich einen positiven Thermotropismus in ihnen nachzuweisen.

Die Erscheinungen des Heliotropismus der Pflanzen und der niedrigen Tiere, d. h. ihre Fähigkeit je nach der Richtung der Sonnenstrahlen ihre Körperaxe zu wenden, hängt weniger von den thermischen als von den chemischen Einwirkungen der Lichtwellen ab. Es sind viele Versuche gemacht worden, um genau die Einwirkung der Lichtreize auf die verschiedenen Arten der Lebewesen, die zum Bereich der Protisten gehören, zu bestimmen, um die Frage zu entscheiden, ob die Erregbarkeit durch das Licht eine allgemeine Eigenschaft des Protoplasmas sei, oder ob sie nur während der Entwicklung der Organismen zu stande kommt.

Was die amöboiden Monorganismen oder solche mit nacktem Protoplasma anlangt, so waren die Resultate dieser Untersuchungen durchaus negative. Es gelang nicht irgend eine merkliche Wirkung auf sie wahrzunehmen, weder auf ihre Bewegungen noch auf die Richtung derselben, wenn sie vom Hellen ins Dunkle oder umgekehrt versetzt wurden. Wenn man sie mit den Farben des Sonnenspektrums mittels eines Mikrospektroskops beleuchtete, so konnte man die Amöbe mit ihren kriechenden Bewegungen von einem Ende des Spektrums zum andern wandern sehen, vom Violett zum Rot, vom Rot zum Violett, ohne dass sie die geringste Abweichung weder in der Lebhaftigkeit noch in der Richtung ihrer Bewegungen zeigte.

Diese Resultate unterscheiden sich außerordentlich von denjenigen, welche man bei andern Protisten, besonders bei der Gruppe der Bakterien und Diatomeen beobachtet. Aus den Untersuchungen von Strasburger geht hervor, dass die Intensität des Lichts einen großen Einfluss auf die Bewegungen der erwähnten Protisten ausübt, in dem

Sinne, dass sie bei einem gewissen Grad der Intensität einen positiven Phototropismus zeigen, d. h. dass sie sich der Lichtquelle nähern; bei einem andern Grad der Intensität entfernen sie sich, zeigen daher einen negativen Phototropismus; bei wieder einem andern Grad endlich zeigen sie sich indifferent. Man konnte ferner feststellen, dass auch die Wellenlänge der Lichtstrahlen von Bedeutung ist. Z. B. das sogenannte Bacterium photometricum reagiert nur auf die ultraroten Lichtstrahlen und reagiert kaum auf die Strahlen zwischen den Fraunhofer'schen Linien *C* und *D*. Sicher muss man diese Fähigkeit auf Licht zu reagieren, gemäß den Regeln der Evolutionslehre, als eine Anpassung an besondere Lebensbedingungen betrachten, die von großem Nutzen für die Existenz gewisser Organismen ist.

Bei den Amöboiden hat sich diese Erregbarkeit auf den Lichtreiz noch nicht auf eine wahrnehmbare Weise entwickelt; was mir als neuer Beweis zur Befestigung der Annahme erscheint, dass sie in der That im Protistenreich die älteren und einfacheren Formen darstellen, aus deren Differenzierung die andern Gruppen der Protophyten und Protozoen hervorgegangen sind.

Interessant stellen sich auch die Wirkungen der elektrischen Ströme dar, wenn man bedenkt, dass man bei den Monorganismen im Allgemeinen keine Anpassung an diese Art von Reizen annehmen kann, weil unter den natürlichen Bedingungen, in welchen sie leben, sie schwerlich denselben ausgesetzt sind, wenigstens in derjenigen Stärke, welche man bei physiologischen Experimenten anwendet.

Wir verdanken Kühne und Engelmann die ersten Untersuchungen dieser Wirkung. Sie fanden übereinstimmend, dass die Amöben bei schwachen Schlägen des Induktionsstroms nach einer gewissen Periode latenter Erregung die Zirkulation und Bewegung der Protoplasmakörnchen auf kurze Zeit unterbrechen und nachher wieder ihre normalen Funktionen aufnehmen. Bei Verstärkung der Schläge ziehen sie die Pseudopodien ein und nehmen kugelige Gestalt an, um sie nach einer gewissen Zeit von Neuem herauszustrecken. Verstärkt man die Schläge noch mehr, dann folgt auf den elektrischen Tetanus eine Art Gerinnung des Protoplasmas, an dem auch der Kern teilnimmt. Auch die konstanten Ströme erzeugen, je nach ihrer Intensität, eine teilweise oder totale Zusammenziehung des amöboiden Protoplasmas.

Verworn entdeckte eine besondere Einwirkung der galvanischen Ströme, analog derjenigen, welche von andern Reizen hervorgerufen wird; er bezeichnet sie als Galvanotropismus. Versuchsobjekte waren verschiedene Arten von Wimperinfusorien. Protozöen dieser Gattung, die sich in einem Wassertropfen befinden, durch welchen ein Strom geleitet wird, bewegen sich zur Kathode oder dem negativen Pol hin in wellenförmigen Bewegungen, die um so ausgeprägter sind, je

schwächer der Strom ist. Oeffnet man den Strom, so erhalten die Infusorien wieder ihre Freiheit und sie zerstreuen sich wieder im Wassertropfen. Es handelt sich hier nicht um eine kataphorische Thätigkeit, d. h. um eine mechanische, passive Bewegung nach der Richtung des Stroms, die auch bei nicht lebenden Körperchen vorkommen könnte, weil in diesem Fall der Weg ein geradliniger wäre, die Bewegung schneller und ohne jede Richtung der Körperaxe. Außerdem werden diese Bewegungen durch Chloroform oder Aethereinwirkung aufgehoben, was nicht der Fall wäre, wenn sie nicht physiologische Prozesse lebender Wesen darstellten.

Ganz neuerdings hat Dineur den von Verworn entdeckten Galvanotropismus bestätigt, und mit Hilfe einer sinnreichen Methode beobachtete er, dass auch die Leukocyten in wahrnehmbarer Weise dasselbe Phänomen zeigen, indem sie sich mit sichtlicher Bevorzugung der Anode oder dem positiven Pol nähern. Auch hat er außerdem beobachtet (was der Bestätigung bedarf), dass in entzündeten Teilen die Leukocyten sich in entgegengesetztem Sinn verhalten, d. h. sich vorzugsweise zum negativen Pol wenden, wie es die Infusorien thun.

Von ganz außerordentlicher Bedeutung ist die Untersuchung der Wirkungen, welche die chemischen Verbindungen auf die Erregbarkeit des Protoplasmas der Monorganismen ausüben. Die Zahl derjenigen, welche die Fähigkeit haben als Reiz auf die amöboiden Elemente zu wirken, ist außerordentlich groß. Die Säuren, die Alkalien, die Salze, die stickstoffhaltigen und nicht stickstoffhaltigen Substanzen, organische oder mineralische, können gleicherweise Reize ausüben, vorausgesetzt, dass sie in genügender Konzentration angewendet werden. Kühne hat gefunden, dass die Amöben ihre Pseudopodien einziehen und ihre kugelige Form annehmen, sowohl bei Einwirkung von 1proz. Salzsäure als von 1proz. Kali- wie 1—2proz. Natron-Lösung. Die Beweglichkeit schien erst zuzunehmen, nahm dann aber ab bis zur tötlichen Erstarrung, welche man verhindern konnte, wenn man die Lösung mit Wasser verdünnte.

Auch Gase zeigten sich auf die amöboiden Organismen wirksam, so Ammoniak, Dämpfe von Aether oder Chloroform. Diese letzteren heben allmählich die Bewegungen der Amöben auf; dieselben nehmen die kugelige Gestalt des unthätigen Stadiums an und zeigen somit eine wirkliche Narkose wie die höheren Tiere. Wenn man der Amöbe den Sauerstoff entzieht, indem man sie in eine Umgebung von Wasserstoff, einem indifferenten Gas, bringt, halten ihre Bewegungen noch eine gewisse Zeit an, dann werden sie allmählich träger und hören zuletzt ganz auf. Wenn sie 24 Stunden in diesem dem Tod ähnlichen Stadium der Unthätigkeit geblieben sind, genügt es ihnen Sauerstoff zuzuführen, damit sie sich erholen und von Neuem auf normale Weise zu kriechen anfangen.

Am Interessantesten unter allen Erscheinungen unmittelbarer Einwirkung von Reizen erscheinen diejenigen, welche durch chemische Agentien hervorgerufen werden. Es war eine wahre Entdeckung, als im Jahr 1887 der Botaniker Pfeffer den Nachweis brachte, dass viele mit spontaner Beweglichkeit ausgestattete Monorganismen von gewissen in Lösung befindlichen Substanzen beeinflusst werden können, der Art, dass sie angezogen oder abgestoßen werden. Er nennt die Erscheinung Chemotaxis. Um sie aber der für ähnliche Erscheinungen angenommenen Nomenklatur anzupassen, werden wir sie mit Verworn „Chemotropismus" nennen. Eine gegebene Lösung kann auf den einen Organismus einen energischen chemotropischen Reiz ausüben, auf den andern einen schwachen. Die erregende Wirkung hängt von der chemischen Zusammensetzung ab; z. B. ist Kali wirksam in Verbindung mit einer bestimmten Säure und nicht mit einer andern. Einige Gifte (salicylsaures Natrium, Morphium) üben in schwacher Lösung eine anziehende Wirkung aus, in konzentrierter Lösung eine abstoßende. Es gibt Substanzen (Alkohol, die Alkalien, die freien Säuren), die immer eine abstoßende Wirkung ausüben. Die Methode für solche Untersuchungen ist außerordentlich einfach: Es genügt ein an einem Ende geschlossenes Kapillarröhrchen mit der Versuchslösung in das Wasser, welches die Mikroben enthält, einzutauchen. Entweder dringen die Mikroben in das Röhrchen ein; dann handelt es sich um positiven Chemotropismus; oder sie fliehen weit davon, dann haben wir negativen Chemotropismus.

Die Wichtigkeit dieser Entdeckung tritt besonders bei der Anwendung hervor, die sogleich von ihr gemacht wurde für die Erklärung der Auswanderung der Leukocyten und des Phagocytismus, d. h. der Fähigkeit der weißen Blutkörperchen, Mikroben, welche die gewöhnliche Ursache der akuten Krankheitsprozesse sind, anzuziehen und zu verschlucken.

Leber ging von der Vorstellung aus, dass die Auswanderung der Leukocyten zum Entzündungsherd hin eine chemotropische Erscheinung sei, die aus einer auf die Leukocyten aus der Entfernung ausgeübten Thätigkeit der chemischen Produkte der eitererregenden Mikroben herrühre. Den Beweis führte er durch ein Experiment von einer in so schwierigen Fragen bewundernswerten Durchsichtigkeit. Er extrahierte aus Kulturen des *Staphylococcus aureus* eine krystallisierende Substanz, die er Phlogosine nannte; als er ein Kapillarröhrchen mit jener Substanz in die vordere Augenkammer eines Kaninchens einführte, fand er, dass in kurzer Zeit in dem Röhrchen eine große Anzahl aus den perikornealen Blutgefäßen ausgewanderter Leukocyten sich ansammelten.

Dieses wichtige Ergebnis ermutigte viele andere Forscher die Untersuchungen fortzusetzen. Lubarsch konnte beweisen, dass die lebenden Bakterien auf die Leukocyten des Frosches eine größere Anziehungskraft ausüben als die vorher durch Hitze getöteten Bak-

terien. Massart und Bordet konnten den Beweis liefern, dass die gleichen Leukocyten von Kulturflüssigkeiten verschiedener Mikroben angezogen werden, wie von entzündlichen Transsudaten, von gewissen Zersetzungsprodukten, stickstoff- und phosphorhaltiger Substanzen, wie z. B. dem Leucin; anderseits bewies Gabritschewsky, dass andere sehr giftige Mikroben (z. B. der Bacillus der Hühner-Cholera) und viele andere chemische Substanzen (z. B. die Natrium- und Kaliumsalze, Glyzerin, die Gallenbestandteile, das Chinin) eine abstoßende Wirkung auf die Leukocyten ausüben. Diese letzteren Thatsachen erklären es, warum die Leukocyten aus den überfüllten Blutgefäßen nicht auswandern, wenn sie sich in der Nähe einer dieser Substanzen befinden, welche eine zurückstoßende Wirkung oder einen negativen Chemotropismus auf sie ausüben.

Wir wollen zum Schluss noch eine von Massart und Bordet bewiesene wichtige Thatsache anführen. Wenn man mittels Paraldehyd oder Chloroform die Leukocyten zu narkotisieren versucht, so hören ihre Bewegungen auf, analog dem Vorgang bei den Amöben, und ihre Auswanderung aus den Gefäßen, die schon im Gang war, hört vollständig auf.

Diese klare und bündige Darstellung der hauptsächlichsten Erscheinungen, die wir bisher dadurch erhalten haben, dass wir auf die amöboiden Monorganismen verschiedene Arten von Reizen haben wirken lassen, bietet uns eine genügende Grundlage für einige Betrachtungen von großer Wichtigkeit in Bezug auf die vorher aufgeworfene physiopsychologische Frage. Wenn wir die Summe der Erscheinungen, die wir beschrieben haben, in eine allgemeine Formel zusammenfassen wollen, so können wir sagen: die Wirkungen der verschiedenen Reize auf die amöboiden Monorganismen stellen sich dar, je nach ihrer Intensität oder der Art ihrer Anwendung, durch Stillstand oder Unterbrechung der im Gang befindlichen Bewegungen, durch schwache oder starke, teilweise oder vollkommene Kontraktionen ihres Protoplasmas und endlich durch die Erscheinungen des positiven oder negativen Tropismus, d. h. der Richtungsveränderung ihrer lokomotorischen Bewegungen, durch welche sie sich nähern oder entfernen, angezogen oder abgestoßen werden von den Reizen, je nach der verschiedenen Natur und verschiedenen Intensität derselben.

Die erste Schlussfolgerung, die unmittelbar aus diesen Thatsachen gezogen werden kann, ist sehr einfach: Die amöboiden Organismen haben die Eigenschaft auf äußere Reize wirksam zu reagieren, welche Eigenschaft man, physiologisch ausgedrückt, Erregbarkeit nennt. Da diese Organismen die einfachsten Formen des Lebens darstellen, aus welchen sich durch aufeinanderfolgende, auseinandergehende Differenzierungen die Pflanzen und Tiere entwickeln, so folgt daraus, dass die Erregbarkeit eine fundamentale, allgemeine, physiologische Eigenschaft jedes lebenden Organismus ist. Aber wenn wir überdies

die Beschaffenheit und Eigentümlichkeiten der Reaktionen betrachten, durch welche sich die Erregbarkeit der Amöboiden äußert, finden wir Beweise, die uns indirekt zum Schluss führen, dass diese Reaktionen hervorgerufen und begleitet werden von innern Prozessen, die einen subjektiven Charakter haben, das will sagen von psychischen Prozessen.

Zudem bemerken wir, dass die motorischen Erscheinungen in den meisten Fällen dem individuellen Leben der Amöboiden von Nutzen sind und das Gepräge der Verteidigung gegen störende Einflüsse tragen. Selbst mit dem einfachen Einziehen der Pseudopodien und durch den Uebergang in die Kugelgestalt verfolgt die Amöbe den Zweck, sich dem Ursprung des Reizes zu entziehen oder demselben die möglichst kleine Oberfläche darzubieten, auf welche er wirken kann.

Noch interessanter von diesem Gesichtspunkt aus ist die Betrachtung der tropischen Erscheinungen. Die Vorrichtung, durch welche diese zu stande kommen, ist uns bis jetzt noch vollkommen dunkel und wird uns vermutlich noch für lange Zeit dunkel bleiben. Auf jeden Fall würde, selbst wenn für jede dieser Erscheinungen eine mechanische Erklärung gefunden würde, ihr psychischer Charakter damit nicht ausgeschlossen sein. Durch die objektive Kenntnis oder die Kenntnis der äußern Erscheinung der psychischen Phänomene wird die subjektive Kenntnis oder Kenntnis ihrer innern Erscheinung weder vermehrt noch vermindert. „Die Physiologie, sagt Wundt, versucht die Erscheinungen unseres eigenen Nervensystems von den allgemeinen physikalischen Gesetzen abzuleiten; aber die Thatsachen unseres Bewusstseins bleiben dabei unerklärt“. Der psychische Charakter der negativ tropischen Erscheinungen erweist sich durch den Umstand, dass die Monorganismen sich von der Wirkungssphäre der schädlichen Einwirkungen entfernen; der psychische Charakter der positiv-tropischen Erscheinungen zeigt sich durch den Umstand, dass häufig ihre Annäherung an die Reizquelle der Erhaltung ihres Lebens nützlich ist; endlich macht die Umwandlung der positiv-tropischen Erscheinungen in negative bei verstärkter Intensität auf jeden nicht voreingenommenen Geist den Eindruck, dass die schwächeren Reize bei den Monorganismen eine angenehme Empfindung erzeugen und die stärkeren eine unangenehme.

Damit will ich nicht leugnen, dass nicht immer die Bewegungen der Amöboiden für ihr eigenes Leben nützlich sind. „Nicht selten kommt es vor“, sagt Lukjanow, „dass diese Organismen, wie behext, sich beeilen in großen Schaaren dahin zu laufen, wo sie ein sicherer Tod erwartet“. Wenn z. B. die Leukocyten dem Entzündungsherd zuströmen, dann wenden sie sich den Stoffwechselprodukten der Bakterien zu und, mit diesen in Berührung gekommen, packen und verschlucken sie dieselben, vergiften und töten sich dadurch, indem sie sich in Eiterkörperchen verwandeln. Es wäre ein lächerlicher Anthropomorphismus, wenn man annähme, dass sie sich in diesen Fällen

zu Beschützern des Lebens des zusammengesetzten Organismus aufwürfen und mutig dem Tod entgegen gingen, um ihn vor den äußern, durch die Bakterien repräsentierten Feinden zu verteidigen, wie die Soldaten auf dem Schlachtfeld sterben zur Verteidigung ihres Vaterlands, das in unserm Fall durch den großen Organismus dargestellt wird, dessen Teile die Leukocyten sind. Anderseits hat man beobachtet, dass in andern Fällen, wo dem Gesamtorganismus noch größere Gefahr drohte, die Leukocyten verweigern dem Tod entgegenzugehen. So z. B. verhalten sich die Leukocyten der Mäuse und Meerschweinchen passiv gegenüber den Milzbrandbacillen und den Vibrionen der Septihämie, die in kurzer Zeit die betreffenden Tiere töten. Aber wer aus diesen Thatsachen mit absoluter Sicherheit den psychischen Charakter der amöboiden Thätigkeit leugnen wollte, würde dadurch beweisen, dass er mit den Grundzügen der Entwicklungstheorie nicht vertraut ist, nach welcher der teleologische Charakter der Funktionen der einzelnen Elemente, welche einen komplizierten Organismus zusammensetzen, nicht die Wirkung eines vorgefassten Schöpfungsplanes ist, noch von einem Archäus oder ihm eingeborenen ordnenden Lebensprinzip abhängt; er würde beweisen, dass er vergisst, dass auch im Menschen (von dessen psychischer Thätigkeit wir in uns selbst, in unserm Bewusstsein, den direkten Beweis haben) sich verschiedene Neigungen begegnen, solche die dem Organismus nützlich und andere die ihm schädlich sind, und dass die langsame, aber sichere Vervollkommnung unserer Art vor allem auf die Thatsache der Selektion gegründet ist, nach welcher die mit nützlichen Neigungen ausgestatteten Individuen gedeihen, sich kräftigen, langlebig sind und zahlreiche Nachkommenschaft haben, und diejenigen Individuen, die schädliche und schlechte Neigungen haben, kümmerlich leben, schwach werden und im Kampf ums Dasein unterliegen, indem sie geringe oder keine Nachkommenschaft hinterlassen.

Ein anderer wertvoller Beweis, der zu Gunsten des psychischen Charakters sowohl der reagierenden Bewegungen als auch der spontanen oder automatischen Bewegungen der Monorganismen spricht, wird uns durch die Thatsache geboten, dass die sog. Anästhetica (Chloroform, Aether, Paraldehyd), die im Menschen und bei den höhern Tieren jede motorische Thätigkeit aufheben, ohne ihnen die Fähigkeit dafür zu rauben, dieselbe Wirkung auf die Amöboiden ausüben. Da es nun bei den ersteren sicher nachgewiesen ist, dass das Aufhören der Bewegungen von der Paralyse oder Aufhebung der Sensibilität abhängt, so folgt vernunftgemäß daraus, dass auch bei den andern die Erscheinung denselben Ursprung hat.

Nach allen diesen Betrachtungen kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die amöboiden Monorganismen Sensibilität besitzen, im wirklichen psychologischen Sinn verstanden, nicht im bildlichen, wie ihn häufig die Physiologen und auch die Physiker an-

wenden, indem sie z. B. von Gleichgewichtssensibilität oder von der des Galvanometers oder der thermoelektrischen Säule sprechen. Daher muss man nicht nur die Erregbarkeit, sondern auch die Sensibilität als die fundamentale physiologische Eigenschaft ansehen, die allen lebenden Organismen gemeinsam ist. Diese wichtige Folgerung findet eine direkte experimentelle Bestätigung in den schönen Untersuchungen von Cl. Bernard über die Wirkungen der Anästhetica, die er auf alle Gruppen lebender Wesen, höhere und niedere Tiere und Pflanzen, ausgedehnt hat.

Dennoch scheint mir das Verhältnis zwischen Erregbarkeit und Sensibilität, der spezifische Unterschied zwischen diesen beiden fundamentalen Eigenschaften des Lebens, von den Physiologen im Allgemeinen nicht richtig aufgefasst zu werden, auch nicht von Cl. Bernard. „Wir meinen", sagt er, „dass man in der Erregbarkeit eine elementare Form der Sensibilität sehen muss; in der Sensibilität einen erhöhten Ausdruck der Erregbarkeit, d. h. derjenigen Eigenschaft, die allen Geweben und allen organischen Elementen gemeinsam ist, je nach ihrer Natur auf äußere Reize zu reagieren". Wenn wir der Ansicht des berühmten Physiologen beistimmten, so würden wir den psychologischen Sinn, der eng mit dem Wort „Sensibilität" verbunden ist, verkennen und aus ihr ohne plausibeln Grund eine höhere Entwicklungsstufe der Erregbarkeit machen. Ich glaube dagegen, dass Sensibilität und Erregbarkeit dieselbe Sache bezeichnen, von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und durch zwei verschiedene Sprachformen ausgedrückt: Erregbarkeit ist Sensibilität, ausgedrückt durch ein Wortsymbol, welches von der Beobachtung von außen her abgeleitet ist. Sensibilität hingegen ist Erregbarkeit, ausgedrückt durch ein Wortsymbol, welches von der inneren Beobachtung (Selbstbeobachtung) herstammt. Bezeichnen wir als Erregung und Sensation die in Aktivität getretene Erregbarkeit und Sensibilität; dann ist Erregung die objektive Erscheinung oder die Materie der Sensation und Sensation die subjektive Erscheinungsform der Erregung oder der ihr entsprechende Seelenzustand.

Wenn wir also sagen, dass die Amöben mit Sensibilität ausgestattet sind und daher Empfindungen ausgesetzt sind, die durch äußere Agentien bewirkt werden, so ist dies dasselbe, als ob man sagte, dass sie eine Seele haben; denn die Sensationen oder Empfindungen stellen die einfachsten Elemente desjenigen dar, aus welchem jener Komplex von Erscheinungen hervorgeht, den wir Seele nennen.

Diese Schlussfolgerung hat freilich nur den Wert eines einfachen Analogie-Schlusses und nicht den einer Thatsache, für welche wir einen direkten Beweis geben könnten. Aber bekanntlich geschieht es durch eine Beweisführung derselben Art, wenn wir alle in den uns gleichen Wesen eine Seele annehmen, die der unsrigen gleich ist, und wenn wir den höhern Tieren eine Seele zuschreiben, die um grade so viel

weniger entwickelt ist als die unsrige, als sie weniger Intelligenz in ihren Handlungen zeigen. Wenn wir nun von dieser Behauptung des gesunden Menschenverstands ausgehen, so liegt die Frage nahe: Wann fängt das psychische Leben in der Reihe der lebendigen Wesen an? Wo hört die unempfindliche Natur auf und wo fängt die beseelte Natur an? Darauf antwortet die Wissenschaft, dass durch Beobachtung bewiesen ist, dass die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Protoplasmas, wie auch seine physiologischen Eigenschaften, welche in den verschiedenen Formen der Erregbarkeit inbegriffen sind (der ernährenden, funktionellen oder reproduktiven), alle von der gleichen Art im Bereich der lebenden Wesen sind. Es ist daher gleichfalls nicht möglich mit Genauigkeit zu bestimmen, wann die protoplasmatischen Bewegungen anfangen den psychischen Charakter anzunehmen, weil zwischen den Thätigkeiten des eingekapselten Protoplasmas der vegetabilischen Zellen und der Eizellen, dem nackten Protoplasma der Leukocyten, der Amöben und der Rhizopoden im Allgemeinen und dem differenzierten Protoplasma der Spermatozoen und der Infusorien im Allgemeinen, fortwährende und allmähliche Uebergangsformen beobachtet werden. Es folgt daraus, dass die wahrscheinlichste Ansicht, die man adoptieren kann, gerade diejenige ist, die wir ausgesprochen haben, nämlich die, dass die psychischen Funktionen jeder protoplasmatischen Substanz anhaften, was so viel heißt als jedem lebenden Element.

Daher ist die ganze lebende Welt auch eine beseelte Welt; und die Frage nach dem Ursprung der Seele fällt mit der Frage nach dem Ursprung des Lebens zusammen.

Inbezug auf den Ursprung des Lebens nennt Preyer, indem er sich auf den feststehenden und nie bezweifelten Erfahrungssatz stützt, dass jedes lebende Wesen ausschließlich aus andern lebenden Wesen hervorgeht, die Hypothese der Urzeugung ein Dogma, und proklamiert den physiologischen Grundsatz von der Erhaltung des Lebens, den er mit zwei andern allgemein angenommenen Grundsätzen zusammenstellt: dem chemischen von der Erhaltung der Materie und dem physikalischen von der Erhaltung der Kraft. Anzunehmen, dass die Kontinuität des Lebens unterbrochen werden könne und dass spontan oder künstlich ein Lebewesen geschaffen werden könne, ein Homunculus, ohne Zuthun von Ei und Spermazöen, ist ebenso absurd, wie der Glaube an das Perpetuum mobile, welches dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft widerspricht, und wie der Glaube an die Neubildung des Stickstoffs in den Pflanzen, welcher dem Gesetz von der Erhaltung der Materie widerspricht.

Die empirische Lehre von der Erhaltung des Lebens bietet uns den Vorteil, die Frage nach dem Ursprung des Lebens als nicht weniger transzendental ansehen zu können als die Frage nach dem Ursprung des Stoffs oder der Kraft. Dergleichen Fragen haben

von nun an keinen Sinn mehr und sind unwiderruflich von der wissenschaftlichen Erörterung ausgeschlossen, sobald man die dreifache Lehre von der Erhaltung anerkennt. Ewig sind der Stoff und Kraft, ruft Preyer, weil, wenn sie einen Anfang hätten, sie aus dem Nichts hätten entstanden sein müssen; ewig sind das Leben und die Seele, weil sie sich übertragen und fortpflanzen — in ungetrennter Kontinuität — von den Erzeugern auf die Nachkommenschaft.

Die Seele der Protisten im Allgemeinen und der Amöboiden im Besondern, die unser hauptsächliches Untersuchungsobjekt sind, ist zweifellos eine elementare Seele, wie auch ihr Organismus ein elementarer und undifferenzierter ist. Eine analytische, annähernd genaue Angabe der psychischen Funktionen solcher einfacher Organismen kann man nur auf der Grundlage einer möglichst gründlichen Kenntnis derjenigen Elemente, aus welchen die psychischen menschlichen Thätigkeiten hervorgehen, versuchen. Dieser Vordersatz genügt, um die ganze Schwierigkeit des Unternehmens erkennen zu lassen.

Niemand hat, glaube ich, diese schwierige Aufgabe mit mehr Urteilskraft und feinerer Analyse behandelt als Verworn in seinen psycho-physiologischen Studien an Protisten. Er beginnt damit, dass er im Menschen zwei Arten psychischer Thätigkeit unterscheidet: die erkennenden Vorgänge und die willkürlichen. Selbstverständlich erkennt er den einzelligen Lebewesen nur die einfachsten Elemente dieser beiden Kategorien zu. Aus der ersten Kategorie misst er ihnen die Sensationen und unbewussten Vorstellungen bei, d. h. diejenigen Veränderungen des psychischen Zustands, die aus den verschiedenen äußern und innern Reizen hervorgehen. In der zweiten Kategorie erkennt er ihnen die Reflexbewegungen zu, diejenigen, welche sich den unbewussten Empfindungen anschließen und die impulsiven und automatischen Bewegungen, die den unbewussten Vorstellungen folgen.

Diese Behauptungen von Verworn rühren wieder die Frage nach der unbewussten Seelenthätigkeit auf, ein Thema, das auch von den Psychologen der positiven Schule genugsam erörtert worden ist und das innerhalb der Grenzen einer kurzen summarischen Besprechung nicht fortgesetzt werden kann. Ich will nur bemerken, dass von Bichat an, welcher der erste war, der die unbewussten Empfindungen von den bewussten unterschieden hat, bis zu Hering, der in dem Wiederherstellungsvermögen die psychischen Merkmale eines unbewussten Gedächtnisses erkennt, und bis zu Haeckel, der in den auswählenden chemischen Verwandtschaften der molekularen Lebewesen oder Plastidule die ersten unbewussten Spuren der Sensibilität und des Willens findet, man behaupten kann, dass die Lehre von der unbewussten Seelenthätigkeit sich allmählich immer mehr entwickelt und ausgedehnt hat, um (trotz des Missbrauchs, den die Metaphysik Hartmann's und seiner An-

hänger damit getrieben haben) eine der wichtigsten Errungenschaften der modernen Psycho-Physiologie zu werden.

Um uns Rechenschaft von den Beweisen zu geben, auf die Verworn die Lehre gründet, dass in den Protisten unbewusste Empfindungen und Vorstellungen vor sich gehen, die sich durch Reflexbewegungen, beziehentlich automatische Bewegungen äußern, genügt es über die Notwendigkeit nachzudenken, dass man auch in den Erscheinungen des Bewusstseins eine allmähliche fortwährende Entwicklung annehmen muss, deren niedrigste Stufe sich in elementarsten Organismen finden müsse, die weder Sinnesorgane noch differenzierte Sinneszentren haben, und dass die höchste Stufe im Menschen dargestellt ist, in welchem die Spezifizierung der Sinne und der Sinneszentren den höchsten Grad der Entwicklung und Vollkommenheit erreicht. Nun ist gerade die tiefste Stufe von Bewusstsein das Unbewusste und das Unterbewusstsein, welche Verworn in den einzelligen Organismen im Allgemeinen annimmt.

Das Problem der Seele bei den Monorganismen ruft unmittelbar ein anderes hervor von nicht geringerem Interesse, die Frage nach der Natur und dem Sitz dieser Seele.

Auf einfache Weise haben wir gesehen, dass die Amöbe (die wir als Durchschnittstypus der Protisten ansehen) aus zwei wesentlichen Teilen besteht: aus dem Protoplasma und dem Kern. Welches sind die physiologischen und psychischen Thätigkeiten, die man jedem dieser beiden Teile zuschreibt? Sind sie gleichmäßig unentbehrlich für das Leben des Ganzen? Oder ist, wie einige Forscher, Rossbach, Engelmann, Eimer annehmen, der Kern das physiologische und psychische Zentrum, analog dem Nervenzentrum der höheren Tiere, und das Protoplasma das peripherische Organ, gleich den peripherischen Nerven und Muskeln dieser Tiere?

Um diese interessante Frage zu lösen, genügen nicht die durch direkte Beobachtung erhaltenen Thatsachen, noch diejenigen, die man aus solchen Versuchen erhalten hat, in denen die äußern Lebensbedingungen künstlich verändert wurden. Es bedarf hierzu einer höhern wissenschaftlichen Stufe; man muss Thatsachen einer anderen Art physiologischer Versuche zu gewinnen suchen, mittels welcher die innern Lebensbedingungen verändert werden. Bei den höhern Tieren kann man von dieser Untersuchungsmethode keinen Gebrauch machen, ohne das Messer anzuwenden, ohne die sogenannte Vivisektion. Grausame und unmoralische Methode! rufen die liebenswürdigen Damen, die dem Tierschutzverein angehören, ohne zu bedenken, dass in jeder menschlichen Handlung (und mag es die edelste sein) mit dem Guten auch eine gewisse Dosis notwendigen Uebels enthalten ist. Aber hier handelt es sich nicht um ein „schönes Hundefräulein, den Liebling der Grazien“, sondern um eine einfache Amöbe, an die man sich mit

einem feinsten Lanzettchen ohne Blutverspritzen machen kann, während man das Tierchen unter dem Mikroskop betrachtet.

Man muss die Amöbe in zwei Hälften zerlegen und beobachten, wie sich jeder der Teile verhält, was für Erscheinungen sich in jedem zeigen, welche funktionelle Unterschiede sich in der Hälfte mit dem Kern im Vergleich mit der andern ohne Kern nachweisen lassen. Für diese feinen Untersuchungen wählten Gruber und Hofer die *Amoeba proteus* und Verworn die *Amoeba princeps*, deren größter Durchmesser kaum $^1/_{10}$ Millimeter übersteigt, obwohl sie zu den größten ihrer Art gehören.

Es genügen wenige Worte, um die Ergebnisse dieser mechanischen Teilung zu nennen, wenn der Schnitt mit möglichst geringer Verletzung gelungen ist. Es zeigt sich keine Wunde längs des Schnitts, weil sich die Schnittränder augenblicklich zusammenziehen und jede Hälfte der Amöbe kugelige Gestalt annimmt. Aber nach einigen Sekunden beginnt jedes der beiden Kügelchen von Neuem eine Pseudopodie auszustrecken, die sich allmählich verlängert, dann eine zweite, dann eine dritte an andern Punkten der Oberfläche, bis sie anfängt sich kriechend fortzubewegen und in Allem die normalen Gewohnheiten der unverletzten Amöbe anzunehmen. Die Amöbe stirbt also nicht, wenn sie in zwei Hälften getrennt wird, sondern aus einer werden zwei neue Amöben. Wir haben, meine Herren, eine Teilung des Körpers vor uns und überdies eine Teilung der Seele; denn das gleiche physiologische und psychische Verhalten zeigt sich in jedem der neuen Individuen. Man kann im Anfang keinen Unterschied in der Verhaltungsweise der kernhaltigen Amöbe von dem der kernlosen Amöbe entdecken. Erst nach einiger Zeit beginnt zwischen den beiden ein Unterschied sich bemerklich zu machen; man entdeckt, dass während die neue kernhaltige Amöbe fortlebt, wächst und wie ein normales Individuum sich verhält, die kernlose allmählich ihre Bewegungen verlangsamt, keine Nahrung mehr aufnimmt, ihre Pseudopodien einzieht und, wie die von Hofer am besten gelungenen Resultate beweisen, nach 10—12 Tagen abstirbt.

Aus diesen Untersuchungen der Amöben, die durch Experimente erfahrener Naturforscher nahezu auf alle zum Protistenreich gehörigen Gruppen ausgedehnt wurden, sowie auch auf die mehrzelligen niederen Tiere (mit ähnlichen und sogar noch deutlicheren und reicheren Ergebnissen als bei den Amöben) kann man nicht wenige schwerwiegende und wichtige Schlüsse ziehen, von denen einige hauptsächlich die Frage nach dem Sitz und der Art der Seele betreffen. Ich werde mich beschränken nur diese letzteren in einigen allgemeinen Zügen darzustellen.

Wir können es als experimentell bewiesen ansehen, dass die psychischen Funktionen der Amöben und der Protisten im Allgemeinen nicht im Zellkern zentralisiert, sondern auf das ganze Protoplasma

ausgedehnt sind, also jedem lebenden Partikelchen desselben, welche Haeckel Plastidule nannte, anhaften. Wie die zusammengesetzten Bewegungen einer Amöbe die Summe der einzelnen Bewegungen darstellen, die in jedem einzelnen Plastidul entstehen, so ist auch ihre Seele nicht eine Einheit, sondern eine Vereinigung, das heißt die Summe einer unbestimmten Anzahl von Plastidulenseelen. Auf die Amöben lässt sich wörtlich die Lehre der Neuplatoniker und Scholastiker in Bezug auf den Sitz der Seele anwenden, die Lehre, welche auch von Thomas von Aquino angenommen und klar formuliert wurde: „Anima in toto corpore tota, et in singulis simul corporis partibus tota." In der That gibt man die Gleichartigkeit der Plastidule, die den Körper der Amöbe zusammensetzen, zu, dann ist ihre Seele, das heißt die Gesamtheit ihrer psychischen Thätigkeiten, ganz in der Körpergesamtheit und ganz in jedem Plastidule.

Aber diese Lehre reicht nicht mehr aus, wenn man sie auf die vielzelligen Tiere oder Metazoen anwendet, in welchen infolge der Arbeitsteilung die morphologische und funktionelle Differenzierung beginnt und allmählich fortschreitet; und noch viel weniger, wenn man sie auf den Menschen anwendet, in welchem diese allmähliche Entwicklung den höchsten Gipfel erreicht. Hier muss man die Thomasische Formel abändern in: „Anima in toto corpore tota, sed non tota in singulis corporis partibus." Die verschiedenen Seelenthätigkeiten sind verschieden verteilt und lokalisiert auf die verschiedenen Elemente des zusammengesetzten Organismus, auf seine verschiedenen Organe und Systeme und auf die verschiedenen Teile jedes Systems. Die psychischen unbewussten Thätigkeiten sind in den Bestandteilen der Gewebe und Organe des sogenannten vegetativen Systems lokalisiert; die psychischen halbbewussten und bewussten Thätigkeiten in den verschiedenen Teilen des sogenannten animalen Systems, in den verschiedenen Abschnitten des Zentralnervensystems.

Man kann bei den höhern Tieren ebenso wie bei den Amöben mit Hilfe des Messers das psychische Aggregat, das ihre vollständige subjektive Persönlichkeit ausmacht, in zwei Teile trennen, in einen bewussten und einen halbbewussten. Es genügt ihr Rückenmark quer zu durchschneiden zwischen der Halsanschwellung und der Lendenanschwellung, welche ich als zwei accessorische Spinalgehirne zu betrachten pflege. Man kann durch Verstümmlungen eine oder mehrere Formen der Thätigkeit, die der Empfindung und des Willens, aus dem psychischen Aggregat ausscheiden, indem man diesen oder jenen Abschnitt aus der Gehirnrinde entfernt. Man kann auch (Goltz hat es neuerdings bewiesen) zu gleicher Zeit alle edleren psychischen Funktionen eines Hundes ausmerzen, indem man ihm das ganze Großgehirn herausnimmt. Das Tier stirbt nicht und kann nach dieser Radikalkur noch Monate lang leben; aber während dieser Zeit ist seine Seele nahezu auf den niedrigen Grad der Seele eines *Amphioxus* herab-

gekommen, jenes niedrigsten Wirbeltieres, welchem das Gehirn fehlt und welcher das Verbindungsglied zwischen den Wirbellosen und den Wirbeltieren darstellt.

Bei dem Menschen ereignen sich solche Trennungen und solche Seelenschwächungen als Wirkungen unglücklicher Zufälle oder von Krankheiten. Es sind solche Fälle von querer Durchschneidung oder Durchquetschung des Rückenmarks durch schneidende oder stumpfe Werkzeuge bei Menschen beschrieben worden, welche als Folge eines Unfalls oder einer verbrecherischen Handlung zu Stande gekommen sind.

In diesen Fällen spaltet sich die psychische Individualität in zwei Hälften, eine höhere bewusste und eine niedere halbbewusste. Die erstere versteht auf alle unsere Fragen in klarer Weise zu antworten, nicht nur durch Bewegungen, durch Hand- und Gesichtsgeberden, sondern auch durch das gesprochene und geschriebene Wort, also durch die genauesten phonetischen und graphischen Zeichen, von allen ihren Empfindungen, Gedanken und Wünschen und allen Gefühlen Rechenschaft zu geben. Die andere (dargestellt durch den zweifüßigen unteren Körperabschnitt) hat weder Ohren zum Hören, noch einen Kehlkopf zum Sprechen, noch eine Hand zum Schreiben, noch sensorisch-motorische Zentren, um zu verstehen und zu wollen. Dieser zweifüßige Organismus kann nur auf Stiche, Druck, auf elektrische, thermische und chemische Reize antworten und antwortet durch eine viel unklarere und weniger genaue Sprache, durch Muskelbewegungen seiner Gliedmaßen in Form von negativem Tropismus, also Bewegungen, die nur dem Zweck dienen, die Ursache der lästigen Empfindung zu entfernen. Wenn man ihn am einen Fuß kitzelt, zieht er ihn zurück, und wenn man diese Bewegung verhindert, indem man den Fuß mit der Hand festhält, dann bemerkt man, wie das Individuum nach einiger Zögerung versucht sich mit dem andern Glied zu helfen, um sich von der unangenehmen Empfindung, die man ihm verursacht, zu befreien. Man kann also beim Menschen nahezu die gleichen Erscheinungen wahrnehmen, wie sie Pflüger beim enthirnten Frosch beschrieben hat, auf Grund deren er die wohlbekannte Lehre von der Rückenmarksseele aufgestellt hat.

Schwächungen der Seelenthätigkeit beim Menschen kommen nur allzuhäufig vor. Sie können angeboren oder erworben sein. Unter den ersteren ist der typischste Fall derjenige der vollkommenen Idiotie, unter den letzteren derjenige der Dementia in ihren äußersten Graden. In den Irrenhäusern findet man Idioten und Demente, deren Seelenleben Erscheinungen darbietet, welche in ihrer Gesamtheit weit unter dem des niedersten Haustieres bleiben. Sie sind nichts als lebende Automaten; ihre Seele setzt sich nur aus wenigen, trägen Empfindungen und halbbewussten Vorstellungen zusammen, die sich in einfachen rohen Reflex- und automatischen Bewegungen äußern.

Bei der Autopsie findet man das Gehirn entweder in seiner Entwicklung gehemmt oder atrophisch oder erweicht und degeneriert.

So sind wir durch die logische Aufeinanderfolge der Thatsachen und Vorstellungen, ohne es zu merken, von den amöboiden Organismen bis zum Menschen hinaufgelangt. Dies ist eine praktische Bestätigung einer meiner Voraussetzungen, dass die Lösung des großen Problems vom Menschen das höchste Ziel sei, das bewusst oder unbewusst alle unsere Untersuchungen im weiten Feld der Natur bestimmt.

Ebenso wie bei den einfachsten Organismen kann man also auch bei den kompliziertesten, den Menschen inbegriffen, das psychische Aggregat in zwei oder mehrere Teile zerlegen oder den einen Teil zerstören, während man den andern weiter leben lässt. Bei den Monorganismen kann man dieses ohne Abschwächung der psychischen Fähigkeiten thun, weil bei ihnen jedes Partikelchen dieselben Funktionen wie das Ganze ausübt. Nicht so bei den komplizierten Organismen, weil bei ihnen die psychischen Funktionen verschieden lokalisiert und auf die verschiedenen Teile verteilt sind.

Alles dies konnte im Umfang der positiven Wissenschaft seine Bestätigung finden, das heißt im Gebiet der Erscheinungen, ohne die transcendentale Frage nach dem Wesen des Lebens zu berühren. Je nach der Art der Beobachtung, ob von außen oder von innen, zeigt das Leben ein anderes Gesicht; aber das physiologische und psychische Phänomen sind immer zu gleicher Zeit vorhanden und bedingen eines das andere. — Mit dieser Behauptung berühren wir die äußersten Grenzen der positiven Wissenschaft.

Welche der beiden Ansichten vom Leben ist die wahre? Diejenige, die uns als physiologisches Phänomen erscheint, oder die andere, die wir in uns als psychisches Phänomen wahrnehmen? — Hier überschreiten wir die Grenzen der Wissenschaft und betreten die Welt der Metaphysik.

Die Seele ist eine Eigenschaft der Materie, sagen die Materialisten; die Materie ist eine Erscheinungsform oder ein Werkzeug der Seele, sagen die Idealisten, beziehungsweise die Spiritualisten. Jede dieser Behauptungen hat ihre besondern Vorteile und ihre relative Wahrheit.

Die materialistische Ausdrucksweise sollte von der Wissenschaft immer vorgezogen werden, denn indem sie, wie Huxley gelegentlich bemerkt, das Denken mit den andern Naturerscheinungen verknüpft, drängt sie uns zur Untersuchung der physikalischen Bedingungen, die es begleiten, befördert den Fortschritt der positiven Kenntnisse und hilft uns, über die moralische Welt eine ähnliche Kontrole auszuüben, wie wir sie schon über Alles besitzen, was sich auf die physische Welt bezieht.

Aber anderseits darf man nicht die Vorteile verschiedener Art verkennen, welche die spiritualistische Ausdrucksweise darbietet. Der

Künstler und der Sittenlehrer werden immer diese Ausdrucksweise vorziehen, welche die ganze sichtbare Natur mit einem Hauch von Poesie verschönt, die zum Gemüt spricht, die den Altruismus befördert, die den hereinbrechenden Pessimismus mildert. Wenn Franziskus von Assisi, nach der Legende, mit den Tieren spricht, und sich zum Wolf wendend ihn liebevoll „Bruder Wolf" nennt, so fühlen wir uns mit allem Materialismus, den uns die Liebe zur Wissenschaft auferlegt — warum sollen wir es leugnen — ein wenig gerührt von seiner harmlosen Güte. Und wenn er mit demselben Beiwort in dem sogenannten Gesange von den Kreaturen, die Sonne und den Mond anruft und sie „die Schwester Sonne", „den Bruder Mond" nennt, so fühlen wir uns trotz der Plumpheit und gleichsam kindlichen Einfalt des Ausdrucks erhoben zu den höchsten Gipfeln der Poesie und schätzen die Würde unserer Natur um so höher.

Aber ebensowohl mit dem Materialismus, wie mit dem Spiritualismus, verzeihen Sie mir die ermüdende Wiederholung, befinden wir uns jenseits der Grenzen der Wissenschaft. Auf die Frage, was das Leben an sich sei, kann ich als Physiologe nur diese Antwort geben: Von außen betrachtet ist es Materie, von innen her empfunden ist es Seele. Die innige Durchdringung, gewissermaßen Vermischung des Realen mit dem Idealen in der Natur, das ist das Leben in seiner höchsten Form, das ist das große Geheimnis, welches die Kunst immer verherrlichen soll, welches die Wissenschaft niemals wird lösen können.

Der Organismus der Gastrotrichen.

Mit dem Namen „*Gastrotricha*" [1]) wird gegenwärtig eine Anzahl kleiner wurmartiger, in vieler Beziehung an die Rädertiere sich anschließender Geschöpfe bezeichnet, deren typische Vertreter, *Ichthydium* und *Chaetonotus*, schon Ehrenberg bekannt waren. Sie sind ständige Bewohner des süßen Wassers und werden als solche wohl über die ganze Erde verbreitet sein, wenigstens dürfte es nach den bisherigen Erfahrungen kaum einem Zweifel unterliegen, dass ihr Vorkommen, sofern man nur darauf achtet, an den verschiedensten Orten wird nachgewiesen werden können. Die in den letzten Jahren veröffentlichten umfassenden Angaben von Stokes [2]), welche zunächst freilich nur die Gattung *Chaetonotus* betreffen, lassen für unsere Tiere auch einen weit größeren Formenreichtum ahnen, als er bislang bekannt geworden ist.

Da zur Zeit die Entwicklungsgeschichte der Gastrotrichen noch vollkommen unbekannt ist — und wohl noch geraume Zeit unbekannt

1) Rührt von E. Metschnikoff her. Vergl. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XV, S. 458.

2) Vergl. A. Stokes, Observ. s. l. *Chaetonotus* in: Journ. d. Micrograph., tom. XI et XII (1887 u. 1888).

ZOBODAT - 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. 206-223