

# Bericht in Betreff neuer Untersuchungen über die Entwicklung und den Ursprung der niedrigsten Organismen. \*)

Von

**F r a n z K r a š a n.**

(Mit Tafel VII.)

(Vorgelegt in der Versammlung am 5. Mai 1880.)

Entstehen gegenwärtig noch gewisse Organismen ohne Keime, Eier, Knospen etc., welche von gleichartigen Wesen hervorgebracht werden und daher ursprünglich einen Theil ihres Körpers, des Mutterleibes, ausmachen — also durch elternlose Zeugung oder freiwilligen Zusammentritt der ungeformten organischen Materie? Erzeugt gegenwärtig die Natur organische Substanzen bloß durch Vermittlung der Thiere und Pflanzen, oder werden solche auch unabhängig von präexistirenden Organismen, also durch Urzeugung, hervorgebracht?

Dies sind die bedeutsamen Fragen, welche neben jener über den Ursprung der Arten oder Species der Thiere und Pflanzen seit Decennien die besten Denker beschäftigen. Aber während letztere, obschon ihre Acten noch nicht geschlossen sind, der Mittelpunkt einer viel umfassenden wissenschaftlichen Forschung geworden ist, deren hochgehende Wogen längst den engen Kreis der Stubengelehrsamkeit überschritten und in die weitesten Gebiete des menschlichen Wissens Licht und Klarheit gebracht haben, entbehrt die Frage über die Ur- und elternlose Zeugung bisher einer sicheren Basis, auf der eine weitere Forschung angebahnt werden könnte, indem sie nahe daran ist einen Abschluss zu finden, der jede folgerichtige Anknüpfung an bekannte Entwicklungsgesetze der Natur unmöglich macht.

Wer demnach seine Überzeugung von der Continuität der Naturkräfte noch nicht aufgegeben hat, wird sich durch das Verdict Pasteur's und Anderer in der Aufsuchung einer besseren Grundlage zur Behandlung eines so äusserst wichtigen Problems nicht stören lassen.

---

\*) Es ist wohl überflüssig zu erinnern, dass den Mitarbeitern dieser Verhandlungen die volle Verantwortung bezüglich Inhalt und Form ihrer Aufsätze überlassen bleibt. Red.

In der That befriedigt die angebliche Lösung der Frage, die dahin lautet, dass gegenwärtig auch die niedrigsten Organismen stets nur aus Keimen ihrer eigenen Art entstehen, nicht einmal Diejenigen, die sie billigend oder schweigend gut geheissen haben. Denn sie können es sich nicht verhehlen, dass wenn gleichsam vor unseren Augen in der ruhenden Eizelle der Stoff sich gestaltet, der Embryo, angeregt durch die allbelebende Kraft der Wärme sich organisirt und so die Materie von der Zelle an bis zum lebendigen Thiere unzählige Phasen der Gestaltung durchläuft, damit kein geringeres Wunder geschieht als wenn sich in einer Lösung von organischen Substanzen ein belebtes Gallertklümpchen bildet.

Unter allen Umständen bleibt es ja eine Thatsache, dass die Materie von einer bestimmten Zusammensetzung in gewissen Fällen Form und Leben annimmt, und dass Wasser, Luft, Wärme, Licht und Electricität auf diesen Vorgang bestimmend einwirken, also Stoffe und Kräfte, die seit Anbeginn der Weltordnung nach denselben unabänderlichen Gesetzen bestehen und wirken.

Wissenschaftlich unzulässig erscheint demnach nur eine Annahme, welche ein Missverhältniss involvirt zwischen dem Vollkommenheitsgrade des entstehenden Wesens, den Kräften und der Zeit, die zu seiner Hervorbringung in Anspruch genommen werden.

Aus dem Grunde muss a priori die Wahrscheinlichkeit der elternlosen Zeugung für einen Organismus um so grösser sein je niedriger, d. h. je einfacher er ist. Um eine Monade, die sich uns auch unter dem besten Mikroskope und bei der günstigsten Vergrösserung als ein unscheinbares, mit Körnchen durchsetztes Gallertkügelchen darbietet, in kurzer Zeit ins Leben zu rufen, hätte die Natur offenbar einen viel geringeren Aufwand von Mitteln nöthig als zur Erzeugung eines gewimperten Infusoriums, weil in diesem die Theile des Körpers eine beträchtliche Verschiedenheit wahrnehmen lassen und sich der zusammengesetzte Organismus als Werk einer Summe von Kräften zu erkennen gibt, die in Lösungen von homogenen Stoffen unmöglich gleichzeitig neben einander bestehen können.

Eine gleichartige im Wasser fein vertheilte Materie kann zunächst nur von einfachen Molecularkräften bewegt sein. Dass aber, wenn das Gleichgewicht derselben durch den Zutritt der Luft oder auf eine andere Weise gestört wird, nichts entstehen könne, ist nicht leicht denkbar. Viel wahrscheinlicher ist es, dass sich unter solchen Umständen die verwandteren Massentheilchen, ein anderes Gleichgewicht suchend, einander nähern werden. Das führt aber zu einer örtlichen Verdichtung der Masse, zur Entstehung eines zunächst gallertartigen Niederschlags.

Aber eine dauernde Wechselwirkung zwischen den Gebilden des Niederschlags und der umgebenden Flüssigkeit muss auch eine successive Vermehrung des Kraftvorrathes zur Folge haben. Wenn die nach und nach erworbene Kraftsumme hinreicht das Beharrungsvermögen der Massentheilchen zu überwinden, entsteht Bewegung, zunächst in der Masse innerhalb des Körpers, dann ein Fortschreiten des Ganzen.

Wie vollkommen diese wenn auch flüchtigen Andeutungen der Wirklichkeit entsprechen, werden wir im Folgenden an mehreren Reihen der mannigfaltigsten Beobachtungsfälle sehen.

Darnach erscheint es unmöglich, dass ein gewimpertes Infusorium unmittelbar aus einer Lösung von organischen Stoffen entstehe. Einem allgemein bekannten Naturgesetze zufolge entwickeln sich zusammengesetztere (vollkommenere) Zustände aus einfacheren durch eine Reihenfolge von successiven Wirkungen; es müssen daher dem gewimperten, im Vergleich mit der Bacterie und Monade hochorganisirten Infusorium einfachere Gebilde oder Zustände vorausgegangen sein, auch wenn sich diese nicht sofort nachweisen lassen. Eine andere Schlussfolgerung ist wissenschaftlich nicht gerechtfertigt.

Den Forschern des Alterthums galt die elternlose Zeugung bei den niedrigsten Thieren als selbstverständlich. Freilich hatten sie keine Ahnung von Bacterien, Monaden und den tausenderlei Formen der mikroskopischen Fauna. Allein auch wenn sie im Besitze eines passenden Vergrößerungsglases gewesen wären, so fehlte doch der nothwendige tiefere Einblick in das Getriebe der Naturkräfte um größeren Täuschungen zu entgehen.

Es darf uns darum nicht wundern, wenn der grosse Philosoph und Naturforscher Aristoteles ohne Weiteres eine Urzeugung auch für vollkommenere Thiere annahm und z. B. in allem Ernste behauptete, dass Aale im Schoosse der Sümpfe aus dem Schlamme entstünden. Nach Plinius entstehen alle Insecten aus dem Staube der Höhlen und Grotten.

Auch im Mittelalter ging man nicht kritischer zu Werke, man glaubte Schlangen und Mäuse in Laboratorien erzeugen zu können, und Athanasius Kircher gibt vollständige Recepte um Thiere aus verwesenden Leichnamen hervorzubringen. Es gibt übrigens noch jetzt Leute, nicht ohne Schulbildung, die sich das Vorkommen der „Würmer“ im Käse nicht anders als durch Urzeugung aus der Käsesubstanz erklären können.

Ueber die Provenienz solcher Thiere an Orten oder in geschlossenen Körpern, wohin sie als entwickelte Wesen nicht gelangen konnten, ist die Wissenschaft längst im Reinen. Soweit unsere Erfahrung und genauere Kenntniss des Thier- und Pflanzenlebens reicht, sehen wir Wesen, deren Körper organisirt, d. h. aus verschiedenen für eigene Verrichtungen bestimmten sichtbaren Theilen zusammengesetzt ist, nur aus Keimen, Eiern, Samen, Sporen, Knospen etc. sich entwickeln, die von Organismen gleicher Art oder Gattung abstammen, und es gibt keinen Fall, der sich nicht auf diese Weise vollkommen erklären liesse.

Werden solche Thiere und Pflanzen gemeint, so ist der berühmte Ausspruch richtig: *Omne vivum ex ovo!*

Allein auf die Organismen mit ungegliedertem Körper und einfachster Lebensthätigkeit die an eine fast homogene Gallerte gebunden ist, wie bei den Bacterien und Monaden, ist die Anwendung dieses Ausspruches aus blossen Gründen der Analogie nicht zulässig. Hier kann nur der direkte auf die Entwicklungsgeschichte gestützte Beweis wirklich und giltig entscheiden.

Natürlich ist ein direkter Beweis für oder gegen die elternlose Zeugung nur in der Rückverfolgung der Organismen bis auf ihre Anfangszustände möglich: man muss nämlich feststellen, ob diese Anfangszustände Keime gleichartiger Wesen sind oder eine heterogene bildungsfähige Materie, die sich erst allmählig organisirt.

Eine mechanische Entfernung oder Abhaltung der muthmasslichen Keime entspricht der Natur der Aufgabe nicht vollständig, da sie sich nicht gründlich durchführen und noch weniger controliren lässt; eine wirkliche Zerstörung derselben und völlige Isolirung des Präparats gegen die umgebende Luft ist aber ohne gewaltsamen Eingriff in den natürlichen Molecularzustand der zusammengebrachten Stoffe nicht denkbar. Solche Versuche müssten den Verdacht erregen als ob es dem Experimentirenden mehr darum zu thun wäre, alle natürlichen Bedingungen, unter denen doch vielleicht eine Urzeugung möglich ist, mit Absicht fern zu halten, als dieselben aufzusuchen um der Natur das wichtige Geheimniss abzulauschen.

Leider haben solche Erwägungen bisher in den massgebenden Kreisen der Naturforscher noch zu wenig Beachtung gefunden. Man würde sonst nicht mehr auf dem alten unfruchtbaren Standpunkte derjenigen Gegner der elternlosen Zeugung stehen, die, weil sie die Unmöglichkeit eines spontanen Entstehens von Organismen in ausgekochten Flüssigkeiten ausser allem Contact mit der umgebenden Luft und fern von jeder Berührung mit anderen heterogenen Körpern bewiesen haben, ruhig die Hände in die Tasche stecken, als ob nichts mehr zu thun wäre.

Im Jahre 1858 machte F. A. Pouchet, Professor der Naturgeschichte in Rouen, seine ersten Versuche zu Gunsten der elternlosen Zeugung bekannt. Er hatte in hermetisch verschlossenen Aufgüssen, die durch längere Zeit der Siedhitze ausgesetzt und theils mit geglüheter, theils mit anders (durch concentrirte Schwefelsäure) gereinigte Luft in Berührung gebracht wurden, gewisse Organismen auftreten sehen, was ihm für einen untrüglichen Beweis der Urzeugung galt. Dieses positive Resultat wurde aber von anderen Naturforschern, welche Pouchet's Versuche mehrmals wiederholt haben, nicht bestätigt, und widerspricht auch demjenigen, welches aus den bereits 1836 und 1837 von Schütze und Schwann angestellten Untersuchungen sich ergibt.

Man legte auf den Umstand, dass bisweilen die Keime von Pilzen und Infusorien selbst durch die Siedhitze nicht lebensunfähig gemacht werden, ein besonderes Gewicht: diesem schrieb man vorzugsweise das mit anderen Beobachtungen nicht übereinstimmende Ergebniss der obigen Versuche zu.

Obschon aber Pouchet bald darauf seine Experimente in diesem Sinne abänderte und neuerdings bei sonst gleicher Manipulation solche Organismen in den Abkochungen erhielt, so vermochte er doch das einmal wachgewordene Misstrauen gegen sein Versuchsverfahren nicht mehr zu zerstreuen. Seinen Versuchen stehen jene von Milne Edwards, Claude Bernhard und J. Haim entgegen. Am wirksamsten bekämpfte sie aber der berühmte Chemiker Pasteur, indem er 1868 nachzuweisen versuchte, dass in Aufgüssen von organischen

Substanzen, in denen alle thierischen und vegetabilischen Keime durch Hitze getödtet wurden, keine Gährung erfolgt und weder Thiere noch Pflanzen darin entstehen, wenn man auch nicht geglühete, sondern blos durch Baumwolle filtrirte Luft einlässt, und dass es unter Umständen genüge den Luftstaub fern zu halten, um das Entstehen derselben zu verhindern, was übrigens schon von Schröder und Dusch in den Jahren 1854 und 1859 geltend gemacht worden ist.

Diese Ausführungen fanden zu jener Zeit fast allgemeinen Beifall. Sie führten zu der bestimmten Ansicht, dass alle in zersetzungsfähigen organischen Substanzen auftretenden niederen Thiere und Pflanzen nur aus ihren, von Eltern erzeugten, von aussen in die Substanz gelangten Keimen hervorgehen.

Filtrirversuche zeigten in der That, dass in der Atmosphäre zahlreiche Pilzsporen vorkommen. Solche Sporen, auch wenn sie blos mit geglüheter Luft in eine gekochte Lösung von Zucker und Proteinstoffen gebracht wurden, bewirkten darin eine rasche Entwicklung von Organismen.

Es wurde freilich nicht bewiesen, dass diese Organismen gerade aus den mit dem Staube oder anders eingeführten Keimen sich entwickelt haben. Dennoch galt von da an die elternlose Zeugung für abgethan und das Entstehen auch der einfachsten Organismen aus Keimen gleicher Art als bewiesen.

Nur wenige Männer konnten einer durch so viele schwerwiegende Stimmen gegründeten Anschauung widerstehen: diese Wenigen wurden theils nicht gehört, theils zu wenig beachtet.

So verhallten die Einwendungen Pouchet's, der die Fruchtbarkeit der Luft aus Grotten und allen möglichen Orten der Ebene, aus Eisschründen der Gletscher und vom Gipfel des Jura constatirt hatte, fast spurlos, ebenso wie die fleissigen Beobachtungen von G. Pennetier (*L'Origine de la vie. Préface par F. A. Pouchet. Paris 1868*) ohne merklichen Erfolg blieben.

Die sichere Meinung, als ob mit der Nachweisung von Unrichtigkeiten in Pouchet's Versuchsverfahren die Sache der elternlosen Zeugung selbst fallen müsste, schien auf die Dauer jede bessere Einsicht unmöglich gemacht zu haben.

In der Hitze des Gefechtes merkten die Vertheidiger der Keimtheorie (Panspermie) nicht einmal, dass ihr Verfahren mehr und mehr darauf hinausging, der elternlosen Zeugung, wo diese denkbar wäre, alle Wege zu verschliessen, anstatt durch Wegräumung der Hindernisse ihr factisches Sein oder Nichtsein unter den natürlichen Verhältnissen zu beweisen.

Denn was konnte man mit der hermetischen Absperrung der Luft, mit der Anwendung von Schwefelsäure und Glühhitze zu deren Reinigung im günstigsten Falle erzielen? Offenbar das was man wirklich erzielt hat, nämlich den Nachweis, dass unter solchen Umständen eine elternlose Zeugung nicht möglich ist. Für die übrigen hundert und hunderterlei Fälle hatte man keinen offenen Sinn. Das Facit ist, dass wenn Pouchet's Versuche für die elternlose Zeugung nichts beweisen, jene seiner Gegner ebenso wenig das Gegentheil glaubwürdig machen.

Kein Wunder also, wenn in neuerer Zeit Stimmen gegen die Pasteur'sche Beweisführung laut werden, die, falls sie gehört werden, die Frage über die elternlose Zeugung noch einmal in Fluss bringen müssen.

Alsdann wird der Schlüssel zu dem grossen Probleme nicht mehr in Abkochungen gesucht werden, da jedem Unbefangenen klar sein muss, dass, wenn gewisse niedere Thiere und Pflanzen gegenwärtig noch spontan entstehen, solche viel leichter in ungekochten Flüssigkeiten und bei ungeglüheter Luft erzeugt werden als unter Anwendung von Hitze, die ja bekanntermassen die organischen Stoffe in einen der chemischen Umwandlung weniger fähigen Zustand versetzt.

Man suche weder in chemischen Retorten noch in zugeschmolzenen Röhren den Anfang des Lebens, da jede Manipulation oder Behandlung des Stoffes, wenn sie das organische Leben erschwert statt es zu erleichtern, aus logischen Gründen verwerflich ist, denn sie muss um so sicherer zu einem negativen Resultate führen, je mehr man die Hindernisse des Lebens steigert, je tiefer man die Grundlagen desselben erschüttert.

Die Gewässer, die wir als Wiege der niederen Organismen betrachten und in denen mit Recht die Anfänge der Organisation vermuthet werden, sind ja nicht gekocht, von keinem scharfsinnigen Experimentator in Gefässe mit engem Halse und fein ausgezogener Spitze gezwängt, durch keine skrupulöse Vorsicht ausser Contact mit der frischen lebenbringenden Luft gesetzt, jener Luft, die auf so vielerlei Art die belebte und unbelebte Materie beeinflusst.

Ein verständiger Forscher wird daher die Einwirkung der Luft lieber fördern als hindern, damit vor Allem eine organische Zeugung möglich ist, und auf anderen Wegen zu ermitteln suchen, ob dieselbe eine elternlose oder eine gewöhnliche Zeugung ist.

Das Hauptbestreben darf nicht darauf gerichtet sein, durch möglichst complicirte Apparate und durch willkürliches Hinaufschrauben der Forderungen gleichsam der Natur die Hände zu binden, sondern durch geschickte Beobachtungen, insbesondere durch Rückverfolgung der beobachteten Organismen und Zurückführung derselben auf ihre früheren Zustände, unter passender Benützung der natürlichen Zahl-, Zeit- und Raumverhältnisse, der Natur sich möglichst zu nähern.

In dieser Richtung wird sich von jetzt an der Scharfsinn des Naturforschers zu bethätigen, hier seine Geduld die Probe zu bestehen haben. Vor Allem möge man sich aber gegenwärtig halten, dass bisher die Urzeugung dort nicht gefunden wurde, wo sie nicht sein kann, dort aber nicht gesucht wurde wo sie möglich ist.

Wenn man also gefunden hat, dass in einer ausgekochten Lösung, die keine lebensfähigen Keime mehr enthält, auch nach langer Zeit keine Organismen entstehen, ob man ihr geglühet, durch Schwefelsäure getriebene oder durch Baumwolle filtrirte Luft zuführt, so verstosst dieses nicht gegen die Annahme einer elternlosen Zeugung, denn man kann ja annehmen, die Flüssigkeit habe durch Kochen die zur Hervorbringung von Organismen erforderliche Eigenschaft verloren. Haben sich aber im ungekochten Präparat in Berührung mit gewöhnlicher nicht zubereiteter Luft, die natürlich Keime von verschiedenartigen Pflänzchen und Infusorien enthält, in kurzer Zeit so viele und so mannigfaltige einfache Organismen eingefunden, ist es recht, daraus zu schliessen, dass

alle den mit der Luft eingeführten Keimen gleicher Art ihr Dasein verdanken?

Gewiss nicht, denn es ist, wie bereits Nägeli\*) mit Recht nachdrücklich hervorgehoben hat, ebenso gut möglich, dass auch die organischen Splitterchen, die weder von Pilzen oder Bacterien, noch von Monaden oder anderen Infusorien abstammen, die Fähigkeit besitzen, solche Flüssigkeiten in Gährung zu versetzen, und dass die darin vorgefundenen Organismen ebenso wohl als Nebenproducte des Gährungsprocesses (also durch elternlose Zeugung) als durch Entwicklung aus dem mit der Luft hineingerathenen Keimen entstanden sein können. Dass aber dieses letztere mehr als eine blosse Möglichkeit ist, dafür hat uns weder Pasteur noch jemand Anderer bis auf den heutigen Tag einen Beweis gebracht.

Wir glauben nämlich kaum, dass Jemand von den Gegnern der elternlosen Zeugung je das Entstehen einer Bacterie oder Monade aus einem bestimmten Staubkörnlein wirklich beobachtet hat. Allein eine unvergleichlich schwierigere Aufgabe wäre es zu ermitteln, ob jenes Staubkörnlein früher ein Theil eines art- oder gattungsverwandten lebenden Wesens war. Wie kann man alsdann gar die Möglichkeit in Abrede stellen, dass neben solchen Organismen, die wirklich von Staubkeimen ihres gleichen abstammen mögen, solche und andere auch ohne Keime gleicher Art oder Gattung entstehen? Die beiden wohl denkbaren Zeugungsfälle schliessen ja einander ebenso wenig aus wie die verschiedenen Fortpflanzungsweisen einer und derselben Thier- oder Pflanzenspecies. Es ist vielmehr längst erwiesen, dass gerade bei den niedrigsten Organismen der Modus der Vermehrung einen weiten Spielraum hat und dass dort, wo z. B. die Vervielfältigung durch Eier erschwert wird, auch die Vermehrung durch Knospen und Sprossen ihre Schwierigkeit findet.\*\*)

Wenn sich also gewisse, in einem oder in mehreren bestimmten Fällen beobachtete Bacterien oder Monaden aus Keimen ihrer Art oder Gattung entwickelt haben, so folgt daraus noch lange nicht, dass sich solche Organismen stets nur so entwickeln müssen und nicht auch anders ins Dasein treten können.

Man sieht also, wie weit man noch vom Ziele entfernt ist, wenn selbst für den Fall, dass Jemand obigen Entwicklungsvorgang wirklich beobachtet hätte, die Frage über die elternlose Zeugung damit noch keineswegs abgethan sein würde.

Solche Erwägungen und Bedenken müssen nothwendig den Forscher auf einen ganz anderen Weg der Untersuchung führen als derjenige ist, den die Leugner der Urzeugung so wie auch deren Vertheidiger bisher befolgt haben.

In der That ist die von beiden Gegnern angewendete Methode das denkbar schwächste Product des menschlichen Scharfsinns zu nennen. Niemand wird sich dieser Einsicht verschliessen, der Folgendes erwägt: werden in gewissen Pflanzenzellen, in angefalteten, von der harten Schale noch umschlossenen Samen-

\*) Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art, von Dr. Karl Nägeli. München, 1865, p. 40--41.

\*\*) Vgl. Anmerkung Nr. 10.

kernen, in subcutanen Eiterungen, im unverletzten Hühnerei etc. Bacterien oder andere niedere Organismen nachgewiesen, welche als mikroskopisch sichtbare Körperchen unmöglich eingedrungen sein konnten, so ist der Gegner der elternlosen Zeugung sogleich mit seiner gewohnten Erklärung da, es heisst nämlich: die beobachteten Körperchen sind keine Organismen, sondern pathologische Producte der degenerirten oder in Zersetzung begriffenen Zelle; oder: es sind das wirkliche Organismen, aber ihre Keime haben sich durch das lebende und noch gesunde Gewebe, durch das Blut, durch den Eileiter etc. von aussen introducirt. Werden in einem hermetisch verschlossenen Aufgusse, den man früher durch Sieden auf 100° C. erhitzt hatte, nach einiger Zeit, ohne dass frische Luft eingelassen worden wäre, lebende Organismen gefunden, so wird einer Auslegung dieses Befundes zu Gunsten der elternlosen Zeugung die in neuerer Zeit entdeckte Thatsache, dass bisweilen selbst durch eine Hitze von 100° C. gewisse Organismen nicht getödtet werden, entgegengehalten. Hat man die zusammengebrachten Substanzen auf 120—150° C. erhitzt, und dennoch (ob wirklich oder scheinbar bleibe dahingestellt) nach etlichen Tagen oder Wochen ein gleiches Resultat erzielt, so ist noch immer der entmuthigende Einwand möglich, dass sich bei der Manipulation ein Staubtheilchen, etwa eine Pilzspore oder ein Infusorienkeim eingeschlichen haben konnte, der von der zerstörenden Hitze verschont geblieben ist!

Also von einem Staubkörnlein ist der Erfolg der oft mit vielem Zeitaufwand und mit vieler Mühe vollbrachten Arbeit abhängig! Sollte wirklich der Forschergeist in unserer erfindungsreichen Zeit, die sonst dem Menschengeschlechte die wüthendsten Naturkräfte dienstbar zu machen versteht, durch ein Staubkörnlein Schiffbruch leiden?

Der Luftstaub, der Erzfeind jeglichen Fortschritts in dieser Angelegenheit, kann nur durch den Staub selbst mit Erfolg bekämpft werden. Man suche daher vor Allem ein nicht organisches Ferment zu finden, das Stickstoff, Phosphor, Schwefel und Calcium enthält, die Zersetzung des Zuckers und anderer löslicher Kohlenhydrate unter Gährungserscheinungen fördert und zu jeder Zeit einen bequemen Gebrauch in jeder beliebigen Menge gestattet. Sodann können etwa folgende drei Versuchsreihen durchgeführt werden: die erste mit Wasser, Zucker und Ferment, die zweite ebenso, aber mit Zusatz von Luftstaub, die dritte mit Wasser, Zucker und Luftstaub, aber ohne Ferment.

Nach zwei bis acht Tagen tritt bei entsprechender Temperatur Gährung ein, wobei Bacterien und bisweilen andere niedere Organismen in Menge erscheinen. Aber einem beharrlichen und vorurtheilsfreien Beobachter muss es mit Hilfe guter Augen unter Anwendung eines passenden Mikroskopes gelingen zu ermitteln, was auf Rechnung des Fermentes kommt und was der Infection durch Luftstaub zugeschrieben werden muss.

Es dürfte allerdings schwer eine Verbindung zu finden sein, die alle obigen Grundstoffe enthält, allein man wird sich bald überzeugen, dass eine Lösung von Gyps und phosphorsaures Natronammonium (Phosphorsalz) zusammen die Eigenschaft des verlangten Fermentes besitzen.

Ueber diese so wie viele andere im Sinne der obigen Andeutungen angestellte Untersuchungen, soll dem geneigten Leser in den folgenden Blättern genaue Rechenschaft gegeben werden. Der Zweck dieser Bemühungen wäre erreicht, wenn derselbe durch die hier auseinander gesetzten Gründe angeregt würde, die vorliegenden Versuche und Beobachtungen, zu denen ja keine zeitraubenden oder kostspieligen Vorbereitungen nöthig sind, selbst anzustellen, um sich von der Richtigkeit der gewonnenen Resultate, so wie auch von der Zweckmässigkeit dieser Untersuchungsmethode zu überzeugen.

Es möge hier noch die Bemerkung Platz finden, dass zur Beobachtung der Bacterien und Monaden keineswegs eines der stärksten Mikroskope absolut erforderlich ist. Allerdings haben die meisten der ersteren Organismen kaum 0.0005—0.0006 Mm. im Querdurchmesser, werden aber mit dem Objectivsystem Nr. V eines mittelstarken Seibert'schen Instrumentes, mit Anwendung des Oculars Nr. III, wodurch man eine 610malige Linear-Vergrösserung erhält, ganz deutlich gesehen. Selten wird eine stärkere Vergrösserung durchaus nöthig sein.

## I. Versuchsgruppe.

In den nächsten Versuchsreihen wird die Beziehung der Bacterien zu gewissen mikroskopischen, mit Molecularbewegung begabten Gebilden des Sameninhalts verschiedener Pflanzen, besonders die zersetzende Wirkung des Phosphorsalzes und des Luftstaubes experimentell untersucht.

Es kann aber nicht Aufgabe dieser Blätter sein, die höchst wichtigen aber schon bekannten Details über diese winzigsten und einfachsten organischen Wesen zu behandeln. Jeder wird nach Bedarf in der ausserordentlich umfangreichen und reichhaltigen Literatur dieses Zweiges Belehrung finden. Bereits Bekanntes soll hier nur da vorgebracht werden, wo es zur Erklärung neuer Erscheinungen wirklich nothwendig ist. Uebrigens wird dem fleissigen Beobachter das Wesen der Bacterien, soweit es unsere bisherigen optischen Mittel gestatten, bald auf Grund eigener Anschauung klar werden.

Wie eng die Formen dieser niedrigsten Wesen mit dem Molecularleben der organischen Körper verknüpft sind, ergibt sich aus folgenden Beobachtungen, die in den Sommern 1875 und 1876, grösstentheils im Monate August, angestellt wurden.

Hiezu dienten besonders frische vollkommen reife Früchte von verschiedenen Umbeliferen, am häufigsten benützte ich Samen von *Pastinaca sativa*. Auch getrocknete Samen von Melonen und Kürbissen eignen sich dazu und wurden auch bisweilen benützt. Ebenso verwendbar sind Samenkerne von Haselnüssen.

Werden solche Früchte mittelst eines harten Stiffes in reinem Wasser\*) zerquetscht, so zertheilt sich der ölfreiche protoplasmatische Inhalt derselben in unzähligen mikroskopischen Kugeltropfchen an der Oberfläche des Wassers. Die Grösse dieser Tropfchen ist übrigens sehr verschieden. In den meisten werden

\*) Es kann destillirtes, Brunnen- oder Quellenwasser sein.

regelmässige Vacuolen, d. i. rundliche, mit einer blassrothen Flüssigkeit (Wasser) gefüllte Räume wahrgenommen.) Man vgl. auf unserer Tafel Ia und a'.

Jede Vacuole ist von einem bläulichgrünen kreisförmigen Hofe umgeben und besitzt meist der ganze Körper ringsumher einen grünlichgrauen oder blassgrünlichen Anstrich. Auch in der Zahl und Grösse der Vacuolen herrscht grosse Verschiedenheit, wie nicht minder in der Intensität des bald grauen, bald grünlichen Farbentons an der Oberfläche. Was aber die substantielle Beschaffenheit anbelangt, so erwiesen sich die Kugeltröpfchen bei genauerer Untersuchung als eine Verschmelzung von Oel, Eiweiss und einem Kohlenhydrate.

Sind diese Körperchen schon durch ihren überaus regelmässigen und zierlichen Bau, wie auch durch ihre Farbenpracht (unter dem Mikroskope) geeignet die Aufmerksamkeit des Beobachters zu fesseln, so beanspruchen sie durch den höchst merkwürdigen Inhalt ihrer Vacuolen ein noch grösseres Interesse.

Fasst man nämlich die mehr gegen die Oberfläche liegenden Vacuolen schärfer ins Auge, so erblickt man darin eine Unzahl sehr kleiner Körperchen, die sich ungemein lebhaft herumbewegen; es ist ein Wimmeln, wie es sich nur mit dem in den Zellen der Tetraspora am frühen Morgen zu beobachtenden Phänomene am besten vergleichen lässt. Hier wie dort sind die schwärmenden Körperchen rundliche kaum weiter zu definirende Gebilde, es sei denn dass sie bei der genannten Alge, wo sie in geringerer Zahl und in einem kleineren Raume vorkommen, Schwärmersporen genannt werden.

Nach einiger Zeit tritt die Vacuole noch mehr an die Oberfläche des Kugeltröpfchens, und es zeigt sich nun als Einfassung oder Umhüllung eine Membran, die Vacuole erscheint als ein mit Flüssigkeit und Schwärmkörperchen erfüllter Schlauch. Immer weiter und weiter schiebt sich dieser aus dem Inneren des Muttergebildes vor, bis er endlich entweder frei abgestossen wird oder an einer Stelle reisst und den Inhalt in das umgebende Wasser entleert. In einem förmlichen Strome ergiessen sich dann die Schwärmer aus dem Schlauche und zerstreuen sich allmählig langsamer und langsamer schwingend in der umgebenden Flüssigkeit. Ein grösserer oder kleinerer Rest bleibt aber in und an der eingeschrumpften Mutterblase zurück, die sich um den wieder kugelig zusammengezogenen Tropfen legt. Man vgl. die Abbildungen Ib—e.

Verfolgt man die frei gewordenen Schwärmer und winzigen Tröpfchen\*) mit dem Auge weiter, so sieht man sie in Folge der Strömung, die durch die Verdunstung am Umfange des Deckgläschens entsteht, gegen den Rand sich bewegen. Je mehr sie sich diesem nähern, desto deutlicher zeigt sich eine Tendenz zur Paarung. Da sieht man sie meist zu zwei einander in wirbelnder Bewegung umtanzen. Eigentlich sind die Bewegungen dreifach, denn die Körperchen sind gleichzeitig in einer ungemein lebhaften Rotation um ihre Achse, in einem wackelnden Oscilliren und in einem mehr oder weniger schnellen Fortschreiten begriffen.

---

\*) Die aus abgelegenen ölreichen Samen durch Zerdrücken in reinem aber gestandenem Wasser erhalten werden.

Aber die Lebhaftigkeit der Kraftäusserung nimmt allmählig ab und die Körperchen legen sich, zur Ruhe gekommen, an einander, worauf eine langsame partielle Fusion erfolgt. Es entsteht so ein länglicher, in der Mitte etwas eingeschnürter, endlich ganz cylindrischer Körper.

Dieser merkwürdige (auf unserer Tabelle sub  $f-f''$  nur in den Hauptmomenten versinnlichte) Copulationsvorgang findet nur solange statt, als die Körperchen noch von Wasser umgeben sind, er hat mit dem Zusammenfliessen sonstiger organischer halbflüssiger Substanz nach dem Verdunsten des Wassers nichts zu schaffen. Eben darum kann er auch nicht auf die bekannten Molecularkräfte der Adhäsion und Cohäsion zurückgeführt werden, denn diese würden unter den obigen Umständen ein völliges Zusammenfliessen der beiden Massen zu einem kugligen Körper bewirken, während hier die Molecüle beider Massen ins Gleichgewicht kommen, wenn sie sich zu einem länglichen Bacteridienkörper vereinigt haben. Es muss offenbar den Molecülen selbst die Tendenz nach dieser Art von Gleichgewicht inne wohnen.

Zu Tausenden liegen solche Bacteridien nahe am Rande des Deckgläschens neben einander. Viele dieser Halborganismen sind allerdings nicht bis zu einem solchen Grade der Formentwicklung gediehen und mögen als unvollendete Produkte eines gestörten oder unterbrochenen Gestaltungsprocesses betrachtet werden, während die vollendetsten den sonst beobachteten Bacterien so ähnlich sind, dass sie unter anderen Umständen der beharrlichste Gegner der elternlosen Zeugung ohne Bedenken als solche in Anspruch nehmen würde.

War anfangs, solange nämlich die beiden Körperchen noch selbstständig waren, in der Zweifarbigkeit ihrer Substanz ein sinnlich wahrnehmbarer Unterschied zwischen dieser und der gewöhnlichen Bacterienmasse vorhanden, so schwindet allmählig auch dieser Unterschied, wenn nach vollzogener Verschmelzung der Körper längere Zeit vom Wasser umgeben ist.

Jene Zweifarbigkeit (Dichroismus) gibt sich darin zu erkennen, dass der Körper, möge er noch so klein sein, bei höherer Einstellung bläulichgrau, bei tieferer hellbraun erscheint, eine Eigenschaft, welche die winzigen Protoplasmatröpfchen und Schwärmkörperchen in einem um so höheren Grade annehmen, je mehr sie sich dem Rande des Deckgläschens nähern. Ich vermuthe daher, dass hier die Berührung mit der Luft nicht ohne Bedeutung ist und die Einwirkung dieser letzteren auch die Vorgänge der Attraction und Paarung beeinflusst.

Wie den echten Bacterien ist auch diesen Halborganismen eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen die zerstörenden Einflüsse der Austrocknung eigen, indem sie selbst nach völligem Abgang des Wassers nicht ganz desorganisirt werden, sondern ihre Hauptcontouren beibehalten und nach Zusatz eines neuen Tropfens ganz und gar ihre vorige Gestalt wieder annehmen, während alle anderen mir bekannten primitiven Gallertgebilde beim Vertrocknen als individuelle Körper völlig zu Grunde gehen.\*)

\*) Zur Beobachtung der eben geschilderten Erscheinungen eignen sich nur die Sommermonate, besonders August und September. Weiteres sub Anmerkung Nr. 7.

Zu den folgenden Versuchen, die zu jeder Jahreszeit mit gleichem Erfolg vorgenommen werden können, wurde je ein Glasschälchen mit geschliffenem Rand und 7—8 Kubikcentimeter Raum angewendet. Ein gleiches darüber gestülptes Schälchen diente als Deckel. Anstatt Gyps habe ich bisweilen auch frisch ge-glühete Steinkohlenasche genommen, die schwefelsauren Kalk in hinreichender Menge enthält.

Im Winter 1876 wiederholte ich folgenden Versuch mehrere Male:

Es wurde ein Theil Zucker auf 15—20 Theile destillirtes Wasser mit einem geringeren Zusatz von Gyps oder frisch ge-glüheter Steinkohlenasche genommen und die zusammengebrachten Stoffe in einem Glase gut geschüttelt. Hierauf goss ich 10 Gramm davon in zwei Schälchen, in jedes 5 Gramm. Dem einen Präparate setzte ich 20—40 Milligramm Luftstaub aus der nächsten Umgebung (bewohntes Zimmer), dem anderen 4—8 Milligramm Phosphorsalz zu. Nachdem die Flüssigkeiten gut gerührt worden sind, wurden sie bedeckt und an einen ruhigen Ort gebracht, wo sie zwischen 10—14° C. wechselnden Temperaturen ausgesetzt waren.

Nach 48 Stunden untersuchte ich die beiden Präparate, und siehe da, in dem mit Staub versetzten fanden sich nur einzelne sehr zerstreute Bacterien, von denen manche eine sehr lebhaftige Bewegung zeigten; in dem anderen aber waren sie sehr zahlreich und bildeten inselförmige Colonien auf den Luftblasen: die Flüssigkeit befand sich in jenem Stadium der Gährung, wo sich die Bacterien massenhaft einzustellen beginnen.

Es zeigte sich somit eine kleine Quantität Phosphorsalz wirksamer als die fünffache Menge Luftstaub. Das Phosphorsalz verhält sich demnach zu den Lösungen von Zucker und den Aschenbestandtheilen wie ein sehr wirksames Ferment. Um in einer solchen Lösung durch Zusatz von Luftstaub ebenso viel Bacterien zu erzeugen wie durch einen Zusatz von Phosphorsalz, muss man von dem ersteren mindestens zehnmal so viel nehmen als von dem letzteren, und wird bei gleicher Temperatur dort wo Phosphorsalz ist, die Gährung doch früher beginnen.

Allein das ist nicht das einzige bedeutende Ergebniss dieses Versuchs: vergleicht man nämlich die mittelst Zusatz von Luftstaub erhaltenen Bacterien mit jenen, die in dem mit Phosphorsalz behandelten Präparate entstehen, so findet man die ersteren meist beträchtlich grösser und zweigliedrig, grösstentheils aus *B. lineola* bestehend, hin und wieder auch einen *Bacillus*, während die Organismen in dem anderen Präparate einer anderen Art angehören, so viel hier Form und Grösse entscheidet, dem *B. termo*.

Unter den obigen Staubbacterien erblickt man auch zahlreiche kleinere von sehr lebhafter krümmender und springender Bewegung, die man im Phosphorsalz-Präparate vergeblich sucht.

Die schönste Fauna von *B. termo* erhält man im Winter, wenn man ein Minimum von 2—5 Milligramm Zucker, 2—3 Milligramm Phosphorsalz und etwas frisch ge-glühete Asche auf 5—10 Gramm destillirtes Wasser nimmt, schon

bei Temperaturen von 9—12° C. \*) Daneben erscheint keine andere Bacterie, während es in den Staubpräparaten von sehr verschiedenen Bacterien wimmelt.

Man erhält *B. termo* auch ohne Zusatz von Gyps oder Asche, aus destillirtem Wasser, Phosphorsalz und Zucker; doch die so erhaltenen Organismen sind weniger consistent und widerstandsfähig, sie zerfließen sehr leicht auf der Glasplatte. Es scheint, dass die im Zucker enthaltenen wenigen Spuren von Aschenbestandtheilen kaum genügen zur Erzeugung einer normalen Bacterien-Fauna.

Eine Umwandlung der einen Form in die andere wurde trotz wochenlanger Beobachtung niemals wahrgenommen: die Organismen behalten die anfänglich angenommene Form im Zustand des Schwärmens und in dem der Ruhe beständig bei.

Da sich nun die Bacterien, die auf Zusatz von Luftstaub in der Zuckerlösung entstehen, nicht so schnell einfanden als diejenigen, welche man mittelst Phosphorsalz erhielt, und weil ferner die Staub-Bacterien anders beschaffen sind als die Phosphorsalz-Bacterien, diese auch keineswegs in die andere Form übergehen, so dürfen wir annehmen, dass sich an der Erzeugung der im Phosphorsalz-Präparate aufgetretenen Organismen der Luftstaub nicht theiligt hat.

Auch der folgende in demselben Winter vorgenommene Versuch ist geeignet, uns bei der Beurtheilung der Frage über den Ursprung solcher Wesen auf den richtigen Weg zu führen.

Am 26. December wurden Mittags drei Präparate gemacht, indem 20 Gramm destillirtes Wasser, 1 Gramm Zucker, 0.2 Gramm Phosphorsalz und 0.5 Gramm frisch gegläuhete Steinkohlenasche genommen wurden. Nachdem ich diese Stoffe in einem Glase gehörig geschüttelt hatte, goss ich die Flüssigkeit in drei Schälchen, so dass jedes circa 6 Gramm davon erhielt. Nun wurde das eine Präparat mit einer reichlichen Menge Luftstaub, den ich auf einem Papierblatte aufgefangen hatte, versetzt, ein zweites mit einem kleinen Tropfen abgestandener Bacterienflüssigkeit (mit ruhenden Organismen) inficirt, während das dritte Präparat keinen weiteren Zusatz erhielt.

Nachdem ich das mit Bacterienflüssigkeit inficirte Präparat noch einmal gut gerührt und bei der mikroskopischen Untersuchung wahrgenommen hatte, dass die Organismen (*B. termo*) darin sehr zerstreut und in der Masse von 6 Grammen Wasser überhaupt nicht leicht aufzufinden waren, stellte ich die drei Schälchen mit ihren Deckeln an einen ruhigen halbdunkeln Ort dicht neben einander; dort wechselte die Temperatur während der Exposition zwischen 11° und 13° C.

Schon nach 28 Stunden hatte die Trübung in dem Schälchen, wo die Infection durch Bacterienflüssigkeit stattgefunden hatte, begonnen; da gab es sehr viel Bacterien, diese bildeten förmlich dicht besäete Felder. In der durch Staub inficirten Flüssigkeit waren zu dieser Zeit noch gar keine zu finden.

---

\*) So lange diese Bacterien eingliedrig sind, haben sie die grösste Aehnlichkeit mit *Micrococcus crepusculum* Cohn.

Auch im dritten Schälchen suchte ich sie lange vergebens, erst nach vielem Suchen fanden sich etliche Stück.

Am folgenden Morgen, nach 45 $\frac{1}{2}$  Stunden, wurde die mikroskopische Untersuchung fortgesetzt. In den zwei Schälchen, von denen das eine die mit Staub versetzte, das andere die gar nicht inficirte Flüssigkeit enthielt, zeigte sich nur hie und da eine einzelne Bacterie oder kleine Bacteriengruppe; eine rasche Vermehrung dieser Organismen hatte noch nicht begonnen. Dagegen waren sie in dem anderen (ersten) Präparate so massenhaft, dass sie in dichten Gruppen jedesmal mehr als ein Viertel des Sehfeldes einnahmen.

Am folgenden Tage um 8 Uhr Morgens, also nach 68 Stunden, wurde die Besichtigung wieder aufgenommen. Jetzt erst zeigten sich in der mit Staub versetzten Flüssigkeit die Bacterien massenhaft, dieselbe war entschieden in dem Stadium der Massentwicklung dieser Organismen, die ich übrigens meist im Ruhezustande vorfand.

Allein auch in dem anderen Präparate, das nicht inficirt war, schienen mir die Bacterien, wenigstens an vielen Stellen, ebenso massenhaft. Im Ganzen ergab sich bei längerer und genauerer Vergleichung zahlreicher Tropfen beider Präparate ein plus auf Seite der mit Staub inficirten Flüssigkeit und konnte angenommen werden, dass die Massentwicklung der Organismen in diesem letzteren Schälchen 4—5 Stunden früher begonnen hatte als in dem anderen, wo dieselben auf den Luftblasen zahlreiche grünliche Inseln bildeten. Die Luftblasen erschienen auf der Oberfläche hier überall dicht granulirt von punktförmigen Tuberkeln, deren Erscheinen, wie es sich aus den späteren Controlsuchen herausstellte, das Massenaufreten der Bacterien einleitet.

Vorher hatte ich den angewendeten Luftstaub mikroskopisch untersucht: er bestand aus vielen Stärkekörnern und zahlreichen den Pilzsporen ähnlichen Organismen, ferner aus verschiedenen Brocken und Splitterchen von unbestimmter Form und ebenso unbestimmter Abstammung. Soviel lässt sich aber mit Sicherheit sagen, dass in der angewendeten Menge Staub viel mehr organische Substanz enthalten war als in dem zur Infection benützten kleinen Tropfen Bacterienflüssigkeit und dass der trockene Staub dem Gewichte nach die getrocknete organische Masse des Tropfens mehr als 20mal übertraf.

Allein trotzdem förderte der winzige Tropfen die Massentwicklung der Bacterien achtmal schneller als die verhältnissmässig so beträchtliche Menge Luftstaub.

Wenn aber eine Messerspitze voll Staub nicht mehr bewirkt als dass die Massentwicklung jener Organismen statt nach 68 Stunden zu erfolgen fünf Stunden früher beginnt, welche Wirkung soll dann einigen wenigen Staubtheilchen, welche zufällig in das sorgfältig bedeckte Präparat fallen, zugeschrieben werden? Wir können uns doch die Wirkungen eines organischen Fermentes oder einer inficirenden Substanz nicht anders denken als proportional zu der angewendeten Menge. Enthält nämlich der Luftstaub Bacterienkeime, so wird eine 2-, 3-, 4- . . . mal grössere Menge desselben von demselben Orte natürlich auch 2-, 3-, 4- . . . mal so viel solcher Keime enthalten; 2-, 3-, 4- . . . mal so viel

Keime müssen aber in derselben Zeit unter gleichen Umständen eine ebensovielmahl zahlreichere Nachkommenschaft geben.

Auch hier wurden in dem Staubpräparate die verschiedensten Formen von Bacterien beobachtet, daneben aber auch manche, die man für *B. termo* halten könnte. Es treten nach und nach immer grössere und trägere Formen auf, von denen die meisten zweigliedrig sind.

Warum erhält man, wenn man mit möglichst staubfreiem Wasser, Zucker und Phosphorsalz experimentirt, nur das eingliedrige überaus winzige *B. termo*? Verdanken diese Wesen ihr Dasein den im Luftstaub enthaltenen Keimen, so müssten doch alle die zahlreichen Formen, die in obigen Staubpräparaten auftreten, unter ihnen zu finden sein.

Es wurde durch weitere ähnliche Untersuchungen constatirt, dass die meiste Fähigkeit, die Gährung in einer Lösung von Zucker, Phosphorsalz und Aschenbestandtheilen zu beschleunigen, den jungen schwärmenden Bacterien zukommt; schwächer wirken alte ruhende, am schwächsten jene ausgegohrener und ausgetrockneter Flüssigkeiten, indem sie den Gährungsprocess nicht schneller fördern als gewöhnlicher Luftstaub, was auch durch den nächsten Versuch bestätigt wird.

Eine über zwei Jahre alte Mandel wurde den 15. Juni 1877 geöffnet, von dem noch gesunden Kerne einige Stückchen abgeschnitten und mit 60 Gramm destillirtem Wasser im Glaskölbchen bis zum Sieden gekocht; das Sieden dauerte eine Minute. Hierauf goss ich das trübe Decoct noch heiss in neun bereitgehaltene, wie immer möglichst gut gereinigte Schälchen, in jedes sechs Gramm, und bedeckte sofort die Präparate mit ihren Deckelschälchen.

Von den neun Präparaten erhielten Nr. I und II keinen weiteren Zusatz. Nr. III erhielt 2 Gramm destillirtes Wasser, Nr. IV aber nur einen ganz kleinen Tropfen davon. Das hiezu verwendete Wasser war allerdings nicht ganz frisch, jedoch auch nicht merklich verunreinigt, es hinterliess auf dem Objectträger keinen Fleck und enthielt soviel wie keine sichtbaren Körperchen, da es vor Staub gut verwahrt worden war. Nr. V versetzte ich mit einem Tropfen Emulsion, die ich durch Zerdrücken von einem Stückchen Mandelkern in destillirtem Wasser (etwa 20 Milligramm auf 6 Gramm Wasser) bereitet hatte. Ich benützte hiezu denselben Mandelkern wie oben und nahm das erforderliche Stückchen mit einer durch Erhitzen im Feuer gereinigten Messerklinge aus dem Inneren des Kernes. Mit einem zweiten gleichen Stückchen wurde Nr. VI inficirt, indem ich es einfach mit derselben Klinge in der Versuchsflüssigkeit zerdrückte. Nr. VII erhielt einen sehr kleinen Tropfen einer drei Tage alten in Gährung begriffenen Emulsion, die wie oben bereitet worden war und worin es von Bacterien wimmelte. Nr. VIII wurde mit 3—4 Milligramm Luftstaub versetzt und Nr. IX mittelst eines eingetrockneten Tropfens Bacterienflüssigkeit inficirt, indem ich den Tropfen auf einem Glasplättchen austrocknen liess und den Rückstand sammt Plättchen in die Versuchsflüssigkeit tauchte, worin er bis zum Ende des Versuches blieb.

Alle diese Stoffe wurden zugesetzt als die Abkochung in den Schälchen bereits abgekühlt war. Die Präparate liess ich dann an einem halbdunklen etwas dumpfen Ort, gehörig bedeckt, bei 20—23° C. stehen.

#### Befund:

Nr. I lieferte 3 Wochen lang keinerlei Organismen, obschon das Deckelschälchen in dieser Zeit der Untersuchung wegen sechsmal abgehoben wurde, allerdings jedesmal nur auf 4—5 Secunden, wobei aber doch leicht einzelne Staubtheilchen aus der Luft hinein fallen konnten. Erst nach 22 Tagen begann die Flüssigkeit sich stellenweise zu trüben und es trat ein organisches Gebilde auf, das ich als einen Hefepilz erkannte, neben vielen ungegliederten stark verästelten Mycelien.

In Nr. II zeigten sich aber schon nach 11 Tagen einzelne Mycelien und Hefepilz-Zellen, und war die Flüssigkeit 2 Tage später voll von Gährungs- und Schimmelpilzen, wiewohl ich sie nur zweimal durch Abheben des oberen Schälchens auf 4—5 Secunden gelüftet hatte. Von Bacterien und Monaden war weder im ersten noch im zweiten Präparate eine Spur zu finden.

Schon nach 46 Stunden fanden sich in Nr. III und IV zahlreiche sehr kleine Bacterien ein, ein paar Stunden später war die Flüssigkeit ganz trübe, es wimmelt darin von unzähligen winzigen Organismen. Der Beginn ihres Erscheinens fällt zwischen die 40. und 44. Stunde (seit der Exposition). Ein Tröpfchen reines Wasser hatte also genügt, eine so zahlreiche Bacterien-Fauna zu erzeugen, er hatte, nach genauer Vergleichung, nicht mehr und nicht weniger bewirkt als die circa 200fache Menge Wasser. Auch Nr. V gab ein ähnliches Resultat.<sup>2)</sup>

In Nr. VI erschienen Bacterien erst nach 70 Stunden, da begann die Flüssigkeit sich zu trüben, es zeigten sich darin viele stäbchenförmige Organismen (*Bacillus*) mit schwingend und schlängelnd fortschreitender Bewegung; 2—6 waren jedesmal im Sehfeld zu sehen, dagegen fehlte die sonst massenhaft auftretende winzige Bacterie (*B. termo*) vollständig, ich hatte auch viele Stunden später keine Spur davon entdeckt.

Hingegen wimmelte es in Nr. VII schon nach 24 Stunden von kleinen Bacterien, auch viele Gruppen von Granulationen verschiedener Art waren zu sehen; die Infection hatte also schnell und energisch gewirkt; die erzeugten Organismen waren mit den inficirenden des eingebrachten Tropfens übereinstimmend.

Ganz anders verhielt sich Nr. VIII, welches mit Luftstaub behandelt worden war. Hier traten erst nach 44 Stunden die ersten Bacterien in grösserer Anzahl auf, aber es waren dieselben grösser als jene von Nr. VII, manche und sogar viele hatten die Stäbchenform und waren wohl doppelt so dick als jene, hie und da zu langen Stäben und Ketten vereinigt und von theils langsam, theils schnell schwingender Bewegung. Im Ganzen waren es plumpe träge Formen im Vergleich mit der sonst beobachteten winzigen, aber sehr lebhaft schwärmenden Bacterie.

Nr. IX hatte in 24 Stunden noch keine Bacterien gegeben, aber nach 36 Stunden waren schon viele da; 4 Stunden später war die Flüssigkeit bereits stark getrübt. Es zeigte sich nur die kleine schon öfter erwähnte Form, übereinstimmend mit jener, welche in dem zur Infection benützten Tropfen enthalten war.

Als dieser eingetrocknet war, hinterliess er auf dem Blättchen einen grauen Fleck, den ich sogleich mikroskopisch untersucht hatte. Keine einzige Bacterie war zu unterscheiden, alle Organismen waren, für das Auge wenigstens, verschwunden, indem ihre deformirte Masse theils zu unregelmässigen Linien zusammen schrumpfte, theils in weithin ausgebreitete Tupfen zerfloss.

Drei Tage liess ich das Glasplättchen mit der darauf klebenden organischen Masse trocken liegen, bevor ich es in die oben beschriebene Abkochung versenkte.

Es zeigte sich somit, dass der so verwendete Tropfen bedeutend schwächer wirkt, als wenn man ihn, wie es bei der Behandlung des Präparates Nr. VII geschah, unmittelbar der zu inficirenden Versuchsflüssigkeit zusetzt.

Es kann nun nicht bestritten werden, dass die Ergebnisse dieses Versuchs ein ganz unerwartetes Licht auf die Genesis der beobachteten Organismen werfen; mit den bisherigen Ansichten stehen sie ebenso wenig im Einklange wie jene der übrigen hier mitgetheilten Untersuchungen.

Warum sind in den ersten zwei Präparaten, welche keinen Zusatz erhalten hatten, wohl Mycelien und einzellige Hefepilze, aber keine Bacterien erschienen, und warum jene erst nach so langer Zeit? Sind doch die Schälchen mehrere Male abgedeckt worden, so dass frische staubhältige Luft mit der Versuchsflüssigkeit in unmittelbare Berührung kam.

War aber ein Tröpfchen destillirtes Wasser nöthig, um jene Bacterien darin entstehen zu lassen, oder ein Stückchen aus dem Inneren eines Mandelkerns, wie kann man dann all diesen Erfolg den etwa im Wassertröpfchen enthaltenen oder bei der Uebertragung des Mandelstückchens aus der Luft gefallenem Staubkörnlein oder organischen Keimen zuschreiben, ohne gegen die einfachste Logik zu verstossen.

Wie konnte nämlich, wenn diese ganze Organismenwelt von einigen aus der Luft ins Wasser gefallenem Keimen abstammt, ein Tröpfchen dieses Wassers ebenso viel bewirken als eine 200fache Menge davon? Allerdings lässt sich nicht behaupten, dass jenes Wasser ganz frei war von Staubkörperchen, doch kamen auf einen kleinen Tropfen gewiss nur wenige, denn bei der mikroskopischen Beschauung zeigte sich dasselbe sehr rein und hinterliess nach der Verdunstung auf der Glasplatte keinen Anflug. Da nun aber offenbar eine 200fache Quantität von demselben Wasser viel mehr organische Keime enthält, so muss sie in derselben Zeit auch viel mehr Organismen erzeugen, und müssten daher dort wo diese Quantität angewendet wird, zu einer und derselben Zeit, solange das Maximum der in der Flüssigkeit möglichen Organismenzahl noch nicht erreicht ist, die Bacterien viel häufiger sein als in der Flüssigkeit, zu deren Inficirung ein so kleiner Tropfen angewendet wurde.

Unter der gewöhnlichen Annahme ist die gleiche inficirende Wirkung von 1 Tropfen und 200 Tropfen eines gleichen Wassers unmöglich; der erwähnte Bacterienreichthum der Versuchsflüssigkeit in Nr. III und IV verdankt somit nicht den Staubkörperchen seinen Ursprung, wenn auch zugegeben werden muss, dass einige Bacterien sehr leicht auf diese Weise entstanden sein konnten, sondern der anregenden Eigenschaft des Wassers selbst. Worin diese anregende Ursache besteht, lässt sich freilich noch nicht genauer sagen, und noch weniger warum gestandenes und nicht auch frisch gekochtes Wasser das Vermögen besitzt, Abkochungen von organischen Stoffen in einen gährungsfähigen Zustand zu versetzen, wodurch Bacterien entstehen. Durch obiges Experiment allein ist hier nichts weiter zu ergründen.

Nichtsdestoweniger ist die unter solchen Umständen unabweisliche Annahme, dass durch Kochen das Wasser die zur Bewirkung der Gährung erforderliche Eigenschaft verliert, durch längeres Stehen in Berührung mit der Luft aber allmählig wieder erlangt, die beste Bürgschaft für die Nothwendigkeit mit den bisherigen Anschauungen über den Ursprung der Bacterien in gährenden Flüssigkeiten noch andere Möglichkeiten ins Auge zu fassen; schon der einzige aus dem Obigen hervorgehende wohlverbürgte Erfahrungssatz: Luftstaub wirkt in keinem höheren Grade. inficirend als frische in reinem Wasser bereitete Mandelmilch, muss die übliche Keimtheorie von Grund aus erschüttern.

Wenn man der Emulsion andere Fruchtsäfte substituirt, mit denen verschiedene Abkochungen inficirt werden, so gelangt man zu demselben Resultate. Nach öfterer Wiederholung dieser und ähnlicher Versuche überzeugte ich mich von der Richtigkeit folgender zwei Sätze:

1. Durch die Hitze werden die angewendeten organischen Substanzen in einen solchen Zustand der Desorganisation und molecularen Stabilität versetzt, dass ohne äussere Anregung durch Zutritt frischer Luft oder anderer Stoffe keine Gruppierung der Molecüle zu organischen Gebilden stattfinden kann.

2. Es muss diese Anregung nicht gerade von organischen Keimen im engeren Sinne ausgehen, sondern kann ebenso gut auch durch die frische Luft selbst, Wasser und verschiedene flüssige und feste organische Stoffe, welche durch Hitze nicht verändert wurden, oder wenn dieses geschah, längere Zeit in Berührung mit frischer Luft gestanden sind, ausgeübt werden.

Keine bis auf den heutigen Tag bekannt gewordene Thatsache liefert aber einen so kräftigen Beweis dafür, dass Bacterien unter Umständen auch elternlos entstehen können, als die direkte Beobachtung ihres, soweit es bei den gegenwärtigen optischen Mitteln möglich ist, zusammenhängenden Entwicklungsprocesses.

Bei Gelegenheit einiger Untersuchungen über das Auftreten von Bacterien in Aufgüssen von Samenkernen verschiedener Pflanzen in den Wintern 1875—1876 und 1876—1877 fielen mir öfter weisslichgraue Flocken auf, die sich bei längerem

Stehen allmählig in Zoogloea, d. i. in Gallertklümpchen mit unzähligen eingesprenkten Organismen und organischen Keimen der einfachsten Art verwandelt, obschon sie in ihrem ursprünglichen Zustande als ein Phosphat der Kalkerde erkannt wurden.\*

Ich hatte damals noch keine Ahnung von einer bestimmten Wechselbeziehung zwischen solchen anorganischen Substanzen und den umgebenden gelösten organischen Stoffen, und beschloss durch künstliche Herstellung dieses Phosphates, das mit möglichst homogenen Lösungen von Kohlenhydraten in Berührung gebracht werden sollte, mir über diesen Vorgang Aufklärung zu verschaffen.

Setzt man einer gesättigten Lösung von Gyps in destillirtem Wasser ein Stückchen Phosphorsalz zu, so entsteht meist schon ohne Schütteln eine Trübung, aus der sich in wenigen Minuten ein weisslichgrauer flockiger Niederschlag ausscheidet und allmählig am Boden ansammelt. Derselbe bildet sich durch Fällung des Kalkes und ist natürlich nichts anders als Calciumphosphat, also offenbar anorganischen Ursprungs.

Untersucht man die Flocken mikroskopisch bei 600maliger Linear-Vergrößerung, so erscheinen sie nicht homogen, ihre Masse lässt vielmehr unzählige dichtstehende Körnlein von nicht bestimmbarer Form und Begrenzung erkennen, wodurch sie ein granulirtes Aussehen bekommt. Die Körnlein hängen mehrseitig zusammen, auch lassen sie sich keineswegs auf eine bestimmte Grundform zurückführen.

Es ist zum Behufe des hier beschriebenen Versuchs am vortheilhaftesten, wenn man der Gypslösung nur so viel Phosphorsalz zusetzt als zum Niederschlagen alles fällbaren Kalkes nothwendig ist. Man lässt darum das Phosphorsalz-Stückchen so lange darin stehen bis sich in der Umgebung desselben bei schwachem Schütteln keine wolkige Trübung mehr bildet.

Wird der so dargestellte flockige Niederschlag, den man in seiner Mutterflüssigkeit lässt, mit etwas Zucker (etwa 0.1—0.3 Gramm auf 5—6 Gramm Wasser) versetzt, so erleiden hiedurch die Flocken anfangs keine sichtbare Veränderung. Der Zucker nimmt augenscheinlich keinen Antheil an der Bildung des Niederschlags, auch wenn man ihn vor der Fällung durch Phosphorsalz der Gypslösung zusetzt, denn die Flocken zeigen bei der genauesten mikroskopischen Besichtigung dieselbe körnige Zusammensetzung wie in dem Falle, wenn kein Zucker angewendet wird.

Nun aber wird das flüssige Präparat mit seinem gut passenden Deckelschälchen bedeckt und noch durch einen Glassturz vor dem nachträglichen Einfallen des Luftstaubes geschützt, an einem ruhigen Orte bei 23—26° C. stehen gelassen, wobei dafür gesorgt werden muss, dass die Temperatur wenigstens nicht auf die Dauer unter 18° C. sinkt.

Da sieht man nun deutlich, wie die Flocken allmählig grösser werden. Schon nach 40—48 Stunden wird die Zunahme ihres Volumens mit freiem Auge bemerkbar, während zugleich die weisslichgraue Farbe eine dunklere Schattirung erhält. Etwa 22—24 Stunden später erscheinen die Flocken bereits sehr voluminös und gallertartig.

Werden die Flocken in diesem Zustande bei obiger Vergrößerung mikroskopisch untersucht, so ergibt sich ein ganz unerwartetes Resultat. Man erblickt nämlich darin unzählige Körperchen, allein dieselben sind viel grösser und deutlicher als die ursprünglichen überaus winzigen Kerngebilde oder Granulationen und erweisen sich theils als fertige theils als unfertige Mikrokokken — und noch einige Stunden später können die flockigen Gallertmassen als Zoogloea betrachtet werden.

Um zu erfahren ob die ursprünglichen winzigen Kerngebilde der Flocken von Calciumphosphat mit den späteren Organismen in den Zoogloea-Massen in einem nachweislichen Zusammenhange stehen, nahm ich mir vor, die Flocken des Präparats von Anfang an in Zeitintervallen von 10 zu 10 Stunden einer genauen mikroskopischen Beschauung zu unterziehen, während das Präparat an dem ihm angewiesenen Orte blieb.

In den ersten 24 Stunden vermochte ich keine deutliche Veränderung in den Granulationen wahrzunehmen, aber 10—15 Stunden später werden die Körnchen merklich grösser und zeigen deutlichere rundliche und längliche Umrisse. Sie stehen nun weiter von einander, während sich der zwischen ihnen befindliche Raum mit Gallerte füllt. Nun erst bemerkt man bei sehr günstiger Beleuchtung und scharfer Einstellung einige dieser winzigen rundlichen Gebilde paarweise dicht neben einander, als ob sie im Begriffe wären, eine Copulation einzugehen. Hier und da ist auch ein Pärchen enger verschmolzen und bildet einen länglichen Körper.

Alle diese Veränderungen vollziehen sich allmählig und unbemerkt, so nämlich, dass zwischen dem Anfangs- und dem Endzustand der erwähnten Gebilde keine unvermittelte Phase oder Pause vorkommt, indem sich einzelne nicht ganz in Kernkörperchen geschiedene Flockenpartien beim Grösserwerden spalten, kleinere Körperchen aber gleichmässig heranwachsen, was in Berührung mit der Luft an der Oberfläche der Versuchsflüssigkeit schneller geschieht als bei den Flocken am Boden des Schälchens.

Auf diese Weise enthält eine Flocke in den späteren Stadien der Metamorphose der Form und Grösse nach fast gleiche Einschlüsse, und je mehr sich diese dem Endstadium nähern, desto mehr werden sie den Mikrokokken ähnlich, bis sie schliesslich als fertige Organismen entweder bei allmählicher Auflösung der Muttergallerte fortschwärmen, oder zu längeren Bacterien (mit und ohne Bewegung) auswachsend mit der einhüllenden Gallerte dauerhafte Klumpenmassen bilden.

Hier ist es ganz evident, dass sich die anfänglichen überaus winzigen Körperchen oder Granulationen, aus welchen die Flocken des Calciumphosphats bestehen, zu Mikrokokken entwickeln, und zwar unter Mitwirkung des Zuckers, denn für sich allein bleiben sonst die Flocken mit ihren granulösen Einschlüssen Monate lang unverändert.

Wenn also die Granulationen allmählig an Grösse und Masse zunehmen, so kann dieses offenbar nicht anders geschehen, als indem der Zucker durch eine nicht näher bekannte Wechselwirkung der in Contact stehenden Substanzen

zersetzt und der Kohlenstoff desselben in der einen oder der anderen Form von den Bestandtheilen der Flocke assimilirt wird. Wahrscheinlich treten hiebei auch gewisse Molecüle aus ihrem Verbande mit den Körperchen aus und combiniren sich mit den kohlenstoffhaltigen Zersetzungsproducten des Zuckers in den Interstitien zwischen den Körperchen.

Gewiss ist wenigstens so viel, dass die Gallerte, welche rings um die winzigen Kerngebilde ausgeschieden wird und diese, wenn die Verwandlung in organische Wesen vollendet ist, völlig einhüllt, durch eine attractorische Wechselwirkung zwischen den mineralischen Bestandtheilen der Flocke und den organischen des Zuckers entsteht.

Will man demnach Körperchen, aus denen sich durch Wachsthum, d. i. durch Aufnahme von Stoffen aus der Umgebung organische Wesen entwickeln, unter allen Umständen deren Keime nennen, so muss man im vorliegenden Falle Körperchen, die gar nicht organischen Ursprungs sind, als organische Keime gelten lassen.

Eine solche Entwicklung von Mikrokokken aus nicht organischen Granulationen von Calciumphosphat durch successive Einlagerung oder Interposition von organischen, durch Zersetzung des Zuckers freiwerdenden Molecülen kann man als eine Thatsache betrachten, zu deren Einsicht nicht mehr gehört als ein scharfes Mikroskop, ein gesundes Auge und ein vorurtheilsfreier Blick.

Den beschriebenen Versuch habe ich sehr oft wiederholt, unter gleichen und verschiedenen Umständen, wobei sich stets das eben angegebene Resultat ergab. Erst wurde mit reinem frisch destillirtem Wasser mehrere Male experimentirt, den Gyps nahm ich von einem Krystallstück, das ich mit einem gut gereinigten Messer schabte, den Zucker aus dem Inneren eines grösseren krystalinischen Stückes. Zum Reinigen diente zunächst trockene Hitze und Quellenwasser, das Abtrocknen geschah mittelst reiner, vor Staub möglichst geschützter Tücher.

Diese Mittel der Vorsicht erwiesen sich aber später zum Theil als überflüssig, denn als der Versuch hierauf mit staubigem Wasser wiederholt angestellt wurde, erhielt ich allerdings ausserhalb der Flocken, besonders an der Oberfläche der Flüssigkeit, viel Bacterien, aber diese waren anders beschaffen als jene, die sich aus den Flocken entwickelten. Ueberhaupt wurde hierdurch der oben geschilderte Umwandlungsprocess weder beschleunigt noch merklich abgeändert. Eine Beschleunigung zeigte sich aber stets, wenn eine wägbare Menge Luftstaub zugesetzt wurde. Doch auch in diesem Falle gehen aus den anorganischen Granulationen der Flocken durch Metamorphose erst Mikrokokken und dann Bacterien hervor.

In den Sommern 1876 und 1877 nahm ich ähnliche Versuche auch mit kalkhaltigem Quellen- und Brunnenwasser vor, mit gleichem Erfolge.

Durch Infection des Präparates mit einem oder mehreren Tropfen Bacterienflüssigkeit, worin es von Organismen obiger Art wimmelte, wurde auch nur eine Beschleunigung des Umwandlungsprocesses erzielt, auch da konnte man stets die Verwandlung der Granulationen in Organismen deutlich verfolgen.

So habe ich mich denn nach und nach überzeugt, dass die Flocken des Calciumphosphats, von flüssigen organischen Substanzen umgeben, mit der Zeit selbst organische Natur annehmen, und dass Infectionen durch Einführung von bereits fertigen Organismen gleicher Art die Metamorphose nur beschleunigen, keineswegs aber wesentlich alteriren.

Bei niedriger Temperatur (8—12° C.) im Winter erhielt ich nur langgestreckte bewegungslose Bacterien, die mit ihren Gallertmassen schöne Zoogloea bildeten, doch war die Temperatur in den ersten zwei Tagen der Exposition bedeutend höher. Bei 20—26° C. entstehen aber sowohl im Winter als auch im Sommer nur ganz kleine sehr bewegliche Mikrokokken-Bacterien, die im unreifen Zustande zu dichter feinkörniger Zoogloea vereinigt sind.

Das Frühjahr, besonders der Monat März, scheint mir zu solchen Beobachtungen am passendsten zu sein: zu dieser Zeit erscheint die Scheidung der Flockenmasse in Kernkörperchen und Gallerte am schärfsten; die letztere fand ich bei allen Beobachtungen im März höchst rein und durchsichtig, während die Körperchen selbst von Anfang an deutliche Umrisse zeigten.

Ein Zusatz von Eisen erwies sich nicht als nothwendig zur Erzeugung der beschriebenen Organismen. Schwankungen in der Beleuchtung vom Dunkeln bis zum grellsten Licht scheinen nach den bisherigen Resultaten ohne Wirkung zu sein.

Besondere Berücksichtigung verdient aber der Umstand, dass Lösungen von Gyps im Winter bei niedrigen Temperaturen, besonders bei trockenem heiteren Wetter, mit Phosphorsalz keinen Niederschlag geben. In diesem Falle muss die Lösung auf 20—25° C. erwärmt werden. Diese Temperatur ist auch für den ganzen Verlauf des Versuchs die günstigste.

Ebenso empfehlen sich Culturen der mittelst Phosphorsalz erzeugten Flocken in Lösungen von Zucker auf dem Objectträger, wo man sie blos durch passende Bedeckung vor dem Austrocknen zu schützen braucht, um sie zu jeder beliebigen Zeit der mikroskopischen Beschauung unterziehen zu können.

## II. Versuchsgruppe.

### Untersuchungen über die Entwicklung der Monaden.\*)

Gewisse Monaden erscheinen uns bei hinreichend starker Vergrößerung als wenig contractile Gallertkugelchen oder längliche Gebilde von 3—9 Mikrometer Durchmesser. Ihrer Masse sind zahlreiche Körnchen, meist von stark lichtbrechender Eigenschaft, eingestreut. Gewöhnlich bemerkt man daran noch 1 oder 2 feine Geisselfäden, womit schlängelnde Bewegungen hervorgebracht werden.

Es sind die einfachsten und winzigsten animalischen Wesen. In den meisten Aufgüssen treten sie bei Temperaturen zwischen 20 und 30° C. schon

\*) Man vgl. Anmerkung Nr. 8.

nach 40—48 Stunden auf und vermehren sich fast so rasch wie Bacterien, deren Begleiter sie auch gewöhnlich sind. Ihre Entwicklung ist aber an viel engere Bedingungen geknüpft als jene der Bacterien, denn sie treten gewöhnlich nur in ungekochten Aufgüssen, die Fett und Eiweiss-Stoffe enthalten, auf und werden von Zeit- und Temperaturumständen vielmehr beeinflusst als jene.

Man kennt diese Thierchen oder vielmehr einzelne Arten derselben, bisher in drei Zuständen: in dem der Ruhe, der Agilität (des Zuckens) und der Locomotion.

Die formenreichste Monadenfauna liefern die Monate September und October, diese sind auch zum Stadium der Genesis der Thierchen die günstigsten.

Nimmt man im Spätsommer 10—15 Gramm Brunnenwasser, dem man etliche Tropfen einer aus alten abgestandenen Mandel- oder Haselnusskernen bereiteten Emulsion zusetzt, so tritt darin *Monas electrica*\*), eine kleine Monade, in 2—3 Tagen so massenhaft auf, dass sie nach und nach alle übrigen Organismen, und selbst das sehr lebhafte *Bacterium termo*, verdrängt. Bei 610maliger Vergrößerung und sehr geringer Bildweite erscheint sie blass bläulich grau; ihr Durchmesser beträgt mit geringen Schwankungen 4 Mikrometer, ebenso lang ist ungefähr auch der Geisselfaden an dem rundlichen Körper. Die Thierchen bilden mit granulöser (Mikrokokken-) Gallerte an der Oberfläche ein Häutchen, die sogenannte Priestley'sche Materie.

Auf dem Objectglase erscheinen sie um so träger, je concentrirter die Emulsion war. Wenn sich die organische Lösung bei fortdauernder Verdunstung allmählig concentrirt, so nimmt die Energie der Bewegung bis zum endlichen Stillstand ab, lange bevor gänzliche Austrocknung erfolgt. Noch früher hören die Bewegungen unter dem Deckgläschen auf, die Monaden verlieren ihre Contractilität, blähen sich durch Aufnahme von Wasser auf und bald sind nur mehr ihre Contouren bei scharfer Einstellung bemerkbar. Nur am Rande, wo sie mit atmosphärischer Luft in Berührung kommen, behalten sie ihre Agilität bei.

Beobachtet man ohne Deckgläschen, so kann man in stark concentrirten Infusionen der obigen Art den Vermehrungsprocess, der meist Abends und in der Nacht, besonders gegen Morgen erfolgt, unzählige Male sehen; er besteht in der Selbsttheilung des Thierchens und kündigt sich damit an, dass der ruhende Körper durch Einschnürung allmählig in zwei gleiche Partien zerfällt. Diese werden erst durch einen zähen, sich mehr und mehr verlängernden Strang zusammen gehalten, aber nach 2—3 Minuten wird bei weiterem Auseinandergehen die Verbindung der beiden Theile ganz aufgehoben, worauf sich die beiden Hälften, die nun ganz frei sind, abrunden, um als selbstständige Wesen weiter zu existiren.

Auch unter dem Deckgläschen habe ich diesen Act öfter beobachtet, natürlich unweit des Randes, er kommt aber nur bei trägen oder ganz ruhenden Thierchen vor.

---

\*) Den Namen wählte ich provisorisch, bis sich die Identität des Thierchens mit einer schon bekannten Art herausstellt.

Um aber Monaden im Zustande der Agilität beobachten zu können, nimmt man eine frische Emulsion, etwa 5—6 Gramm, die man mit einem Tropfen alter Monadenflüssigkeit versetzt, oder noch besser: man nimmt ein ganz kleines Stückchen vom Mandel- oder Haselnusskern, zerdrückt es in einem Tropfen Brunnenwasser auf dem Objectglase und setzt einige Monaden aus dem obigen Präparate zu, worauf man das ganze mit dem Deckgläschen bedeckt.

Die Thierchen vertheilen sich augenblicklich im Tropfen, in dem es von ölfreien Protoplasmatröpfchen und Aleuronkörnchen, die in lebhafter Molecularbewegung begriffen sind, wimmelt. Aber welche seltsame Umwandlung haben die Thierchen erfahren! Man traut seinen Augen kaum, die trübe Gallerte des Körpers hat sich geklärt, der bläulichgraue Farbenton hat einem grünlichen Platz gemacht und — was das Merkwürdigste ist — die Thierchen sind im Gegensatze zu ihrer früheren Regungslosigkeit so zu sagen Akrobatenkünstler geworden, indem sie unter rhythmischen Zuckungen kleinere und grössere Körperchen und selbst voluminöse Gallertflocken aus Entfernungen, die ihren eigenen Durchmesser 5—8mal übertreffen, energisch anziehen. Die angezogenen Körper stürzen sich, wenn sie näher kommen, mit beschleunigter Geschwindigkeit und endlich mit Vehemenz auf das Thierchen, werden aber nach erfolgter Berührung ebenso heftig weggeschleudert.

Dass diese Anziehung und Abstossung nicht durch eine Contraction und Expansion des Monadenkörpers zu Stande kommt, ersieht man schon daraus, dass die Körperchen, während sie einen förmlichen gegen die Monade gerichteten Strom bilden, nach der Abstossung auf der anderen Seite in einem ebenso continuirlichen Strom fortschwimmen, was nur möglich ist, wenn die Ursache der Anziehung zugleich zur Ursache der Abstossung wird. Durch eine Expansion müssten alle Körperchen gleichzeitig weggeschleudert und durch eine plötzliche Contraction alle gleichzeitig angezogen werden. Auch müsste man etwas von diesen rhythmischen Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Monadenkörpers sehen, wenn dieselben die Ursache einer so augenfälligen Bewegung sein sollten. Ist ein Geisselfaden sichtbar, so zeigt er sich während derselben anscheinend passiv.

Oefter machte mir das convulsivische Erzittern, welches in gleichen Zeitintervallen, meist von 2 zu 2 Secunden, beobachtet wird, den Eindruck wie wenn die Monade im Begriffe wäre einen Bissen mit Anstrengung hinunter zu würgen und sich das Schlucken durch Schütteln erleichtern wollte, man sieht sie alsdann bei scharfer Einstellung an einem nächsten Gegenstand mittelst des Geisselfadens angeheftet, ohne dass ihre dynamischen Kräfte der Anziehung und Abstossung hierdurch beeinträchtigt würden.

► Nach allem dem sind also diese eigenthümlichen, in keinem gewöhnlichen Verhältnisse zu der Körpermasse stehenden Kraftäusserungen electricischer Natur. Den Hauptsitz oder Pol der so lebhaft wirkenden Kraft fand ich stets an der Basis des Geisselfadens, wo ein solcher bemerkbar war.

In 5—10 Stunden alten Emulsionen von Kürbiskernen in Brunnenwasser bereitet, treten hin und wieder im Sommer Gallertklümpchen von eckiger Form und 3—5 Mikrometer Dimension auf, bei denen ich nicht weniger interessante

Bewegungserscheinungen wahrgenommen habe. Man sieht sie erst mit grosser Geschwindigkeit geradlinig zwischen den Protoplasmakörperchen hinfahren, wenn sie sich aber nach einiger Zeit wo festsetzen, so beginnt ein ganz unerwartetes Schauspiel, indem grössere und kleinere Körperchen, manche aus grosser Entfernung, rasch angezogen und nach der Berührung ebenso rasch abgestossen werden, eine Erscheinung, welche in allen ihren Hauptzügen mit der bereits beschriebenen übereinstimmt.

Auch hier findet man die Kraftäusserungen in keinem gewöhnlichen Verhältnisse mit der Masse des wirkenden Körpers, und man kann sich des Gedankens nicht entschlagen, dass die ursprüngliche geradlinige Bewegung hier in electricische Kraft umgesetzt und hierdurch die Bewegung des Gallertklümpchens auf die freien Körperchen der Umgebung übertragen werde, denn während der Locomotion wird keine merkliche Wirkung auf die Umgebung ausgeübt.

Die Protoplasmakügelchen selbst sieht man zuweilen, besonders wenn man das Präparat plötzlich aus dem Dunkel in grelles Licht bringt, stellenweise mit Ungestüm auf einander losspringen und ebenso rasch aus einander gesprengt werden. Ein solches wechselseitiges Anziehen und Abstossen erinnert an den sogenannten electricischen Kugelregen, welcher bekanntlich in seiner einfachsten Form durch Annäherung einer geriebenen stark electricischen Glasstange an viele auf einem Tische liegende Hollundermark-Kügelchen hervorgebracht wird.

Sehr schön habe ich später (im Spätsommer 1876) an einem Präparate, welches durch Zerdrücken reifer frischer Samen von *Cucubalus baccif.* in Brunnenwasser bereitet worden war, gesehen wie sich der Protoplasmakörperchen hin und wieder eine lebhaftete Unruhe bemächtigt: mehrere stürzen sich förmlich auf eine bestimmte Stelle zu und werden dann ebenso schnell von dort aus einander geschleudert.

Forscht man genauer nach der Ursache einer so turbulenten Bewegung, so bemerkt man ein unregelmässiges Klümpchen, welches aus durchsichtiger Gallerte besteht und nur durch die daranhängenden Körnchen wahrnehmbar wird. Die Bewegungen dieses räthselhaften, man möchte fast sagen koboldartigen, Gallertkörperchens sind drehend, lebhaft wirbelnd, springend und fortschreitend zugleich. Seine Fernwirkung beginnt aber erst recht, wenn es sich wo festsetzt.

Wenn aber die dynamischen Wirkungen solcher merkwürdiger Gallertgebilde denen der oben beschriebenen Monaden im Wesentlichen auch vollkommen gleichen, so konnte ich doch nirgends und niemals eine Umgestaltung oder Metamorphose bei denselben finden, nirgends zeigte sich eine Abrundung oder ein Uebergang zu der gewöhnlichen Monadenform, so fleissig ich auch die Untersuchung nach dieser Richtung fortsetzte.

Es mag sein, dass durch das Herausnehmen des Tropfens aus dem Präparate und durch das Bedecken desselben mit dem Deckgläschen auf dem Objectträger, was ohne Erschütterung des Wassers und der darin vorkommenden Organismen nicht ausführbar ist, der Bildungsprocess unterbrochen wurde, es mag auch sein, dass die grelle Beleuchtung des Objectes im Focus der Entwicklung solcher Wesen nicht günstig ist: jedenfalls schliessen diese Umstände die berechtigte Voraussetzung nicht aus, dass Uebergangsformen vorkommen müssen, welche

den fertigen Monaden vorausgehen, wenn diese wirklich eine auf Form- und Grössenänderung beruhende Entwicklungsgeschichte haben und dass solche Uebergangsformen, da sie den ursprünglichen Zustand mit dem des fertigen Wesens vermitteln, unter dem Deckgläschen sichtbar sein müssten, wenn man den Versuchstropfen von Anfang an unberührt auf dem Objectträger stehen lässt.

Auch für den Fall, dass die anfänglichen oder Keimzustände der Monade halbzertiflossene wässerige Gallertmassen sein sollten, ist nicht einzusehen, wie dieselben einem beharrlichen Beobachter auf die Dauer unbemerkbar bleiben sollten, denn es müssten die verschiedenen Grade der Sichtbarkeit bei allmäliger Consolidirung des Körpers nach und nach auffallen.

Es sind also zunächst zwei Möglichkeiten ins Auge zu fassen, nämlich: die Thierchen haben sich aus soliden aber sehr winzigen Keimen entwickelt oder: aus anfänglich unsichtbarer Gallerte, deren Ursprung weiter aufzusuchen wäre. Im ersten Falle ist der Entwicklungsprocess mit einer successiven Vergrösserung des Volumens verbunden, im zweiten mit einer Consolidirung der Masse, in Folge deren der Körper allmählig sichtbar und bestimmte Umrisse annimmt.

Um die frühesten Zustände ja nicht zu verpassen, wurden viele Präparate in obiger Weise aus alten frisch geschälten Kürbis- und Haselnusskernen in möglichst reinem Quellenwasser gemacht und schon nach 40—48 Stunden einer genauen mikroskopischen Besichtigung unterzogen. Bei Temperaturen zwischen 20 und 25° C. erschienen (im Frühjahr, Sommer und Herbst) die ersten Thierchen bisweilen schon nach 36 Stunden, häufiger wurden sie jedoch erst am nächsten Tage.

Aber das einfachste Thierchen wie es sich des Tages, sicher nur wenige Stunden nach Beginn seiner Existenz, dem Auge darbietet, ist ein in seiner Art fertiges Wesen, es ist merkwürdigerweise nicht im mindesten kleiner als am folgenden Tage, es wird überhaupt nie grösser.

Sind nur wenige Thierchen da, so erscheinen sie sehr agil; zeitweise macht sich hin und wieder eines los von dem Körnchen, an dem es hing, und man sieht es dann in einer weiten Spirale herumkreisen, ohne auf andere Körper einzuwirken; die Bahn wird aber immer enger und enger, endlich bleibt es stehen, indem es sich an einen Gegenstand anheftet oder frei zwischen den übrigen Körperchen aufstellt. Nun beginnt augenblicklich seine eigenthümliche Thätigkeit, die wie oben gezeigt wurde darin besteht, dass unter rhythmischen Zuckungen die Körnchen der Umgebung angezogen und abgestossen werden, wobei sich der Geisselfaden scheinbar passiv verhält.

Je häufiger die Thierchen bei fortschreitender Zersetzung der protoplasmatischen Substanz geworden sind, desto träger werden ihre Bewegungen, und man kann nun den Vorgang der Vermehrung durch Zweitheilung des Monadenkörpers öfter beobachten.

Obschon in dieser Weise mehr als 50 Präparate nach 36—48 Stunden, also bei beginnendem Erscheinen der Monaden, auf das sorgfältigste untersucht wurden, so wollte mir doch der ersehnte Fund, nämlich eine aus ihrem Keime sich eben entwickelnde Monade, nicht glücken. Ich war natürlich anfangs wie

Jeder fest überzeugt, dass sich die Thierchen nicht anders als aus den Körnchen des Monadenleibes oder eventuell aus solchen Gallertmassen, die sich vielleicht zeitweise als Eierchen von demselben ablösen, bilden können; darum verdoppelte ich meine Wachsamkeit.

Zwei Jahre widmete ich dieser ermüdenden Arbeit, während welcher Zeit durch ganze Monate fast täglich dem Ursprunge der so erzeugten *Monas electrica* nachgeforscht wurde. Es war alles vergeblich: ich bekam keine kleineren Thierchen zu sehen, die ersten waren ebenso gross und, wenn man von den dynamischen Zuständen absieht, ebenso beschaffen wie die letzten nach mehreren Tagen.

Ebenso wenig gelang es mir Keime zu entdecken, die sich als Eierchen vom Thierleib abgelöst hätten. Einen anderen Modus der Vermehrung als den bereits beschriebenen der Zweitheilung des Körpers fand ich überhaupt nicht.

Nachdem ich, durch dieses negative Resultat einigermassen entmuthigt, die Untersuchung längere Zeit unterbrochen hatte, kam ich glücklicherweise auf den Gedanken, dass der Entwicklungsprocess möglicherweise in später Nacht und am frühen Morgen stattfindet, analog der bekannten Erscheinung der Zelltheilung und Neubildung im Pflanzenreiche, die grösstentheils in Abwesenheit des Lichtes, besonders in den frühesten Morgenstunden vor sich geht. Und nun wurden die Untersuchungen im März 1877 wieder aufgenommen.

Wird ein alter verfetteter Samenkern von Haselnuss, Mandel, Kürbis etc. in gewöhnlichem Wasser von 20—25° C. zerdrückt, so theilt sich der extrahirte Inhalt desselben, der im Wesentlichen aus Fett, Eiweiss und Wasser besteht, in zwei Partien von verschiedener Dichte: der fettreichere Theil sammelt sich in unzählige Kugeltröpfchen an der Oberfläche, der entfettete schwerere Theil aus mikroskopischen grünlichen Körnlein sinkt zu Boden. Solange diese Körnlein einen integrirenden Bestandtheil des Samenkernes ausmachen, werden sie Aleuronkörner genannt, sobald sie aber mit Wasser in Berührung kommen, erfahren sie eine Umwandlung, eine Art Entmischung, die sich freilich nicht genauer beschreiben lässt.

Sind nun auch die Aleuronkörner im Wasser nicht mehr das was sie im Samen selbst waren, so müssen wir sie doch in Ermangelung einer passenderen Bezeichnung Aleuronkörner nennen.

Alle sind abgerundet, hin und wieder abgeflacht, sogar scheibchenförmig, nur wenige ganz kugelförmig. Diesen Gebilden galt nun die nächste Reihe von Beobachtungen.

Gewöhnlich wurde ein Tropfen der 36—40 Stunden alten Emulsion, die mit dem Deckelschälchen bedeckt, bei 20—25° C. an einem ruhigen Orte unberührt gestanden ist, gegen 11 Uhr in der Nacht auf das Objectglas gebracht und unter dem Deckblättchen mikroskopisch untersucht.

Es zeigte sich, dass viele Körnchen von der Grösse der obigen Monade eine durchscheinende Gallerte abgesondert hatten, mit der sie sich allmählig umgaben. Nach 1—2 Stunden wurde die Gallerthülle merklich dicker, während

sich der solide Theil des Körnchens verminderte. Aber von da an wartete ich vergebens. Ueberall bildet die schleimige Umhüllung nur eine mehr oder minder dicke Oberflächenschicht, bis zur völligen Gelatinirung des Aleuronkörnchens kam es nicht.

Gleichzeitig bemerkte ich dazwischen Häufchen von mikroskopischen Fasern, die sich besonders am Rande des Tropfens, wo Contact mit der Luft stattfand, allmählig dichter zusammengezogen und nach 5—10 Minuten zu einem monadenähnlichen gallertartigen Körper verschmolzen. Leider wurden durch fortdauernde Verdunstung am Rande diese Gebilde nur zu bald zerstört.

In diesen Thatsachen hatte ich zwar — im Frühjahr 1877 — noch keine definitive Lösung der Frage über die Abstammung der Monadenthierchen gefunden, aber nichtsdestoweniger eine sichere Basis für alle folgenden Untersuchungen gewonnen. Eine wirkliche Entscheidung brachte jedoch schon der nächste Sommer und Herbst.

Nach den obigen zum Theile negativen Ergebnissen musste vor Allem auf eine Beseitigung derjenigen Einflüsse gedacht werden, die möglicherweise den Entwicklungsprocess hemmen. Als solche sehr verdächtige Umstände wurden bald erkannt: das Rühren und Schütteln der Versuchsflüssigkeit während der Exposition, rascher Wechsel der Temperatur, grelles Licht und besonders das schnelle Austrocknen des untersuchten Tropfens. Um alles das zu vermeiden combinirte ich folgendes Verfahren:

Es wird aus einem Stückchen von verfettetem (lange gestandenem) Haselnusskern in möglichst reinem Quellenwasser durch Zerdrücken eine dünne Emulsion gemacht, etwa am Morgen zwischen 4 und 7 Uhr. Nach 36—40stündigem Stehen bei 20—25° C. bringt man Abends einen Tropfen davon sammt etlichen minimalen Stückchen des zerdrückten im Präparate gebliebenen Objectes auf die Glasplatte, stösst ein wenig mit dem Stifte, damit sich die Aleuronkörner gleichmässig vertheilen, kehrt das Objectglas um und legt es auf ein bereitgehaltenes Schälchen, das zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Auf diese Weise kann der zu untersuchende Tropfen 2—3 Stunden lang vor dem gänzlichen Austrocknen geschützt werden. Sollte er aber bis zum folgenden Morgen oder noch länger erhalten bleiben, so sind, besonders bei trockenem Wetter noch andere Hilfsmittel nöthig.

Man wird bei einiger Uebung stets den Zweck erreichen, wenn man die nach oben gewendete Rückseite des Objectträgers mittelst eines schmalen Streifens Fliesspapier mit einem Schälchen verbindet, das etwas Wasser enthält. Der nasse Streifen entzieht nämlich durch Verdunstung der Glasplatte, auf deren Unterseite der Versuchstropfen ist, Wärme, wodurch die Temperatur an der Stelle etwas herabgedrückt wird. Das bewirkt einen schwachen Thauansatz auf der nach abwärts gekehrten Objectseite: der Versuchstropfen kann daher so lange nicht austrocknen bis alles Wasser in den Schälchen verdunstet.

Oefter setzt sich um den Tropfen viel mehr Wasser an als zur Verhinderung der Austrocknung desselben nöthig ist. In diesem Falle muss man dem ersteren Schälchen etwas Wasser entziehen.

Wurde der Tropfen des Abends auf das Objectglas gebracht, so wird am folgenden Morgen um 4 oder 5 Uhr derselbe ohne Deckplättchen bei 600maliger Vergrößerung mikroskopisch untersucht. Den Thaubeschlag am (ganz nahe zum Tropfen herabgesenkten) Objectiv verhindert man dadurch, dass man die Metallfassung der Linsen mit warmer Hand anfasst.

Diese Untersuchungsweise führte bald zum ersehnten Ziele.

Am 27. Juli gelang es mir endlich die Thierchen im Stadium ihres Werdens zu überraschen. Der Gestaltungsprocess ging ganz allgemein vor sich; er besteht darin, dass die Aleuronkörperchen eine körnige Gallerte allmählig ausscheiden, wobei sie nach und nach selbst ganz oder mit Hinterlassung einiger Bröckchen aufgelöst werden. Der Rest zersplittert sich in immer feinere Körnlein, bis nach Verlauf von 1 oder 2 Stunden ein granulöses Gallertkügelchen die Stelle des früheren Aleuronkörperchens einnimmt.

Bei einer zweiten Beobachtung am 1. September wurden folgende Wahrnehmungen gemacht:

Die Thierchen gehen aus den Aleuronkörnern hervor, und zwar indem sich um jedes Körperchen eine granulöse Gallerte ausscheidet; diese Ausscheidung wird gleichzeitig von einer allmählichen Zerklüftung des Kornes (von der Oberfläche aus) begleitet, wobei die kleinen Brocken durch eingelagerte Gallerte zusammengehalten werden. Doch sah ich auch ebenso häufig Monaden rings umher durch eine allgemeine, d. h. das ganze Aleuronkorn auf einmal erfassende Zerklüftung entstehen. Zwischen dem ersteren und diesem letzteren Modus fanden sich alle möglichen Abstufungen. Man vgl. Abbildung II *a—d*.

Thatsache ist in dem einen wie in dem anderen Falle, dass sich die Thierchen direkt aus den Aleuronkörnern entwickeln. Von 9 Uhr Morgens bis tief in die Nacht war der Vorgang nicht mehr zu beobachten, er wiederholte sich aber am folgenden Tage in aller Frühe.

Oefter sah ich die Monaden in anderen Präparaten Abends immer seltener werden, gegen 11—12 Uhr ganz verschwinden, während es am folgenden Tage davon wimmelte. Aber in der nächsten Nacht verschwanden sie wieder. Das lässt sich nicht anders erklären als durch die Annahme, dass in Uebereinstimmung mit den obigen Beobachtungen der Neubildungsprocess in solchen Fällen nur in den frühesten Morgenstunden, vor Tagesanbruch und kurze Zeit später, erfolgt, die neugebildeten Thierchen aber nicht älter werden als 12 Stunden.

Am auffallendsten fand ich den fast plötzlichen Wechsel der Monadenfauna, wenn sich in der Nacht ein Gewitter entlud, dann erschienen am Morgen auch andere Organismen, selbst Wimperthierchen, wiewohl ich am Abend vorher keine Spur davon zu entdecken vermochte.

Selbst in alten Infusionen wiederholt sich dieser Act bisweilen, und man kann ohne besondere Vorkehrungen denselben mehr als 14 Tage lang verfolgen, wenn man ein paar Schnittchen der oben angeführten ölreichen Samen in reinem Brunnen- oder Quellenwasser einfach stehen lässt. Nimmt man jedesmal ein Minimum davon mit 1 Tropfen desselben Wassers auf dem Objectträger, drückt es sachte mit dem Stifte, damit sich die Samensubstanz möglichst gleichmässig

im Tropfen vertheilt, so kann man sehr oft in den ersten Morgenstunden nicht nur die kleine *Monas electrica*, sondern auch grössere trägere Monaden, von denen manche den einzelligen Gährungspilzen, andere der *Pleurococcus*-Alge ähnlich sind, gleichfalls direkt aus den Aleuronkörnern in derselben Weise sich entwickeln sehen. Eine Erniedrigung der Temperatur wie sie im Spätsommer und Herbst des Morgens eintritt, bewirkt eine mitunter enorme Verlangsamung des Processes, die indessen der Beobachtung in hohem Grade günstig ist; denn die Neubildungen dauern den ganzen Tag fort ohne zu einem Abschlusse zu kommen und werden weder durch Erschütterungen noch durch andere Störungen, nicht einmal durch das Auflegen des Deckplättchens aufgehalten oder rückgängig gemacht.

Es gewährt ein unbeschreibliches Interesse zu sehen, wie die langsam hinschleichenden Monaden mit grossen noch unzersetzten Resten des Aleuronkornes im Leibe den langen Geisselfaden hinter sich schleppen, während andere ihre Wiege noch nicht tragen können, da ihre Gallertmasse erst ein Drittel oder ein Viertel des ursprünglichen Kornes ausmacht. Ist das Korn etwa zur Hälfte in granulöse Gallerte verwandelt, so stellt sich das erste Zeichen einer Bewegung ein. Aber es tragen manche Thierchen zu 1—3 grobe Körner in sich herum, die sich erst nach langer Zeit in Gallerte auflösen.\*)

Nach der früheren Auffassung müssten die Thierchen diese Klösse verschlungen haben, eine Erklärung, die für Amöben — welche bekanntlich den höchsten Grad der molecularen Beweglichkeit der Körpermasse besitzen, wodurch sie fremdartige Körper leicht einzuhüllen und in ihren zerfliessenden Leib aufzunehmen vermögen — allenfalls ihre Richtigkeit haben könnte, hier aber, auch wenn die Körperchen hundertmal kleiner wären als der Thierleib, schwer Jemandem plausibel gemacht werden kann, da sich solche Organismen gegen fremde solide Körper sehr passiv verhalten. Wer wird erst glauben, dass eine träge Monade Klösse, die drei- bis viermal grösser sind als ihre eigene Masse, verschlingen oder irgendwie aufnehmen kann?

Wenn den hier geschilderten einfachen und doch so wunderbaren Act des Entstehens der niedrigsten animalischen Wesen weder die Anhänger noch die Gegner der Urzeugung bisher wahrgenommen haben, so beweist dies wie schädlich es für die Wissenschaft ist, wenn man die Lösung eines so erhabenen Problems von einseitigen Streitfragen abhängig macht.

Sehr häufig tritt in Infusionen von verfetteten Kürbissamen im Sommer eine überaus lebhafte Rüsselmonade, etwas kleiner als *Monas electrica*, auf. Sie hat einen nierenförmigen Leib mit rüsselförmiger zurückgebogener Spitze und hängt an einem zwei- bis dreimal so langen Faden, der am nächsten Brocken angeheftet ist. Diese Monade zuckt ausserordentlich schnell. Zu hunderten sieht man sie an einem einzigen Brocken befestigt, mit dem contractilen Faden in ähnlicher Weise wie *Vorticella* (nur in viel schnellerem Tempo) rhythmisch zucken.

\*) Man vgl. Anmerkung Nr. 9.

Im Herbste erscheinen grössere trägere Rüsselmonaden mit spindelförmigem Leib. Am 14. September bot sich mir Morgens um 9 Uhr beim nochmaligen Untersuchen eines mehrere Tage alten Aufgusspräparates ein sehr interessanter Anblick dar. Ich hatte einen Tropfen von der Flüssigkeit herausgenommen, auf dem Objectglase ausgebreitet und den darin enthaltenen Brocken, Rest eines ursprünglich eingebrachten Samenstückchens, mit dem Messer zerdrückt.

Die mikroskopische Untersuchung geschah zunächst ohne Deckplättchen, und da habe ich gesehen, wie sich die erwähnte Monade aus den Aleuronkörnern bildete. Es wurde constatirt, dass gleichzeitig mit der beginnenden Ausscheidung der granulösen Gallerte eine theils einfache theils mehrfache Zerklüftung erfolgt, während sich die entstandene Gallerte nach zwei Seiten hin zuspitzt, so dass allmählig das Ganze eine mehr oder weniger spindelförmige Gestalt annimmt. Ist der Körper grösser als es der normalen Grösse eines solchen Thierchens entspricht, so theilt er sich während der langsamen Auflösung, und zwar so vielmal, dass die einzelnen Stückchen der normalen Grösse der Thierchen gleichkommen. Aus jedem Theile entsteht eine Rüsselmonade in derselben Weise, und die mehr und mehr selbstständig werdenden Thierchen ziehen sich, einen langen Faden hinter sich schleppend, auseinander. Mit dem letzteren heften sie sich bald darauf an den nächsten Körpern an, während die letzten gröberen Reste des Aleuronkornes im gallertartigen Leibe theils aufgelöst, theils in feinere Körnchen zersetzt werden, was als Symptom der vollkommenen Reife des Thierchens anzusehen ist. Lebhaftige Zuckungen bemerkt man erst im letzten Stadium der Verwandlung. Man vgl. Abbildung III a—g.

Dieser mit aller erwünschten Klarheit beobachtete Gestaltungsvorgang war ganz allgemein bei allen Aleuronkörnern zu sehen; er vollzog sich sehr langsam, vielleicht wegen der etwas niedrigen Temperatur (19—20° C.), und wurde auch durch das Auflegen des Deckplättchens auf den untersuchten Tropfen nicht gestört, wenigstens nicht rückgängig gemacht, denn die unfertigen, in allen Stadien der Vollendung sichtbaren Wesen blieben mehr als 1/2 Stunde unter dem Mikroskope unverändert.

Uebrigens verwandeln sich auch die ölfreichen Protoplasmatröpfchen an der Oberfläche des Aufgusspräparates in Monaden (*Monas electrica*).

Zu den hier beschriebenen Untersuchungen sind nur abgelegene verfettete Samen verwendbar. Nimmt man zum Aufgusse eine reife, aber noch frische wasserhältige Haselnuss, so entstehen nur winzige Bacterien. Ebenso wenn man frische Kürbis-, Aepfel-, Birn-, Pflaumen- oder Mandelkerne anwendet. Damit der benützte Kern während der Quarantaine, welche zu seiner Verfettung nöthig ist, nicht vom Staube afficirt werde, muss man ihn in seiner harten Schale lassen. Je länger das Abliegen dauert, desto mehr ist derselbe zur Erzeugung von Monaden geeignet. Will man mit dem Kerne nicht Monate lang warten, so schneidet man ihn in dünne Scheibchen, die man sorgfältig in reines trocknes Papier einwickelt. Nach zwei oder drei Tagen werden im Sommer solche Präparate unfehlbar Monadenthierchen liefern.

Hieraus ergibt sich, dass der Samenkern, wenn er Monaden liefern soll, einer trockenen Nachzeitigung durch ein längeres Abliegen bedarf. Welche Modification oder Umwandlung hiebei der Molecularzustand der organischen Masse erfährt, lässt sich nicht genau sagen, wir wissen nur, dass sich aus der trocknenden Masse Oel ausscheidet und ein Theil desselben derart mit den eiweiss-hältigen oder im Eiweiss aufgelösten Kohlenhydraten verschmilzt, dass jene schönen Protoplasmatröpfchen entstehen, von denen sich manche durch Einschlüsse von bewunderungswürdiger Einrichtung auszeichnen. Aber keine einzige Erscheinung verräth uns die wahre Beschaffenheit der Molecule selbst, die doch an diesem Umwandlungsprocesse in erster Reihe betheiligt sein müssen. Wie kommt es, dass sie in Berührung mit der Luft die Fähigkeit erlangen, im Wasser nach 36 bis 40 Stunden bei passender Temperatur zu Monaden zusammenzutreten?

Eine vollständige Antwort auf diese Frage werden wir noch lange vermissen; es genügt aber vorderhand zu wissen, dass die Beantwortung derselben von dem Verständnisse des Molecularzustandes und der Molecularkräfte organischer Substanzen, nicht aber von der vermeintlichen Wirkung gleichartiger aus der Luft stammender Körperchen abhängt.

Ein grosser Irrthum wäre es, die Molecule der protoplasmatischen Samen-substanz ohne Weiteres mit denen von einfacherer chemischer Constitution wie Zucker, Weinsäure, Glycerin etc. zu vergleichen, sie sind vollkommener, denn complicirtere Zusammensetzung kann hier nur gleichbedeutend sein mit einem höheren Vollkommenheitsgrade. Vielleicht nehmen sie den letzteren gegenüber etwa denselben Rang ein wie ein Säugethier gegenüber einer Monade, und wer weiss ob nicht eine Zeit kommen wird, wo man sie als Organismen und Organe des niedrigsten Grades in Anspruch nehmen wird. Seit man in den Zellen des Thier- und Pflanzenkörpers die einfachsten mikroskopisch wahrnehmbaren Bauelemente erkannt hat, möchte wohl jeder ahnen, dass die Unzulänglichkeit der optischen Mittel uns auf lange Zeit nicht gestatten wird, diese Grenze zu überschreiten. Noch jetzt gilt die Zelle, trotz der so bedeutenden Fortschritte, welche in der Neuzeit die Vervollkommnung des Mikroskopes gemacht hat, nahezu als der letzte Gegenstand direkter sinnlicher Wahrnehmung.

Wenn aber auch die organischen Molecule unter dem wunderbaren Einflusse des Sauerstoffs während der Verfettung der Samensubstanz jenen hohen Grad der Ausbildung und Vervollständigung erlangen, dass dem später einwirkenden Wasser kaum mehr übrig bleibt als die in ihnen schlummernden Triebe der Association zu entfesseln, die Anziehungskräfte in Thätigkeit zu setzen, so hat doch die Pflanze selbst die meiste Arbeit vollbracht, indem sie Stoffe von so hoher Bildungsfähigkeit erzeugte und im Samen deponirte. Müsste die Natur, um das einfachste Thierchen hervorzubringen, ganz von vorn anfangen, so brauchte sie gewiss mehr als 36—40 Stunden dazu.

Was also beim Entstehen einer Monade geschieht ist eigentlich eine Umwandlung, eine Metamorphose des organischen Stoffes im weiteren Sinne, indem die nie ruhenden Kräfte in einer Substanz von so hochgradiger Zusammensetzung bei jeder Aenderung der äusseren Einflüsse eine andere Richtung einschlagen und

daher immer etwas, aber stets etwas anderes erzeugen. Die Continuität der schaffenden Kräfte besteht immer wenn sie auch unser verschleiertes Auge nicht bemerkt und wir dort wo unsere Sinne keine Veränderung wahrnehmen, einen Abschluss oder Stillstand vermuthen.

An diesen zu wiederholten Malen beobachteten Thatsachen, die ich, wenn sie auch unerwartet kommen, mit Bestimmtheit als constatirt ansehen kann, findet die bisherige Lehre von dem Entstehen aller, auch der einfachsten Organismen aus Keimen gleicher Art nicht nur keine Bestätigung, sondern geradezu eine vollgiltige Widerlegung.

Allerdings ist es bis zu einer Urzeugung im trivialen Sinne, worunter man das unvermittelte Entstehen eines organischen Wesens aus ganz unorganisirter Materie wie eine Mischung von Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Gyps etc. zu verstehen pflegt — eine Vorstellung die an Abenteuerlichkeit dem Märchen und dem Wunder gleichkommt — noch sehr weit, denn vom gar nicht Organisirten bis zur sinnlich wahrnehmbaren Organisation läuft eine grosse Strecke, die nach dem Gesetze der Continuität, die alles organische Werden beherrscht, nicht eine Lücke sein kann. Der Entwicklungsgrad eines werdenden Wesens in einem bestimmten Momente ist relativ, d. h. in Bezug auf einen gewissen Zielpunkt um so höher, je früher dasselbe ihn erreicht, und umgekehrt: je früher dieser Zielpunkt der Entwicklung erreicht wird, desto höher muss bereits das in der Bildung begriffene Wesen entwickelt sein, ein Satz der zwar in seiner Form abstract ist, dem aber die gewiss richtige Voraussetzung, dass zwischen der Thätigkeit der in der Materie wirkenden Molecularkräfte, der Masse, dem Raume und der Zeit nach dem Principe von Ursache und Wirkung eine gewisse unveränderliche Solidarität besteht, sofort eine praktische Bedeutung verleiht.

Denn fassen wir die Monade ins Auge in demjenigen Momente, in welchem sie sich im 36stündigen Präparate zuerst präsentirt und als ein mit dynamischen Kräften begabter Organismus zu erkennen gibt, so müssen wir fragen: in welchem Zustande befand sie sich 1 oder 2 Stunden früher?

Nach dem Augenscheine wäre die Antwort darauf einfach genug, denn sie würde lauten: die Monade war noch gar nicht da.

Allein der Augenschein entscheidet hier nicht so ohne Weiteres, wiewenigleich im ganzen Präparate kein Thierchen existirt, das kleiner wäre als die electrisch zuckende Monade und das etwa als ein aus dem Keime oder Eichen sich entwickelndes Thierchen betrachtet werden könnte. Aber die Monade war dennoch bereits vorgebildet, ihre Molecularbestandtheile waren da, in einem ganz eigenen Gleichgewichtszustande, im Aleuronkörnchen gefesselt. Dieses letztere hatte vor der Geburt des Thierchens wohl noch die ursprüngliche Form, aber nicht mehr die ursprüngliche chemische und moleculare Constitution. In diesem Zustande verhält sich das Aleuronkörnchen zum ursprünglichen etwa so wie ein keimender Pflanzensame zum ursprünglichen, von der Fruchtschale geborgenen Samen.

Einen ganz anderen Beweis, dass der organischen Materie in Verbindung mit gewissen sogenannten unorganischen Substanzen die Fähigkeit der Gestaltung

und Organisirung von Natur aus zukommt und dass sie hiezu keineswegs der Anregung schon fertiger aus der Luft oder anderswoher stammender organischer Keime bedarf, bringt der folgende Versuch.

Nimmt man etwas weniger Phosphorsalz als nöthig ist um den Kalk aus reinem Quellen- oder Brunnenwasser ganz zu fällen, so entstehen in einem Schälchen mit circa 6 Gramm Wasser auf Zusatz von 0·2—0·5 Gramm Zucker im Frühjahr (April) bei 20—25° C. nach 70—72 Stunden Monaden der Gattung *Monas* in ausserordentlicher Anzahl, ohne dass es möglich wäre die Art und Weise ihres Entstehens auf einen der bisher vorgekommenen Fälle zurückzuführen, oder eine Vermehrung der Thierchen durch gewöhnliche Zweitheilung anzunehmen. Man findet nämlich, dass die nicht ganz reif gewordene Mikrokokken-Gallerte der Flocken, die an der Oberfläche zu einem Häutchen verschmelzen, durch eine Art von Zerklüftung oder örtliche Contraction ganz oder zum Theile in Monaden zerfällt. Dieser Zerklüftungsprocess vollzieht sich vor den Augen des Beobachters, wenn der richtige Moment zur Untersuchung getroffen wird. Ich habe ihn bei 20° C. den 18. April 1876 zuerst und später mehrere Male, nach 70stündiger Exposition beobachtet.

Ursprünglich, im unreifen Zustande, sind die Monaden träge, aber nicht kleiner als später. Je concentrirter die Bildungstoffe, desto träger bleiben sie auch in der Folge, aber auch um so grösser ist ihre Zahl; im günstigsten Falle stehen sie so dicht, dass sie sich gegenseitig berühren und von der Muttergallerte nichts übrig bleibt.

Natürlich verlieren die Mikrokokken, die sich sonst zur kleinen Bacterie ausgebildet haben würden, ihre Selbstständigkeit, indem sie den Monaden einverleibt werden und von Anfang als granulöse Gebilde oder Kernkörperchen integrirende Theilchen ihres Körpers bilden.

Werden nur 3—5 Gramm Wasser genommen, so erhält man nur Zoogloea, Quantitäten von 15—30 und mehr Gramm geben dagegen im Frühjahr, Sommer und Herbst stets Monaden. Der Winter ist dem Gelingen dieses Versuchs wenig günstig, auch wenn das Präparat beständig einer Temperatur zwischen 20 und 25° C. exponirt bleibt, während das Phänomen des Zerfallens der unreifen Mikrokokken-Gallerte in Monaden im Sommer selbst mit Benützung von destillirtem Wasser und Gyps beobachtet werden kann.

Ein weiterer Fall des Entstehens solcher Thierchen ergibt sich aus folgendem Versuche: Man bereitet aus alten Umbelliferen-Samen (ich habe es im März und theilweise auch schon früher gethan) ein Präparat, indem man 2—3 kleine Früchtchen in 6—7 Grammen Quellenwasser zerstösst. Hierauf lässt man in der trüben Flüssigkeit, die man mit einem Blatt Papier bedeckt, Monaden entstehen, lässt aber, wenn es darin von solchen wimmelt, das Schälchen offen, damit die Flüssigkeit schneller verdunstet.

Wenn man nun den Rückstand, nachdem er etwa 8—10 Tage bei gewöhnlicher Temperatur (10—20° C.) trocken gelegen, mit frischem Quellenwasser versetzt und mit dem Stifte rührt, dass sich die vertrocknete organische Materie theils löst theils mechanisch im Wasser vertheilt, so findet man darin bei

sofortiger mikroskopischer Untersuchung keine Monaden, wohl aber viel Gallertflocken mit unzähligen eingesprengten Mikrokokken.

Aber schon nach 18 Stunden, bei 15—20° C., erscheinen einzelne zuckende Monaden in den Gallertflocken; neben ihnen werden noch andere kleinere nicht zuckende sichtbar und dazwischen noch kleinere. Bei den kleinsten überhaupt noch sichtbaren dieser Organismen erscheint der Inhalt homogen, beim Grösserwerden erfolgt darin eine Zerklüftung oder Ausscheidung von compacten Kerngebilden.

Hier ist die Entwicklung der grösseren zuckenden Thierchen aus den kleineren nicht zuckenden ganz augenscheinlich: erstere entstehen aus Keimen durch Wachstum, welches sich durch Vorgrösserung des Volumens deutlich zu erkennen gibt, letztere sind aber diese Keime selbst. Denn wenn die Gallertflocken 20 Stunden später untersucht werden, so findet man die Zahl der grösseren zuckenden Thierchen viel grösser, dagegen die Zahl der kleineren nicht zuckenden viel geringer, und noch einige Stunden später werden keine unreife Monaden mehr in den Gallertflocken wahrgenommen.

Und doch, wollte Jemand behaupten, dass hier ein Fall des Entstehens von Organismen aus Keimen gleicher Art vorliegt, er wäre nicht im Stande diese Behauptung zu rechtfertigen. Denn wer verbürgt, dass die Keime, aus denen sich hier Monaden entwickeln, wirklich der Monadensubstanz angehören? Beim Austrocknen des Präparats wurden die Thierchen desorganisirt, ihre Masse floss mit den übrigen Stoffen des Rückstandes zusammen, wodurch eine dem Leim ähnliche nahezu homogene Masse entstand, die sich, mit Wasser versetzt und gerührt, in Flocken auflöst.

Wirklich beobachtet wurde hier nur die Entwicklung der Monaden aus Keimen; wie sehr es aber möglich ist, dass diese Keime nicht von Monaden, sondern auch von anderen vermischten organischen Substanzen herkommen, dafür spricht der ähnliche, oben nachgewiesene Fall des Entstehens von Bacterien in den durch Niederschlag erhaltenen Gallertflocken, die ursprünglich nichts anderes sind als Calciumphosphat.

Selbst durch äussere Knospung der Priestley'schen Materie können Monaden entstehen. Um diesen Vorgang beobachten zu können, wird ein grösseres Standglas von 1½—2 Liter genommen. Dasselbe muss einen gut passenden Glasdeckel haben, damit man es luftdicht verschliessen kann. Man füllt es auf zwei Drittel mit frischem möglichst reinem Brunnen- oder Quellenwasser, dem man 1 Gramm Zucker und 1 Gramm Phosphorsalz zusetzt. Nach einigem Schütteln entsteht eine starke Trübung.

Nun bringt man ein schwimmendes Standgefäss von circa 40 Kubikcentimeter Inhalt mit gelöstem concentrirtem Aetznatron hinein, zum Aufsaugen der beim Gähren sich entwickelnden Kohlensäure. Wird nun das Gefäss, das etwa ½ Liter freien Luftraum hat, gut verschlossen und bei 24—28° C. gehalten, so entsteht selbst im November oder noch später in 3½ Tagen schon an der Oberfläche ein glänzendes Häutchen von zierlich dendritischer Structur (unter dem Mikroskope gesehen); die Aestchen, die an ihren ausgebuchteten

Enden mehrfach anastomosiren, tragen abgerundete und traubig fiederspaltige Lappen mit winzigen rundlichen Knöspchen an der Oberfläche und in den Buchten.

Diese winzigen Knöspchen sind es, die sich später von ihrem Mutterkörper loslösen und als kleine Monaden davon schwärmen.

Nach weiteren 24 Stunden tritt auch eine innere Knospung, d. i. eine allgemeine Zerklüftung der dendritischen Massen ein, aus denen sowohl Monaden als auch Mikrobakterien hervorgehen.

Mithin kann nach den bisherigen Beobachtungen die kleine Monade durch einen vierfachen Modus ins Dasein treten, nämlich: aus dem Aleuronkörnchen durch Ausscheidung granulöser Gallerte und allmähliche gänzliche Zerklüftung, durch örtliche Contraction unreifer Mikrokokken-Gallerte (Zoogloea), durch Wachstum aus winzigen punktförmigen Keimen und endlich durch äussere Knospung aus der Pristley'schen Materie, wobei allerdings die spezifische Identität der so erhaltenen Thierchen fraglich bleibt.

Auch auf grössere Monaden, deren Durchmesser 0·006—0·011 Mm. beträgt, wurden die Beobachtungen in den Monaten August, September und October ausgedehnt. Solche Thierchen stellen sich zu dieser Zeit neben obiger *Monas* in Aufgüssen von ölreichen Samen sehr häufig ein, treten aber nie so massenhaft auf wie diese.

Im Vergleich zu *Monas electrica* sind es Riesenthierchen, theils von kugliger, theils von länglicher und spindeliger Form mit oder auch ohne Geisselfäden. Die grösseren enthalten eine Vacuole, d. i. ein blassrothes Wassertropfchen von veränderlicher Form und Grösse, wodurch sie den Wimperthierchen näher stehen als die winzigen Formen der allverbreiteten *Monas electrica*. Auch bemerkt man an denjenigen, die keinen Geisselfaden haben, bisweilen deutliche Wimpern, aber es gelang mir nicht, trotz sehr eifriger und vorsichtiger Beobachtung, den vermutheten verwandtschaftlichen Zusammenhang zwischen ihnen und den Riesenmonaden mit Geisselfäden durch Entdeckung von Uebergangsformen nachzuweisen. Was ich aber fand und unzählige Male beobachtete, habe ich nicht vermuthet und dürfte bisher auch Niemand vermuthet haben: manche grosse Wimperthierchen, die in Bezug auf ihren inneren Bau zu den einfachsten gehören und den Riesenmonaden am nächsten stehen, sind in ihrem Jugendstadium nicht kleiner als alte Thierchen, manche fand ich sogar merklich grösser als später.\*) Aber ihre Bewegungen sind anfangs sehr träge, die Körpermasse von geringer Consistenz, ohne Cuticularschicht, so dass sich die gleichsam fliessende Körpermaterie zwischen fremdartigen Körnchen bei fortschreitender Bewegung nahezu amoebenartig ergiesst, hin und wieder wurmartig ausdehnt und dann wieder zu einer kugligen oder ovoiden Masse zusammen-

\*) Nach Beobachtungen an feinen 2—4 Tage im Wasser gelegenen Schnittchen von ölreichen (verfetteten) Pflanzensamen in den Spätsommern 1875—1879.

ballt. Die Cuticularschicht bildet sich aber schon nach 3—10 Stunden aus, worauf die Contractilität des Körpers auf einen niedrigeren Grad herabsinkt.

Bisweilen dauert der amoebenartige Larvenzustand längere Zeit. *Chilidon*\*) und *Cyclidium* besitzen jedoch auch im primitiven Zustande keine erhebliche Contractilität, ihre Formen sind, wie es scheint, von Anfang an starr, da die innere weiche Körpermasse schon in den ersten Stunden des Erscheinens von einer derben nahezu panzerartigen Hülle umgeben ist.

Obschon mehr als 500 Beobachtungsfälle vorkamen, so wurde doch kein Fall einer Entwicklung dieser Thierchen aus winzigen Keimen, die für Eierchen angesehen werden könnten, constatirt.

Bei den Beobachtungen galt es die Jugendzustände der Thierchen immer weiter zurück zu verfolgen. Ich kam dabei stets auf gerundete Zoogloea-Massen, von denen manche so bestimmte Umriss hatten, dass ihnen nur die Bewegung fehlte, um für Larven der obigen wurmartigen Wimperthierchen zu gelten. Als ich indessen an etlichen auch Wimpern bemerkte, konnte ich nicht mehr zweifeln, dass ich es mit wirklichen Infusorien-Larven zu thun hatte.\*\*)

Später wurde der Ballungsprocess der Zoogloea-Massen in allen seinen Phasen noch öfter beobachtet.

Dieser primitive Act der Theilung und Individualisirung der Muttersubstanz (Zoogloea) fällt in die frühesten Morgenstunden; er beginnt gegen 11 Uhr Abends, ist von 1 bis 4 Uhr Morgens am intensivsten und wiederholt sich später in demselben Präparate nicht mehr, er findet also in einem ganz bestimmten Stadium der Zersetzung der Samensubstanz statt. Nur die ersten Thierchen bilden sich so, die späteren entstehen durch die allbekannte Zweitheilung der schon vorhandenen.

Fassen wir diesen so äusserst interessanten Vorgang der Entwicklung nach seinem ganzen Umfange ins Auge, soweit man ihm durch die mikroskopische Beobachtung folgen kann, so stellt er sich als ein in seinen äusseren Umrissen bekannter, nach seinem inneren Wesen noch zu ergründender vieractiger Process dar.

Der erste Act spielt nicht im Thierreiche, er identificirt sich mit der organischen und chemischen Thätigkeit der Pflanzenzelle, die mit Hilfe der belebenden Wärme und des Sonnenlichtes aus den rohen Nahrungsstoffen jene hochgradig zusammengesetzten Samensubstanzen erzeugt, die allen folgenden organischen Umwandlungen zum Subtrat dienen. Der Zerfall der Samensubstanz im Wasser bei Temperaturen von 15—30° C. bildet den zweiten Act. Dieser Zerfall ist jedoch nicht als eine völlige chemische Zersetzung aufzufassen, sondern vielmehr als eine von chemischer Umsetzung begleitete Zerklüftung der Samensubstanz, die unter normalen Verhältnissen den Pflanzenkeim weiter ausgebildet haben würde, nun aber durch Zerdrücken aus ihrer Mutterhülle gepresst eine andere Richtung in ihrer molecularen und chemischen Thätigkeit einschlägt.

\*) Dieses gilt nicht von allen Arten dieser Gattung.

\*\*) Der Entwicklungsprocess solcher Jugendzustände zeigt sich nach Zeit- und anderen Umständen sehr mannigfaltig und veränderlich. Siehe Anmerkung Nr. 6.

Man sieht die Aleuronkörnchen allmählig in eine körnigschleimige Masse — unreife Zoogloea — zerfallen.

Unter günstigen Umständen theilen sich durch Zerklüftung oder durch eine Art äussere Knospung die Zoogloea-Massen ganz oder theilweise in gerundete individualisirte Brocken, ein Vorgang der den dritten Abschnitt des Entwicklungsprocesses ausfüllt. Im vierten gelangt das Individuum zur Reife, die sich äusserlich durch eine bestimmte Umgränzung der Körpermasse so wie auch durch Auftreten eines Wimpernbesatzes und der Locomotionsbewegung kund gibt.

Ist auch dieses einfache Schema ein sehr nothdürftiges Surrogat des wirklichen Sachverhaltes, so möge es wenigstens die Richtung anzeigen, in der künftig genauer geforscht werden sollte, denn es gründet sich auf Thatsachen der Beobachtung, die jeder Sachkundige durch Autopsie bestätigen wird. Wunderlich wird dem Leser das hier Vorgebrachte nur darum erscheinen, weil man bisher nicht gewohnt war, die Wahrheit in dieser Richtung zu suchen. Ein einziger Blick auf eine 2—3 Stunden alte im Werden begriffene Wimperthier-Larve beweist mehr als alle bisherigen ohne passende Samensubstanz angestellte Versuche, denn dieselbe erscheint als ein gerundeter eben kaum individualisirter Brocken der Zoogloea, in dem noch grobe Stücke der ursprünglichen Samensubstanz wahrgenommen werden.

Am günstigsten zur Beobachtung des Entwicklungsprocesses der Monaden und einfachsten Wimperthierchen sind jene Nächte der Monate August und September, in denen sich ein Gewitter entladet. Trifft es sich, dass bei Eintritt des Gewitters zwischen 11 Uhr Abends und 4 Uhr Morgens das Präparat 36—48 Stunden alt ist, so hat man den denkbar günstigsten Fall. Auch die Vermehrung der Pflanzenzellen, sowohl durch Theilung als durch Neubildung, geht unter solchen Umständen rascher vor sich als sonst, besonders in den frühen Morgenstunden. <sup>3)</sup>

Samensubstanz ist zur Erzeugung von Wimperthierchen nicht unerlässlich. Im Sommer erhält man eine bildungsfähige Zoogloea auch aus den Flocken des Calciumphosphats mit Benützung von Zucker und reinem kalkhaltigem Quellwasser. Solche Flocken geben bald Monaden, bald Wimperthierchen; am sichersten erhält man letztere, wenn man mit grösseren Wasserquantitäten, etwa  $\frac{1}{8}$ —1 Liter, experimentirt. Auf 1 Liter Wasser genügt alsdann 1 Gramm Phosphorsalz und 2—5 Gramm Zucker. Man macht 2 solche Präparate um 12 Uhr Mittags, so dass man das eine nach 36 Stunden, also um 12 Uhr in der Nacht, das andere aber 2 oder 3 Stunden später mikroskopisch untersuchen kann. Ein zweites Mal könnte das Präparat nach 60 Stunden zur mikroskopischen Besichtigung vorgenommen werden.

Man wird unter Anderem finden, dass sich Monaden und Wimperthierchen ausschliessen, erscheinen erstere, so bleiben letztere aus, und umgekehrt; die Zoogloea liefert nie beiderlei Thierchen zugleich.

### III. Versuchsgruppe.

#### Ueber Contactwirkungen.

Als ich im August und September 1876 einige Präparate mittelst Abkochungen von Haselnuss- und Kürbiskernen herstellte, um die Umstände und Bedingungen, unter denen Organismen in solchen Flüssigkeiten auftreten, näher kennen zu lernen, wurde ich auf gewisse Erscheinungen aufmerksam, die mir zur Erklärung der bisher betrachteten organischen Bildungsprocesse in hohem Grade geeignet zu sein scheinen.

Wenn man einige Schnittchen der oben bezeichneten Samenkerne, etwa 40—50 Milligramm in 3—4 Gramm Brunnenwasser bis zum Sieden kocht und die Abkochung sammt den Schnittchen in eine Glasschale giesst, so entstehen darin nach 35—40 Stunden schon unzählige Bacterien.<sup>4)</sup> Diese haben sämmtlich die Form von geraden Stäbchen (Stabhefe), eine Art *Bacillus* von ungefähr 1—1.3 Mikrometer Dicke und sehr verschiedener Länge, indem manche bis 40, ja selbst bis 90 Mikrometer lang werden. Anfangs sind sie meist zweigliedrig, nahezu farblos und zeigen eine schwingend-fortschreitende Bewegung nach Art gewisser Oscillatorien. Aber schon nach 24 Stunden verwandeln sie sich erst durch Auswachsen zu langen Fäden in *Leptothrix* und später in Gliederhefe\*), in deren Gliedern sich compacte grünliche Körperchen (Kerne) ausbilden, wodurch die rosenkranzförmigen Ketten ein sehr zierliches Aussehen bekommen.

Nimmt man blos die flüssige Abkochung, indem man die Schnittchen und überhaupt alle soliden Theile aus derselben entfernt, so erhält man keine oder nur sehr spärliche Stäbchenbacterien; es unterbleibt die Bildung der Stabhefe, wenn man das Decoct durch Filtriren von allen festen Körperchen befreit, gänzlich. Dagegen kann man auch in filtrirter Abkochung Stabhefe\*\*) erzeugen, wenn man derselben etwas gepulverte, gut ausgeglühete Holzkohle zusetzt oder etwas Zinnfeilspäne hineinstreut. Alsdann bildet sich zwischen den an der Oberfläche bleibenden Körperchen in 30—35 Stunden ein Häutchen, das sich unter dem Mikroskope in unzählige kleine und grössere Stäbchenbacterien auflöst. In dem Gewimmel dieser massenhaften Organismen erblickt man längliche Formen, die sich mit einem kurzen Stäbchen vergleichen lassen und durch eine schnell-schwingende rasch fortschreitende Bewegung bemerkbar machen, neben kleineren von viel lebhafterer schwer zu beschreibender Bewegung. Die letzteren lassen sich durchaus nicht mit Stäbchenbacterien identificiren, denn nicht nur die Form sondern auch die Bewegung ist von ganz anderer Art.

Wenn man aber dem Decocte weder die ausgekochten Schnittchen noch andere Körperchen zusetzt, so entstehen die Organismen mehr als 20 Stunden später und erscheinen nur minimale träge Formen von wässerig-farblosem Aussehen.

\*) Eine Art *Mycoderma*.

\*\*\*) *Bact. lineola* und *Bacillus* sp.

Wird eine verdünnte Lösung von Zucker und Phosphorsalz in destillirtem Wasser mit etwas Ziegelmehl, das man durch Schaben von einem frisch geglühetem Ziegelstück mittelst einer vorher geglüheten Messerklinge erhält, versetzt, so bilden sich Bacterien schon nach 40 Stunden in grosser Zahl, ebenso wenn man Kohlenstaub statt Ziegelmehl nimmt, nur kommen in diesem Falle andere Formen zum Vorschein; dagegen beginnt der Bildungsprocess mehr als 30 Stunden später, wenn man keinen heterogenen Zusatz anwendet, und erscheinen wieder andere Bacterien, nämlich minimale ruhende Organismen.

Es würde zu weit führen, wollte ich jeden Versuch, den ich in meinem Tagebuche verzeichnet habe, und jede Beobachtung hier umständlich beschreiben. Das Angeführte möge zur Darlegung der Hauptsache, oder wenigstens zu einer vorläufigen Andeutung derselben genügen, denn aus den späteren oft wiederholten und vielfach variirten Experimenten hat sich kein Factum ergeben, das nicht als eine Bestätigung der nach und nach erkannten Gesetze der organischen Entwicklung hätte betrachtet werden können.

Fasse ich die Hauptergebnisse dieser Experimental-Untersuchungen kurz zusammen, so lassen sie sich durch folgende zwei Sätze ausdrücken:

I. Feste Körperchen und heterogene Massen in einer Lösung von bildungsfähigen organischen Substanzen wirken schon durch ihre Gegenwart im Contact fördernd auf den organischen Bildungsprocess, indem sie den Stoffwechsel beschleunigen und der organisatorischen Thätigkeit der Molecularkräfte eine bestimmte Richtung anweisen.

II. Die Beschaffenheit der fremdartigen Körperchen ist nicht ohne Einfluss auf die Grösse, Form, Consistenz, Farbe und Beweglichkeit der entstehenden Organismen.

Schon vor hundert Jahren ist in der gegenseitigen Berührung fester und flüssiger Körper eine ausgiebige Quelle von Kräften entdeckt worden, die je nach Umständen durch ihre zersetzenden und bauenden (chemischen), wärmenden und leuchtenden, anziehenden und abstossenden (mechanischen) Wirkungen in Erscheinung treten. Es lag mir daher der Gedanke nahe, die erwähnten Wirkungen der Körperchen mit dem schon bekannten galvanisch-electrischen Verhalten derselben gegen contangirende flüssige Substanzen in Verbindung zu bringen.

Demgemäss betrachte ich die ausgekochten Samenschnittchen, Zinnfeilspäne, Kohlenstäubchen etc. als Electromotoren, die durch Berührung mit Flüssigkeiten galvanische Electricität erzeugen. Nach der allgemeinen üblichen Vorstellungsgang dieses Vorganges wird der normale oder neutrale Zustand an der Berührungsstelle derart afficirt, dass die beiden Electricitäten daselbst von einander geschieden werden. Von diesen bleibt die eine an die Oberfläche des einen Körpers gebunden, während sich die entgegengesetzte im zweiten Electromotor ausbreitet.

Auch Kohlenstoffverbindungen, wie Steinöl, Schwefelkohlenstoff, Phenylsäure, fette, harzige und ätherische Oele besitzen die Eigenschaft in Berührung mit Wasser diesem einen Theil des Aethers zu entziehen und an ihrer Ober-

fläche zu verdichten, wodurch die Kohlenverbindung electropositiv, das Wasser electronegativ wird.

Werden demnach einige Tropfen Phenylsäure mit zwei- bis dreimal so viel Wasser zusammengeschüttelt, bis eine milchige Trübung entsteht, so erblickt man unter dem Mikroskope ein wunderbares Schauspiel: die kleinen Wassertröpfchen haben eine blassrothe Färbung angenommen, jedes ist von einer concentrischen bläulichgrünen Schicht umgeben. Zu Hunderten und Tausenden sieht man die in der Phenylsäure schwimmenden Tröpfchen auf die Berührungsfläche gegen die Phenylsäure zustürzen, sobald sie aber derselben sehr nahe gekommen sind, werden sie von einer unsichtbaren Macht mit Heftigkeit zurückgeschleudert, tauchen oben empor, schwimmen eine Strecke zurück, senken sich tiefer und eilen wieder mit beschleunigter Geschwindigkeit der Stelle zu, wo sich Wasser und Phenylsäure berühren, um das Schauspiel noch unzählige Male zu wiederholen. In den benachbarten Phenylsäure-Tropfen zeigt sich genau dieselbe Erscheinung.

Um dieses Phänomen zu erklären, muss der Versuch in zweifacher Weise variirt werden. Man nimmt einmal nur 1 Tropfen Wasser und etwa 100mal so viel Phenylsäure und das zweite Mal 1 Tropfen Phenylsäure auf etwa 100mal so viel Wasser.

Im ersten Falle erhält man durch Zusammenschütteln der beiden Flüssigkeiten eine Unzahl minimale Wassertröpfchen, die in der Phenylsäure gleichmässig vertheilt sind und bei 200maliger Vergrößerung ohne Deckgläschen betrachtet werden können. Man sieht sie in einer sehr lebhaften vibrirenden und hin- und hergehenden Bewegung begriffen. Diese gleichsam fieberhaft zitternden und herumtaumelnden Körperchen gewähren, namentlich in dichtem Gedränge, einen unbeschreiblich interessanten Anblick. Die Tröpfchen berühren sich nie, sie fliehen sich beständig, ohne sich merklich von einander entfernen, ohne sich aus dem unleidlichen Zustande der Spannung befreien zu können. Woher das ängstliche Ausweichen im dichten Gedränge, woher das blitzschnelle Abprallen, wenn eines nahe zur Trennungsfläche der beiden Flüssigkeiten kommt?

Man kennt diese oder ähnliche Bewegungsphänomene in der Mikroskopie bis auf den heutigen Tag unter dem Namen „Molecularbewegung“, aber sie lassen sich physikalisch wahrscheinlich leichter erklären, als man sonst erwarten könnte. Durch den dauernden Contact wird den Wassertröpfchen ein Theil des Aethers entzogen und dieser daher an der Stelle der Berührung mit der Phenylsäure verdichtet, wodurch diese an der Berührungsstelle positiv, das Wassertröpfchen aber negativ electricisch wird. Indem die von der Phenylsäure aufgenommene Electricität in chemische Kraft umgesetzt wird, da sie Ozon bildet, so kann sie die negative der Wassertröpfchen nicht mehr binden, und diese muss daher als active Kraft die gegenseitige Abstossung derselben veranlassen. Ein jeder Stoss, der von einem Wassertröpfchen ausgeht, erfolgt gleichsam durch eine electricische Entladung, denn da die umgebende Phenylsäure sehr schwach leitet, so kann die electricische Spannung in den Wassertröpfchen einen hohen Grad annehmen.

Im zweiten Falle sind die Tröpfchen Phenylsäure, das umgebende Medium ist Wasser; die ersteren werden daher positiv electricisch, aber die Electricität geht

durch Bildung von Ozon in chemische Kraft über bevor sie eine hohe Spannung erlangt, und wenn sie auch durch Bildung von Ozon nicht consumirt würde, sie könnte zu keiner hohen Spannung gelangen, weil das Medium, welches die Tröpfchen umgibt, kein guter Isolator ist: es tritt daher in diesem Falle höchstens eine nur schwache „Molecularbewegung“ ein. An der Stelle aber, wo das Phenylsäure-Tröpfchen vom Wasser berührt wird, entsteht eine concentrische blassrothe Wasserschicht.

Nimmt man Schwefelkohlenstoff anstatt Phenylsäure, so muss man die mikroelectrischen Bewegungserscheinungen unter dem Deckgläschen beobachten, weil sonst der Schwefelkohlenstoff zu schnell verdunstet. Uebrigens möge man nicht glauben, dass solche Bewegungen durch das Verdunsten der Flüssigkeit am Rande des Deckgläschens hervorgerufen werden, denn nimmt man Steinöl anstatt Schwefelkohlenstoff, so behalten sie unter dem Gläschen denselben Charakter, nur dass sie nicht so überaus lebhaft vor sich gehen.

Zum Versuche mit Steinöl nimmt man einen Tropfen dieser Flüssigkeit auf den Objectträger, haucht ihn an, dass er sich trübt, bedeckt ihn möglichst schnell mit dem Deckplättchen und betrachtet ihn bei 600—800maliger Linearvergrösserung. Am günstigsten für die Beobachtung ist das Präparat, wenn eine oder mehrere Luftblasen eingeschlossen wurden, denn da sieht man die winzigen Wassertröpfchen in einem dichten Strom sich gegen die Trennungsfäche zwischen Luft und Oel bewegen. Bei der Annäherung gegen dieselbe stürzen sie sich mit Blitzesschnelle darauf los und prallen ebenso schnell ab, wobei sie oben auftauchen, zurückschwimmen, sich senken und unten wieder der Grenzfläche zuströmen. Durch das blitzschnelle Hin- und Herschiessen der winzigsten Tröpfchen wird anfangs der Blick verwirrt, man orientirt sich aber bald, wenn man den Tubus einige Male höher und tiefer stellt: man überzeugt sich so, dass die Tröpfchen beim Abprallen schief herauf gehen und sich in einer Spirale längs der Trennungsfäche hin bewegen.

Ein gleiches Phänomen beobachtet man mit feinem Kohlenstaub in Steinöl. Schüttelt man protoplasmatische Samensubstanz mit Steinöl und feinem Kohlenstaub zusammen, so folgen wohl die Kohlenstäubchen den Gesetzen der mikroelectrischen Bewegung, nicht aber die Protoplasmatröpfchen, es sind demnach diese letzteren dem Steinöl gegenüber keine Electromotoren.

Im Allgemeinen sind zwei in Contact gebrachte Substanzen um so bessere Electromotoren je grösser ihre Leitungsdifferenz ist; so erzeugen z. B. die feinsten Stäubchen von Zinn, Blei, Silber, Kupfer etc. in Berührung mit Steinöl eine sehr lebhaft „Molecularbewegung“, Kohlenstäubchen eine schwächere. Der schlechtere Leiter ladet sich hiebei mit positiver, der bessere (dem schlechteren gegenüber) mit negativer Electricität; der erstere zieht daher den Sauerstoff an und verwandelt ihn theilweise in Ozon.

Bringt man Baumöl, Wasser und feinen Kohlenstaub zusammen, so oxydirt sich das Oel beim Schütteln in den feinsten Tröpfchen sehr schnell und diese werden unter Grünfärbung zu festen Körperchen; so auch alle Protoplasmatröpfchen. In gleicher Weise consolidirt sich die träge Monadensubstanz in

Berührung mit Kohlenstaub im Wasser, wobei sich der Monadenleib als positiver Electromotor mit Electricität ladet und unter Aufnahme von activem Sauerstoff grünlich färbt.

Je kleiner die isolirten Körperchen sind, desto schöner ist das Phänomen ihrer „Molecularbewegung“ im Wasser. Um das Verhalten des feinvertheilten Samenprotoplasma gegen das Wasser bequem beobachten zu können, wird ein kleines Probestückchen auf dem Objectträger unter dem Mikroskope im Wasser vorsichtig zerdrückt, wozu schon das sachte Auflegen des Deckgläschens genügt, wenn man z. B. gut ausgereiften 1—2 Jahre alten Fichten- oder Tannensamen verwendet. Durch den gelinden Druck des Gläschens wird das Protoplasma in einem förmlichen Strom ausgepresst, es zertheilt sich in Berührung mit Wasser gleich in einen dichten Schwarm von minimalen Körperchen.<sup>5)</sup>

Die Erscheinung, die sich da unter dem Mikroskope dem staunenden Beobachter darbietet, gehört zu den lebhaftesten Phänomenen der mikroelectrischen Bewegung, bestehend in einem unbeschreiblichen Drängen, Schwanken, Zittern, Drehen, Taumeln und Ausweichen, wobei die Körperchen jede Berührung mit einander ängstlich zu vermeiden suchen.

Auf den Beobachter macht dieses wechselvolle Schauspiel den Eindruck, wie wenn die Körperchen unaufhörlich bemüht wären, das Gleichgewicht unter den unzähligen einander widerstrebenden Kräften herzustellen. Würde die Störung desselben durch eine oder mehrere gleichzeitig wirkende momentane Kräfte geschehen, so müsste es schon im nächsten Augenblicke wieder hergestellt sein, allein der Fall ist hier ein solcher, dass der Eintritt des Gleichgewichtes auch schon die Bedingung einer Störung desselben in sich schliesst, in ähnlicher Weise wie, um ein analoges Beispiel anzuführen, beim Schliessen und Oeffnen (Unterbrechen) des galvanischen Stromes durch den Neef'schen Hammer, so dass sich die von solchen Kräften afficirten Körper (Leiter) im Zustande einer beständigen Unruhe befinden müssen.

Protoplasmatröpfchen, deren Durchmesser mehr als 2 Mikrometer beträgt, zeigen im Wasser fast gar keine „Molecularbewegung“, aber diese wird um so lebhafter, je kleiner die Körperchen sind, so dass wir für eine zunehmende Oberflächensumme (bei gleicher Masse) auch eine Zunahme der bewegenden Kräfte voraussetzen müssen. Unserer obigen Erklärung zufolge kann es nicht anders sein, da die Intensität der Bewegung zunächst der Kraft erzeugenden Contactoberfläche gerade, der zu bewegenden Masse aber verkehrt proportionirt ist und die Masse des Körperchens mit dem Abnehmen seiner Dimensionen viel rascher abnimmt als die Oberfläche. Ist dasselbe kugelförmig, so vermindert sich bekanntlich seine Masse im kubischen, die Oberfläche aber nur im quadratischen Verhältnisse des Durchmessers. Aus einem Kügelchen von 1 Mikrometer Durchmesser können 1000 Kügelchen von 0.1 Mikrometer Durchmesser entstehen und diese haben zusammen 10mal so viel Oberfläche als das ursprüngliche Kügelchen. Indem ferner die gegenüberliegenden Oberflächentheilchen 10mal näher bei einander stehen als früher, die electricische Spannung aber im quadratischen Verhältnisse der Annäherung gleichnamig electricischer Oberflächentheilchen zu-

nimmt, so muss die gesammte bewegende Kraft durch Theilung in 1000 Kügelchen auch 1000mal grösser werden.

So erklärt sich die nahezu wunderbare Energie der „Molecularbewegung“ der kleinsten frei schwimmenden oder schwärmenden Körperchen.

Solche Bewegungen erscheinen niemals regelmässig, sie gleichen vielmehr einem unsicheren Hin- und Herschwanken oder Hin- und Hertaumeln; bei sehr unregelmässiger Gestalt des Körperchens besteht sie in einem beständigen Sichüberwerfen und Drehen.

Wäre diese mikroskopische Erscheinung, zu deren Beobachtung eine starke Vergrösserung erforderlich ist, nur eine Folge des gestörten statischen Gleichgewichtes der Flüssigkeit, etwa durch Verdunstung des Wassers am Rande des Deckplättchens, so würden sich alle Körperchen gleichmässig und nahezu gleich schnell in einer bestimmten Richtung bewegen; nur indem die Impulse oder Anstösse von den Körperchen selbst ausgehen, ist das Zustandekommen der drehenden und rüttelnden Bewegung, wie sie besonders an den sehr unregelmässigen Stäubchen wahrgenommen wird, möglich, indem diese an den verschiedenen Seiten einen verschiedenen Widerstand des Mediums erfahren, ein Umstand, der natürlich keine Berücksichtigung findet, wenn die Stäubchen von dem bewegten Wasser selbst fortgerissen werden.

Würde aber die bewegende Kraft aus der Masse des Körperchens entspringen, so müssten sich grössere und kleinere Körperchen gleich schnell, d. i. mit gleicher Intensität bewegen, denn würde die Masse und mit ihr auch die bewegende Kraft 2-, 3-, 4- . . . mal grösser, so hätte sie auch eine 2-, 3-, 4- . . . mal grössere Masse zu bewegen, und der Antrieb zur Bewegung bliebe daher unverändert, was den Thatsachen der Beobachtung widerspricht.

In die gleiche Kategorie von Erscheinungen gehört das lebhafteste Bewegungsphänomen der Schwärmsporen von *Ulothrix*, *Tetraspora* und anderer Algen innerhalb ihrer Mutterzelle und die schon früher geschilderte Bewegung der schwärmenden Körperchen in den Vacuolenschläuchen des öligen Samenprotoplasma, so wie auch das lebhafteste Schwärmen der winzigen dichtgedrängten Protoplasmaklumpchen, das man besonders im August und September beobachtet, indem man frisches Sameneiweiss in einem Tropfen Wasser auf dem Objectträger zerdrückt.

Welche Wirkung mag wohl den unzähligen Kräften zukommen, die von den einzelnen contangirenden Körperchen ausgehend das Medium sammt den darin enthaltenen organischen Substanzen nach allen Richtungen durchströmen? Sind diese Kräfte in ihrem ersten Stadium electricischer Natur, wie oben gezeigt wurde, so muss offenbar ihre nächste Wirkung in der Verwandlung des gewöhnlichen Sauerstoffs in allotropischen oder thätigen Sauerstoff, d. i. Ozon, bestehen, da sich letzterer bekanntlich bei jeder electricischen Entladung entwickelt. Was für eine hohe Bedeutung aber der Ozon für die organischen Prozesse hat, ist wohl bekannt.

So lässt sich dann leicht erklären, warum träge, der Auflösung nahe stehende Monaden aufgefrischt und zu neuer munterer Thätigkeit angeregt

werden, wenn man dem Präparate Kohlenstaub oder eine frische Emulsion von Melonen- oder Haselnusskernen oder auch nur gewöhnlichen Luftstaub zusetzt; ebenso, warum Abkochungen, welche von Anfang an Kohlenstaub, Zinnfeilspäne, Ziegelmehl, Kreidestaub u. dgl. enthalten, in viel kürzerer Zeit Organismen geben als andere sonst in gleicher Weise bereitete, wenn sie keine heterogenen Einschlüsse enthalten; warum solche Organismen dann eine grünliche Farbe annehmen und meist durch ein sehr intensives Bewegungsvermögen ausgezeichnet sind; warum ferner in filtrirten Abkochungen bei 18—20° C. 2—3 Wochen lang keine Organismen erscheinen, wenn das Präparat in einem nicht gelüfteten ebenerdigen Locale mit dumpfer Luft steht und das Einfallen des Luftstaubes durch Baumwolle oder durch einen gut passenden Deckel verhindert wird; warum allemal Emulsionen von frischen Samen, auch wenn man sie mit gekochtem Wasser bereitet, bei heiterem Wetter und ozonreicher Luft im September in gelüfteten Zimmern, selbst bei sorgfältigster Abhaltung des Luftstaubes, schon in 24 Stunden, bisweilen noch früher, unzählige sehr muntere Bacterien liefern; ferner warum sich in Abkochungen, die nicht filtrirt wurden, also viele feste und halbflüssige heterogene Massentheilchen enthalten, die Organismen früher einstellen als in filtrirten; warum endlich die zur Widerlegung der Urzeugung mit frischen Abkochungen angestellten Versuche, wobei entweder durch hermetischen Verschluss alle Luft abgehalten oder nur geglühet, mit Schwefelsäure gereinigte oder mittelst Baumwolle filtrirte zugelassen wurde, meist ein negatives Resultat ergeben haben.

Dass diese letzteren Versuche, obschon ein so grosses Gewicht auf sie gelegt wurde, trotz der vielen Accuratesse in der Manipulation und trotz ihrer nicht zu leugnenden Bedeutung für die Erklärung des Entstehens von Organismen in den Infusionen, ohne Zuziehung anderer Thatsachen keinen Werth haben, liegt somit auf der Hand.

Der Luftstaub wirkt in Lösungen von bildungsfähigen Substanzen fördernd auf die Entwicklung von Organismen zunächst nur insofern als er durch seine Contactwirkung ozonirten Sauerstoff erzeugt, der zu jedem Organisationsprocesse nothwendig ist und auch die Lebensthätigkeit der entstandenen Organismen bedingt und erhält. Was für eine weitere Rolle den durch den Contact wachgerufenen Kräften zukommt, lässt sich bestimmt nicht sagen, dass sie aber den Organisationsvorgang förmlich einleiten, dürfte keinem Zweifel mehr unterworfen sein.

Im Uebrigen muss der Beobachter die Wandelbarkeit der hier thätigen Kräfte beständig vor Augen haben, Bewegung, chemische Thätigkeit und Electricität müssen ihm als drei verschiedene Zustände einer und derselben ursprünglichen Kraft erscheinen, er wird sonst nur zu leicht den richtigen Weg verfehlen. So äussert sich z. B., um zu einem bekannteren Falle zurückzugreifen, die durch den Contact erzeugte Kraft bei den Protoplasmatröpfchen des öligen Sameninhalts zunächst als „Molecularbewegung“, wenn sich aber die Kügelchen am Rande paarweise an einander legen, so hört die Bewegung auf. Wollte man aus dieser Ruhe auf eine wirkliche Passivität der Protoplasma-

tropfchen schliessen, so würde man vor die Frage gestellt, warum durch die noch immer fortdauernde Berührung mit der Flüssigkeit keine Kraft mehr erzeugt wird, da doch die Grundbedingungen der Contactwirkung keineswegs aufgehoben wurden.

Will man an dem Principe festhalten, dass eine Kraft nicht getilgt werden kann, was so viel bedeutet als dass sie in der einen oder in der anderen Form fortexistiren müsse, so wird man in unserem Falle nur eine Verwandlung der Bewegung in innere Moleculararbeit annehmen, bestehend in einer gewissen Lagerung der Molecule. Diese Annahme allein stimmt zu dem was nach dem Aufhören der Bewegung erfolgt, denn die theilweise Fusion der Körperchen, aus denen wie durch eine Art Copulation Bacteridien entstehen, beruhet offenbar auf einer Verschiebung der kleinsten Massenthelchen.

Zwischen den zersetzenden und bauenden electrochemischen Kräften, die durch eine Lösung von leichtzersetzbaren Salzen gehen, und den organisirenden durch den Contact wachgerufenen Molecular Kräften in einer Lösung von bildungsfähigen organischen Substanzen besteht kein principieller Unterschied, wohl aber ein gradueller. Wer hätte nicht schon gesehen, wie sich beim Eintauchen der Poldrächte einer galvanischen Batterie in gelösten Bleizucker am negativen Pole Blei in schön glänzenden Schuppen und Blättchen ausscheidet? Warum sollte man diesen Vorgang nicht als einen organisatorischen Process der einfachsten Art betrachten? Sehen wir doch die Blättchen wachsen und sich allmählig zu schönen Bündeln gruppieren.

In ähnlicher Weise wie sich der negative Pol in dem angeführten Falle mit Gebilden umgibt, die durch die zersetzenden, bewegendenden und bauenden Kräfte des galvanischen Stromes zu Stande kommen, so sehen wir auch die Kohlenstäubchen in den öfter erwähnten Abkochungen sich mit Organismen wie Mycelien, Leptothrix, Gallertmassen mit eingeschlossenen Mikrokokken und Bacteridien etc. allmählig überziehen, also mit organischen Körpern, die augenscheinlich einer ähnlichen Thätigkeit der Contactkräfte ihren Ursprung verdanken, da mit der frisch ausgeglühten Kohle keine organischen Keime eingeführt wurden.

Bald stellen sich auch Monaden ein, und zwar sehr reizbare lebhaft zuckende Thierchen, die ohne Zusatz von Kohle ausbleiben, solange man das Präparat vor Staub schützt.

Auffallend ist in solchen mit gepulverter Holzkohle versetzten Präparaten die scharfe Scheidung der organischen Substanz in klare hyaline Gallerte, die unzählige grünliche Körperchen (Kerne) einschliesst und daher von algenartiger Natur zu sein scheint, und in animalische belebte Sarkode, die sich in den verschiedenen Monadenformen ausprägt.

Auch die einmal entstandenen Organismen wirken durch den Contact mit einer Intensität, welche der Summe ihrer Oberflächen entspricht, und beschleunigen so die Ueberführung der noch übrigen bildungsfähigen Materie in organische Formen. So müssen auf die einmal erschienenen Bacterien, Mycelien etc. schnell andere ähnliche folgen.

Gleichwohl ist es schwer zu sagen, wie es kommt, dass in einer und derselben Flüssigkeit mit Benützung einer einzigen Contactmaterie so verschiedene Formen von Organismen zum Vorschein kommen, und noch schwerer wird es sein mit der einzigen electrochemischen Kraft ein so schwieriges Räthsel zu lösen. Sagen wir es gerade heraus: so ist die Lösung unmöglich, weil es hier eine electrochemische oder wie immer benannte Kraft nicht gibt, sondern eine Unzahl von Kräften und Wirkungen, die sich sämmtlich auf den Contact verschiedener Materien zurückführen lassen.

Auf der gegenseitigen Berührung der Körper und den hierdurch hervorgerufenen Kräften beruht ein Princip, das geradeso die Grundbedingungen zur Erklärung der verschiedensten Erscheinungen sowohl der belebten als der unbelebten Körperwelt enthält, wie etwa das Princip der Schwingungen der kleinsten Massentheilchen, wodurch sich schliesslich alle Erscheinungen des Schalls und noch andere Phänomene erklären lassen. Die Schwierigkeit zu erklären, warum ein und derselbe Saitenton einer so mannigfaltigen Variation fähig ist, warum er nach Umständen so verschiedenartig auf das Gefühl einwirkt, ist nicht geringer als die Schwierigkeit, für das Entstehen verschiedener Organismen in derselben Lösung organischer Stoffe unter dem Einflusse gleichartiger Contactkörper einen richtigen Grund anzugeben. Hier wie dort geht die ursprüngliche Wirkung nach einander von einer Form in die andere über und ist jede folgende nach dem Gesetze der Causalität durch die vorhergehende bedingt. Indem die anfängliche mechanische Kraft und die ihr entsprechende Bewegung der vibrirenden Theilchen der gespannten Saite auf die verschiedenen Medien übertragen wird, werden ihre Wirkungen nicht nur verstärkt, sondern auch modificirt und vervielfältigt, denn jedes Medium wirkt anders mit.

Ohne Zweifel wird durch die entfesselten electrochemischen Kräfte, welche bei der Berührung der heterogenen Stoffe entstehen, zunächst das moleculare Gleichgewicht der gelösten organischen Substanzen aufgehoben und die Molecule aus ihrem bisherigen lockeren Verbande gelöst. Sind diese einmal frei, so folgen sie ihrem neuen Triebe, d. h. ihrer durch die neuen Verhältnisse modificirten Affinität, in ähnlicher Weise wie die beim Anschlagen aus ihrem Gleichgewichte gebrachten Theilchen der Saite der Elasticität folgen, einer den Theilchen selbst inwohnenden Kraft.

Wenn man die Molecule von so hochgradig zusammengesetzten Substanzen, wie sie die Pflanzensamen enthalten, selbst sehr mannigfaltig und ihre Affinitäten dementsprechend sehr verschieden sind, so ist damit schon die Möglichkeit einer grossen Zahl von Combinationen, also auch einer grossen Menge von organischen Formen gegeben, und wir werden die electrochemischen durch den Contact hervorgerufenen Kräfte zwar nicht als das Alpha und Omega, wohl aber als den Ausgangspunkt des organischen Processes zu betrachten haben.

Die rasche Vermehrung der Bacterien, Mycelien etc., ob sie nun durch völlige Neubildung oder durch Theilung der schon vorhandenen Körper erfolgt, ist dann eine nothwendige Consequenz der unter den gleichartigen Moleculen bestehenden Anziehungskräfte und der Grösse ihrer Anziehungssphäre, wonach

nur eine bestimmte Zahl gleichartiger Bauelemente eine engere Gruppe bilden kann. Auch der Chemiker muss zu ähnlichen Anschauungsmitteln greifen, um die Gruppierung der Molecule und Atome nach bestimmten Zahlen verständlich zu machen.

Eine der winzigsten Bacterien wäre demnach die einfachste Gruppe gleichartiger Molecule oder gleichwerthiger Bauelemente. Diese engere Gruppe wirkt jedoch noch weiter anziehend auf die umgebenden gleichartigen Elementarteilchen, allein die nun hinzukommenden werden, wenn sie die entsprechende Zahl erreicht haben, in eine engere Verbindung mit einander eingehen und sich als engere Gruppe durch Abgliederung von den ersteren trennen, worauf sich der Vorgang der Anziehung und Abschnürung wiederholt.

Gewisse Massentheilchen, die von flüssigen Stoffen umgeben sind, können durch den Contact diese letzteren, wenn sie Bauelemente enthalten, zerlegen und die entsprechenden Zersetzungsproducte derart aufnehmen, dass durch Interposition und partiellen Austausch gegen andere Molecule Organismen entstehen, wo also die ursprünglichen Massen als Bildungscentra zu betrachten sind. Auf diese Weise erklärt es sich wie es kommt, dass die winzigen Körperchen des präcipitirten Calciumphosphats in Berührung mit einer Zuckerlösung unter langsamer Metamorphose in kleine eingliedrige Bacterien verwandelt werden.

Mag indessen diese Erklärung, wie ich zuversichtlich hoffe, dereinst durch eine vollständigere ersetzt werden, die Thatsache einer solchen Verwandlung der in den Flocken enthaltenen Körperchen lässt keine andere Deutung zu.

Ich kann daher im Hinblick auf das Bisherige mit Beruhigung meine Ueberzeugung dahin aussprechen, dass die ungeformte organische Materie das Vermögen und die Tendenz nach individualisirender Gestaltung in sich selbst trägt und dass nichts weiter nöthig ist, diesen organisatorischen Trieb zu entfesseln und in Bewegung zu setzen, als eine Störung des molecularen Gleichgewichtes entweder durch frischen chemisch wirksamen (ozonirten) Sauerstoff oder durch solide Körperchen und heterogene Massen, welche durch ihren Contact ihn erzeugen — wobei sich die beschleunigende Wirkung schon fertiger von aussen zugeführter Keime in Form von Pilzsporen, Bacterien- und Mycelienmassen etc. von selbst versteht, aber auch die ähnliche Wirkung anderer Körperchen, die nicht einmal organischen Ursprungs sind, begreiflich wird.

Unsere gewohnten Vorstellungen und Begriffe vom Entstehen der organischen Wesen, die sämmtlich der genauer bekannten Entwicklungsgeschichte vollkommener Thiere und Pflanzen entnommen sind, und mit den Worten: Keimung, Knospung, Theilung, Entwicklung aus dem Ei etc. bezeichnet werden, finden auf die niedrigsten Organismen in den Aufgüssen keine direkte und stichhältige Anwendung, denn der gallertartige Körper, dem in den obigen Versuchen Bacterien und Monaden entkeimen, oder durch dessen Zerklüftung sie fast unmittelbar in Erscheinung treten, ist kein Organismus, sondern ein Conglomerat bildungsfähiger organischer Materie, und die Körperchen, aus denen wir allmählig Bacterien sich entwickeln sehen, sind im letzterwähnten Falle nicht nur keine Bacterieneier, sondern nicht einmal organischen Ursprungs, indem

sie erst durch einen langsamen Stoffwechsel organische Natur annehmen. Die Uebertragung jener von höheren Thieren und Pflanzen abstrahirten Begriffe auf den Ursprung der Bacterien und Monaden involviret den Fehler mangelhafter Induction; spricht man von Keimen solcher Wesen, so ruft man, selbst bei erfahreneren Mikroskopikern, gar leicht die Vorstellung von Sporen und wirklichen Eierchen hervor: ist daher von einer Infection durch den Luftstaub die Rede, so pflegen wir uns die Wirkung derselben nicht anders zu denken als durch die Entwicklung von Organismen aus ihren präsumtiven darin enthaltenen Keimen, denen wir den physiologischen Werth von Eierchen beilegen, weil eben bisher keine andere Entstehungsweise bekannt war. Nun hoffen wir, dass bald eine andere den obigen Thatsachen entsprechendere Anschauung Platz greifen wird.

Für diejenigen, welche unter „elternloser Zeugung“ das Entstehen animalischer und vegetabilischer Wesen aus ungeformter, d. h. noch nicht individualisirter organischer Materie verstehen, haben wir durch die hier niedergelegten Facta den Beweis einer solchen erbracht;\*) wenn aber Jemand das Hervorgehen von Monaden aus Aleuronkörnern und die Verwandlung der protoplasmatischen Samensubstanz oder des Niederschlags von phosphorsaurer Calcia in Zoogloea eine blosse Transformation, eine Metamorphose der organischen Materie zu nennen beliebt, so ist das auch recht, nur möge er sich die Mühe ersparen, an die Natur die Frage zu stellen, ob es möglich sei, dass durch Zusammenbringen von Wasser, Kohlensäure, Gyps, Phosphorsalz etc. im Laboratorium organische Wesen erzeugt werden, denn was der leuchtende und wärmende Sonnenstrahl in freier Luft und in Berührung mit gewissen scheinbar unwesentlichen mineralischen Substanzen aus Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Gyps und anderen Stoffen des Mineralreichs zu schaffen vermag, kann keine künstliche Mischung zwischen den vier Wänden eines Laboratoriums zu Stande bringen.

Eine Erklärung gewisser physiologischer Vorgänge, unter anderen auch der Gährung, durch Berührung fester und flüssiger Körper wurde bereits von Berzelius versucht, der im Contacte die nächste Ursache vieler chemischer Erscheinungen richtig erkannt hatte. Indessen kam er, da sich damals die mikroskopischen Beobachtungen nur auf einige gröbere Objecte erstreckten und das Stadium der Entwicklungsgeschichte der Organismen kaum begonnen hatte, auf dem Gebiete der Physiologie nicht über den einfachen Erfahrungssatz hinaus, dass feste Körperchen durch ihren blossen Contact mit flüssigen oder gasförmigen Stoffen chemische Bewegung hervorrufen.

Durch Mitscherlich erfuhr dieser Gedanke zwar keine Erweiterung, aber dem obigen Satze wurde eine bestimmtere Fassung gegeben und zu dessen Rechtfertigung eine grössere Zahl von Beispielen herangezogen.

Noch immer hatte man keine klare Vorstellung von dem was eigentlich bei der Berührung heterogener Körper geschieht. Mit dem Worte „katalytische Kraft“ oder „Contactwirkung“ war erst der Name für eine der Hauptbedingungen, unter denen gewisse electrochemische Vorgänge stattfinden, gegeben. Und dennoch wollte man die aus den nächsten augenfälligen Berührungserscheinungen

(z. B. der Oxydation des Alcohols in Berührung mit Platinmohr) abgeleiteten Sätze unmittelbar auf die so ungemein subtilen und wandelbaren Prozesse der Gährung anwenden. Dass sich mit einer solchen Erklärung auch die damaligen Physiologen nicht zufrieden stellen konnten, ist ganz natürlich.

Es wäre aber nicht vernünftig, daraus schliessen zu wollen, dass die Annahme, die Contactwirkungen hätten für die physiologischen Prozesse keine Bedeutung, der von Berzelius und Mitscherlich gegründeten Hypothese vorzuziehen sei, weil diese mehrere der bekanntesten Gährungserscheinungen nur theilweise, keine einzige aber vollständig erkläre. Man sollte doch vor Allen beachten, dass nur in den seltensten Fällen eine Hypothese ohne Weiteres allen an sie gestellten Forderungen entspricht. Sehr oft ist es aber nicht gerade Schuld der Hypothese, wenn nicht Alles zutrifft, was man voraussetzt: das beste Werkzeug versagt bekanntlich seinen Dienst in der Hand des Unerfahrenen. Wurde nicht schon manche werthvolle Muschel ins Meer geworfen, weil man nicht verstand die kostbare Perle daraus zu holen?

Ist auch die angenommene katalytische Kraft von Berzelius nicht gleich bedeutend mit der Lösung jenes physiologischen Räthsels, so ebnet sie wenigstens den Weg, der zu derselben führt. Gewiss fördert sie eine richtige Behandlung der Frage über die Urzeugung besser als jede andere hypothetische Annahme, da sie, sich auf festbegründete physikalische Thatsachen stützend, uns eine wichtige Quelle der Molecularkräfte erschliesst.

Den Nachfolgern steht es zu, diese letzteren genauer zu prüfen und zu deuten, um ihren proteusartigen Wandlungen bis in die verborgensten Winkel folgen zu können. Wer aber blos mit electricischen oder blos mit chemischen Kräften an die schwierige Aufgabe herantritt, ist nicht auf dem rechten Wege, denn eine und dieselbe ursprüngliche Kraft kann nach einander electricische, chemische, mechanische und noch andere Wirkungen hervorbringen. Die Natur der Aufgabe erfordert daher, dass der Forscher, der sich daran wagt, auf ein grosses Gebiet der Erscheinungen Bedacht nehme und vor Allem mit den neuesten Anschauungen über die Wechselseitigkeit der Naturkräfte vertraut sei. Man kann es darum als ein erfreuliches Ereigniss bezeichnen, dass sich diese Anschauungen mit ihren befruchtenden Ideen bereits auch in der Physiologie geltend zu machen beginnen. Sicher wird alsdann Schönbein's wichtige Entdeckung, wodurch die Contact-Theorie von Berzelius-Mitscherlich eine Bestätigung und Erweiterung zugleich erfahren hat, nicht die letzte bedeutende Errungenschaft dieser Art bleiben.

---

### Anmerkungen und Zusätze.

Zu Seite 276. <sup>1)</sup> Um die Zertheilung des öligen Protoplasma in regelmässige mikroskopische Kugeltröpfchen zu beobachten, wähle man sonnige warme August- und Septembertage. Zu anderen Zeiten, besonders im Winter, nimmt es, gleich viel ob man frische oder schon einige Jahre alte Samen verwendet, im Wasser keine regelmässigen Formen an, es zerfällt theils in formlose, am

Glase klebende und mannigfach zerflossene Massen, theils in unregelmässige zu Boden sinkende Klümpchen.

Man kann regelmässige Kugeltröpfchen von gleicher physischer Beschaffenheit wie oben auch künstlich aus unreifen Amylumkörnern, Oel, Hühnereiweiss und Wasser erzeugen. Am besten gelingt der Versuch, wenn man Schnittchen von frischen Eichelkernen nimmt und mit ebenso viel Baumöl und Eiweiss in einem Glasschälchen zusammenreibt; wird die breiig-schleimige Masse dann mit frischem Wasser eingerührt, so löst sie sich in unzählige mikroskopische Kugeltröpfchen auf, von denen viele von besonderer Schönheit und Regelmässigkeit sind, ganz ähnlich jenen die man durch Zerstampfen von Cruciferen-, Compositen- und anderen ölreichen Samen im Wasser im Spätsommer erhält, nur dass Vacuolenschläuche mit Schwärmern viel seltener vorkommen.

Wird zuerst Oel, dann Eiweiss eingequetscht, so erscheinen die Tröpfchen grösser und an der Oberfläche grau, nimmt man aber zuerst Eiweiss, dann Oel, so werden dieselben kleiner, zeigen aber eine mehr hellgrüne Farbe und eine mittelständige Vacuole, die von einem sehr schönen bläulich grünen Farbenkreise umgeben ist.

Zu Seite 282. <sup>2)</sup> Jede Lösung von Zucker geräth durch einen Zusatz von frischer Mandelmilch oder einer Emulsion von Kürbis-, Haselnuss- und anderen Samen auch bei sorgfältigster Abhaltung des Luftstaubes in Gährung, wobei Bacterien in Unzahl entstehen, Hefepilze aber ganz ausbleiben. Dass solche Fruchtsstoffe in Zuckerlösungen Gährung erzeugen, hat bereits Schmidt vor vielen Jahren nachgewiesen. Aehnlich wirkt auch die Leimlösung.

Zu Seite 277. <sup>3)</sup> Ein sehr wichtiges Moment, das bei der Controle aller Versuche über die Entstehung der niedrigsten Organismen wohl zu berücksichtigen ist, bildet die Jahreszeit. Fast jede Erscheinung ist, wenigstens in der hier beschriebenen Modalität, an eine bestimmte Zeit gebunden. So z. B. kann das Zerfallen des Samenprotoplasma in unzählige individualisirte Kugeltröpfchen und minimale Körperchen von lebhafter „Molecularbewegung“ (Schwärmphänomen) im Wasser, erst in den Monaten Juli, August und September schön beobachtet werden. Im September erhält man die formenreichste Monadenfauna mit den vollkommensten Thierchen dieser Gruppe. In manchen Präparaten lassen sich leicht 8—10 verschiedene Arten unterscheiden. Im April oder Mai würde man vergeblich darnach suchen. Es entstehen im Sommer Monaden, auch wenn man destillirtes Wasser, Gyps, Zucker und Phosphorsalz nimmt, während dieselben Stoffe im Winter bei gleicher Temperatur zu keinem positiven Resultat führen. Um sie im März zu erhalten, muss man Calcia im Ueberschuss nehmen, im September aber genügen ganz geringe Mengen dieses Metalloxydes. Im Winter werden im günstigsten Falle nur kleine Thierchen von träger Natur erzeugt, lebhaft zuckende bekommt man nur im Sommer, insbesondere im September, zu sehen.

Ebenso ist die Granulirung der durch Fäulen mit Phosphorsalz erhaltenen Flocken und die Form und Grösse der in ihnen sich entwickelnden Bacterien

nach der Jahreszeit einer merklichen Variation unterworfen. Ausserdem übt auch die Witterung einen unverkennbaren Einfluss auf die hier angeführten Erscheinungen aus. Heiteres Wetter begünstigt im Allgemeinen die zuckenden Bewegungen der Monadenthierchen, bei lange anhaltendem Regenwetter und auch schon bei trübem Himmel, werden diese träge oder auch ganz regungslos.

Zu Seite 305. 4) Wird eine Flüssigkeit mit Bacterien 5—7 Minuten zum Sieden gekocht, so werden diese nicht ganz zerstört, manche bleiben scheinbar unversehrt, andere zerfallen in kleinere und grössere Stückchen, aber sämtliche zeigen nur die gewöhnliche auch ganz leblosen Körperchen eigene „Molecularbewegung“.

Wenn man ein noch heisses Decoct von Kürbis- oder Melonensamen mit 2 oder 3 Tropfen davon versetzt und das inficirte Präparat, gehörig bedeckt und vor Staub geschützt, an einem ruhigen Orte bei 22—24° C. stehen lässt, so findet man nach 24 Stunden, dass sich die mit den Infectionstropfen eingeführte Bacterie nicht vermehrt hat, dafür erscheint eine grosse Stäbchenbacterie in Menge. Diese hat hie und da die enorme Länge von 40 Mikrometer und eine durchaus schwingend-fortschreitende Bewegung; ihre Dicke beträgt das Doppelte der Infectionsbatterie.

Eine Entwicklung der einen Form aus der anderen kann nicht angenommen werden, da Uebergangsformen fehlen und die Infectionsorganismen in derselben Gestalt und Grösse erscheinen wie zu Anfang (nach Beobachtungen im Spätsommer).

Zu Seite 309. 5) Reife frische Samen von *Geranium columbinum* gewähren eine ähnliche Erscheinung, nur sind die Körperchen (den allerfeinsten Spermation der Pilze sehr ähnlich) alle von nahezu gleicher Grösse, bei 610maliger Linearvergrösserung eben noch sichtbar, punktförmig, und geben keine Coagulationen. Sie entstehen in den Vacuolen, welche mit ihren von obenher gesehenen Wandungen ein förmliches, die balgförmigen Samenzellen ausfüllendes Netz bilden, indem der flüssige Inhalt durch örtliche Contraction in unzählige schwärmende Partikelchen zerfällt. Die Maschen des Netzes entsprechen also den Mutterzellen der Schwärmer, aber es ist mir nicht verständlich, wie dieselben ins Freie gelangen, da die Wandungen der Mutterzellen nach der Entleerung nirgends einen Riss zeigen. Solche und ähnliche Erscheinungen werden im September, zum Theile auch noch im October beobachtet.

Zu Seite 303 und 315. 6) Eines der zweckmässigsten und lehrreichsten Präparate zum Studium der Entwicklungsgeschichte niederer Wimperthierchen wird auf folgende Weise aus Wasser, Zucker und Phosphorsalz zusammengestellt, wodurch man schon in 2 Tagen eine *Leucophrys* in erstaunlicher Menge erhält.

Im Sommer oder Herbst wird eine vorher mit concentrirter Schwefelsäure gewaschene, gut ausgespülte Flasche von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Liter Inhalt mit hartem Quellenwasser aus dem Kalkgebirge gefüllt, fest verschlossen und, gegen Staub gut geschützt, einer möglichst constanten Temperatur zwischen 25 und 40° C.

mindestens 8 Tage, am besten 2 oder 3 Wochen, ausgesetzt. Ist kein kalkreiches Gebirgswasser da, so genügt jede reine Quelle, wenn sie noch so weiches Wasser führt, nur muss man demselben feinen Kalksand, zerriebenen Kalkspat oder etwas zerdrückte Kreide zusetzen, worauf man bis zur völligen Trübung schüttelt. Am besten ist es diesen Zusatz gleich zu Anfang vorzunehmen. Hat das Wasser so die zum Gelingen des Versuchs absolut nothwendige Quarantaine überstanden, so werden 30—50 Gramm davon sammt einem entsprechenden Theil des Zusatzes nach gehörigem Schütteln in ein bereit gehaltenes lauwarmes Glas von 80—100 Kubikcentimeter Inhalt gegossen, mit 20—30 Milligramm Phosphorsalz und doppelt soviel Zucker versetzt, und sodann an einen halbdunklen Ort gebracht, wo eine möglichst constante Temperatur zwischen 20 und 25° C. herrscht. Gegen Staub schützt man das Präparat mittelst eines darauf gelegten Papierblattes, zur grösseren Sicherheit gegen das Einfallen fremdartiger Dinge stülpt man allenfalls auch noch einen Glassturz darüber. Auch möge man nicht unterlassen, das zu verwendende Phosphorsalz und den Zucker derselben Quarantaine auszusetzen wie das Wasser, was am leichtesten dadurch erreicht wird, dass man gleich Anfangs einige Stückchen davon (in Papier eingewickelt) neben das Gefäss mit dem Wasser hinstellt. Dass nur mit reinen Ingredienzien operirt werden muss, versteht sich von selbst. Hegt man Verdacht gegen etwa anklebenden Staub, so werden die Stückchen vor dem Gebrauche (nämlich vor dem Abliegen oder unmittelbar bevor sie ins Wasser kommen) genauer besehen und nöthigenfalls nur einige Splitterchen aus dem Inneren genommen. Am wenigsten darf man die beiden löslichen Bestandtheile des Präparats als Solutionen aufbewahren, denn man würde alsdann wohl vielerlei Organismen, aber keine *Leucophrys* erhalten.

Zur Aufsaugung der bei der Gährung entstehenden überschüssigen Kohlensäure stellt man ein Schälchen mit angefeuchtetem gut ausgebranntem Kalk unter die Glasglocke.

Schon nach 40—45 Stunden sind die ersten Thierchen da, wenn man das Präparat um 12 Uhr Mittags herstellt; geschieht dieses nur wenige Stunden später, so wird man eine ganze Nacht länger auf ihr Erscheinen warten müssen, denn sie stellen sich in der Regel nur am Morgen zwischen 5 und 7 Uhr ein. Der Gestalt nach sind sie eiförmig und nur vorn mit kurzen Flimmerhaaren besetzt. Fast alle scheinen vollkommen erwachsen zu sein, denn sie besitzen eine normale Länge von 40 Mikrometer, die grössten haben 52, die kleinsten 30 Mikrometer Längendurchmesser. Nach kleineren sucht man vergeblich, auch ist weder eine Monade, noch ein anderes animalisches oder vegetabilisches individualisirtes Wesen zu erblicken. Doch siehe da, was schleicht sich daher ins Sehfeld? Ein übermässig grosses Thier! es hat mehr als 52 Mikrometer Länge und gegen 40 Mikrometer Breite, aber wie langsam und schwerfällig sind seine Bewegungen, es hat ja nicht einmal eine consistente Hautschicht. Jetzt schiebt es sich zwischen zwei Brocken von Zoogloea hinein, allein wird es wieder herauskommen? Dem Anscheine nach kaum, denn seine Körpertheilchen zeigen so wenig Cohäsion, dass es wahrscheinlich zerfliessen wird. Schon hat

es sich um einen Brocken nach Art einer zerfliesslichen Gallerte geschlungen, nun wird wohl die zarte Hautschichte reissen und der zerronnene Inhalt im Wasser fortschwärmend sich zerstreuen. Aber das Thierchen täuscht unsere Erwartung, es macht sich von den fremden Körpern los und steiert, freilich langsam und wackelnd, hinaus ins Freie, wobei es uns eine vollkommen gerundete Gestalt zeigt.

Wir wissen nun, dass wir eine Larve vor uns haben und können nur das nicht begreifen, warum sie so gross ist und selbst grösser als das erwachsene Thierchen. In der sicheren Meinung, wir hätten es zwar mit einem larvenartigen, doch abnormen Wesen zu thun, suchen wir in diesem und im nächsten Tropfen weiter, um den frühesten Zuständen der noch in der Entwicklung begriffenen Thierchen auf die Spur zu kommen, denn was dürften diese anders sein als kleinwinzige Gebilde, die allmähig zu den normalen Thierchen heranwachsen und sicher im Präparate weder fehlen noch verkannt werden können? Doch weit gefehlt! anstatt der erwarteten Keime, präsumtiven Eierchen oder winzigen Lärvchen kommen bei Besichtigung des nächsten Tropfens zwei solche halbvollendete Ungethüme daher, von denen das eine wie ein arg misrathenes Monstrum in der Mitte eingeschnürt ist, ein drittes finden wir später gar schon in nahe vollzogener Theilung. Aber auch ein normales Thierchen theilt sich in zwei gleiche Stücke vor unseren Augen, wobei sich jede Hälfte zu einem selbstständigen Individuum abrundet.

So gelangen wir endlich doch zur Ueberzeugung, dass jene grossen Larven keine abnormen Geschöpfe sind, sondern nicht mehr und nicht weniger als regelmässige Jugendzustände der Wimperthierchen, denn die aus ihnen durch Theilung hervorgehenden Individuen haben die normale Grösse, während die normalen durch weitere Theilung die kleine Form von 30 Mikrometer Länge geben.

Auffallend ist der Umstand, dass auch nach mehreren Tagen keine anderen Organismen erscheinen. Ebenso wenig zeigen sich kleine, Keimen oder Eierchen von Infusorien vergleichbare Körperchen. In dem granulösen Inhalt entstehen zwar kuglige Gebilde von 4—5 Mikrometer Durchmesser, die man wohl für Brutkörperchen halten möchte, zu 1 bis 20 in einem Thierchen, dieselben werden auch zeitweise am hinteren Leibesende einzeln abgestossen oder langsam entleert und bleiben dem Beobachter längere Zeit sichtbar, aber sie bilden sich nicht zu Wimperthierchen aus, unter den Umständen dieses Versuchs wenigstens nicht, sondern bleiben steril bis sie nach längerer Zeit deformirt und aufgelöst werden. Weil sie in den für Magentaschen gehaltenen Bläschen (die mit blass rosenrothem Wasser gefüllt sind) entstehen, so ist vielleicht die Annahme, dass es feste Excremente sind, von der Wahrheit nicht allzuweit entfernt.

Beim Eintrocknen auf dem Objectglase werden die Thierchen stark deformirt, es bleiben kaum mehr als die Umrisse, an denen aber keinerlei Cuticularschicht wahrnehmbar ist. Die Körpersubstanz bildet nun ein Netz von bläulich grauer Farbe, dessen Maschen von ausgeschiedenem Wasser blass rosenroth schimmern. Bisweilen ist die bläulich graue Körpergallerte in bogenförmigen Längsstreifen geordnet, denen ebenso viele röthliche Striemen entsprechen, aber die

Granulation ist ganz verschwunden. Sobald man aber einen Tropfen Wasser zusetzt, tritt dieselbe augenblicklich hervor und erscheinen sofort auch jene oben beschriebenen Kernkörperchen, ebenso schnell wie bisweilen kleine Krystalle, die augenblicklich anschliessen. Sie erscheinen auch, wenn die Thierchen vor dem Austrocknen keine besessen haben.

Alle diese Thatsachen, so wichtig und interessant sie auch sein mögen, lassen uns bezüglich der Abkunft der Thierchen und ihrer allerersten Jugendzustände ganz im Unklaren. Darüber erhalten wir aber die erwünschte Aufklärung und volle Gewissheit, wenn wir nach 40—48 Stunden etwas von dem Häutchen, das sich an der Oberfläche als sogenannte Pristley'sche Materie bildet, vorsichtig auf den Objectträger bringen und vorderhand ohne Deckgläschen bei 200maliger Vergrösserung genauer betrachten. Es zeigt sich uns ein Anblick, der viel Aehnlichkeit hat mit der schon beschriebenen Massenzerklüftung und örtlichen Contraction der Zoogloea, wodurch Monaden entstehen, nur bildet die contrahirte Materie (unter anderen Umständen Zoogloea) hier viel grössere Ballen, kuglige und mehr oder minder regelmässig gerundete Massen von 40—60 Mikrometer Durchmesser, in allen denkbaren Graden der Abgrenzung und Individualisirung. Nach ihrer inneren Structur zeigen diese primären Gebilde\*) deutliche, aber ziemlich gleichförmige Granulation, nur hin und wieder bemerkt man darin eine Vacuole, d. i. ein blass rosenrothes Wasserbläschen (Wassertröpfchen), die oben genannten Kernkörperchen sind aber bisweilen schon gleich anfangs in der Mehrzahl vertreten. Um die abgerissenen Bröckchen der Pristley'schen Materie stehen vollendete Thierchen schon in dichten Massen, sie schieben und drängen sich in einem unbeschreiblich munteren Spiel; die meisten schiessen pfeilschnell hin und her, die jüngsten aber, die den Larvenzustand noch nicht überschritten haben, schleichen und kriechen langsam umher, oder wühlen in den Brocken der Pristley'schen Materie, ihrer gemeinschaftlichen Mutter und Wiege zugleich.

Wird das Häutchen mittelst kleinen Papierstreifen abgenommen, an der Luft getrocknet und nach 48stündigem Stehen nebst etwas Zucker mit 30—50 Gramm von dem obigen gestandenen Wasser zusammengebracht, so stellen sich Thierchen bei 25° C. in 40—48 Stunden ein, aber sie haben sich keineswegs aus Keimen oder Eierchen entwickelt, denn die eintrocknenden Thierchen lassen keine solchen zurück, sondern durch Ballung der Pristley'schen Materie, einer klaren fein granulirten Gallerte, in ähnlicher Weise wie in den Präparaten, zu denen Zucker und Phosphorsalz genommen wird. Dadurch, dass man getrocknetes Oberhäutchen (worin es von Thierchen wimmelte) anstatt Phosphorsalz nimmt, wird die Zahl der erscheinenden *Leucophrys* nicht grösser als sonst, ja selbst wenn man 5—6 Milligramm von dem getrockneten Häutchen mit den Millionen von desorganisirten Wimperthierchen einer wie oben aus gestandenem Wasser, Zucker und Phosphorsalz bereiteten Infusion zusetzt, vergrössert sich die Zahl der Thierchen nicht; dieser Zusatz wirkt höchstens durch Vermehrung der organischen

\*) Bei 600maliger Vergrösserung.

Substanz, nicht aber durch Zuführung fertiger Keime oder Eierchen von präexistirenden *Leucophrys*-Thierchen. Einmal vertrocknet, kann man die letzteren nicht mehr wiederbeleben, das gelingt weder durch frisches noch durch gestandenes Wasser. Durch Flüssigkeiten wird die Zerstörung ihres Organismus allmählig nur vervollständigt, indem die Masse des Körpers in granulirte formlose Gallerte übergeführt wird und die Neubildung nimmt von dieser aus in gleicher Weise ihren Ausgang wie in dem aus Wasser, Kalk, Zucker und Phosphorsalz gebildeten Häutchen.

Diese oberste membranöse Schicht, die als *Pristley'sche „Materie“* in Berührung mit der Luft entsteht, ist die Geburtsstätte der Thierchen, die Berührung mit der Luft wurde aber als ein Hauptfactor im Entstehungsprocesse derselben erkannt. Gleichzeitig mit der Ballung des Bildungstoffes, dessen Abrundung, inneren Gestaltung und allmählichen Individualisirung geht auch eine rasche Ausscheidung des kohlsauren Kalkes vor sich, wodurch flache mehrspitzige (mikroskopische) Kryställchen entstehen, deren Oberfläche zum Tummelplatz der zahllosen Thierchen wird.

Wenn auch durch einen Organisationsprocess hervorgegangen, dessen materielles Substrat nebst Wasser und Kalkcarbonat die beiden Ingredienzien Zucker und Phosphorsalz ausmachen, so werden die Thierchen doch in Berührung mit concentrirten Lösungen dieser beiden letzteren Stoffe augenblicklich getödtet und in wenigen Minuten bis zur Unkenntlichkeit deformirt, endlich fast ganz aufgelöst. Wendet man aber nur verdünnte Lösungen an, so erscheinen an der sofort steif gewordenen Oberfläche des Körpers Längsrippen mit ausgepreizten langen Wimperhaaren. Auch die innere Structur der Körpermasse erleidet eine plötzliche Veränderung: es treten neue Vacuolen, neue Kernkörperchen auf und die Farbe der Thierchen neigt sich ins Bläulichgraue. In diesem Zustande möchte man dieselben eher der Gattung *Cyclidium* als der *Leucophrys* einreihen. Sobald eines zum Stehen gebracht wird, was kurz vor dem Austrocknen des Tropfens geschieht, wird bei 600maliger Vergrößerung der Mund, der sich nahe am Vorderende in Form eines Längsstreifens zwischen zwei Reihen ungleich langer wimpernder (nickender) Haare befindet, wahrgenommen. Allein von diesem Munde führt keine Verbindung zu den für Magensäcke gehaltenen Wasserbläschen und den nucleus-artigen Einschlüssen. Wenn daher dieser „Mund“ zur Aufnahme der Nahrung dient, so kann es nur eine flüssige sein, denn solide Körperchen könnten nicht anders als durch einen Canal aus dem Munde ins Innere gelangen, da die Thierchen nicht einen so hohen Grad von molecularer Verschiebbarkeit (Zerrinnbarkeit) wie die Amoeben besitzen. In den mehr als 500 Beobachtungsfällen unter den mannigfaltigsten Umständen wurde nie die Aufnahme eines festen Körperchens wahrgenommen. Alles was da gesehen und worauf aus verschiedenen Umständen geschlossen werden konnte, deutet nur auf eine Nahrungsaufnahme mittelst Endosmose hin, das Fehlen einer Speiseröhre steht damit nur zu sehr im Einklange. Es darf uns übrigens das nicht wundern, denn selbst bei den Medusen, die doch organisch viel höher stehen als die Infusionsthierchen, geschieht mitunter die Aufnahme der Nahrung durch

Endosmose, dasselbe ist von den parasitischen Band- und Rundwürmern bekannt, und wenn auch alle Wirbel- und Gliederthiere, Molusken und Echinodermen im entwickelten Zustande neben flüssigen auch feste Stoffe ihrem Magen zuführen, so ist doch ihr Darmkanal auch zur endosmotischen Aufsaugung von verflüssigten Substanzen eingerichtet.

Wozu also dann ein Mund? wird man fragen, ist derselbe nicht dem Leucophrys-Thierchen überflüssig? Allerdings, ein Mund zur Aufnahme fester Nahrung ist dem Thierchen überflüssig, ist wohl auch nicht da, aber die Functionen dieses problematischen „Mundes“ müssen nicht mit den bisherigen, von anderen uns besser bekannten Thierorganismen abstrahirten Begriffen übereinstimmen. Die dynamischen Wirkungen sind am Vorderende am stärksten, hier schlagen die aus der Ferne angezogenen Körperchen an, gleiten fast blitzschnell bis zum „Munde“ hin und werden ebenso schnell weggeschleudert. Dieser Vorgang (das Spiel) hängt wahrscheinlich mit einer lebhafteren Endos- und Exosmose an der Stelle zusammen.

Ein Thier, das einen Mund hat, aber keine feste Nahrung zu sich nehmen kann, weil ihm eine Verbindung zwischen demselben und dem Inneren fehlt — das im „embryonalen“ Stadium grösser ist als im Zustande der Vollendung — das „Brutkeime“ entwickelt, aus denen aber keine Thierchen entstehen — das in Berührung mit Substanzen, denen es seine Entstehung verdankt (wenn sie ihm in concentrirten Lösungen dargeboten werden) augenblicklich getödtet und in wenigen Minuten ganz zerstört wird — das im Augenblick in eine andere Form umgeprägt und durch ein Gewitter plötzlich verschwindet, um sogleich anderen Organismen Platz zu machen — ist völlig geeignet unsere eingelebten Anschauungen über den Anfang des animalischen Lebens über den Haufen zu werfen. Mit den bisherigen Begriffen ist ein Verständniss der hier mitgetheilten unleugbaren Thatsachen nicht zu erzielen, denn man müsste sich sonst mit den widersinnigsten Inconsequenzen versöhnen. Wer den Gedanken nicht fassen kann, dass ein animalisches Wesen ohne Mutter, d. h. ohne ein organisches individualisirtes Wesen entstehen könne, muss in Betreff der Ergebnisse obiger Beobachtungen entweder den gesunden Augen und dem nüchternsten Verstande jede Zeugenschaft in solchen Dingen absprechen, oder er muss es sich gefallen lassen, den hier beschriebenen Leucophrys-Thierchen eine Zuckerrübe als Mutter zu vindiciren, weil diese das einzig denkbare organische Individuum ist, auf welches sich der zur Erzeugung der Thierchen verwendete Zucker (Rübenzucker) zurückführen lässt. Dass es zwischen diesem Zucker und den ersten beobachteten Thierchen keine von aussen in den Aufguss gerathenen, keine präexistirenden Thierchen oder deren wie immer benannten Keime gibt, von denen jene herührten, können wir verbürgen, die Ueberzeugung hiezu muss aber natürlich Jeder sich selbst holen, indem er obige Versuche und Beobachtungen anstellt.

Hiezu eignen sich besonders die Monate August und September; hat man aber einen passenden Wärmapparat, um constante Temperaturen zwischen 20 und 40° C. herzustellen, so wird man auch im Winter nicht ohne Erfolg experimentiren können.

Die Bedingungen, welche für das Ausbrüten der Vogeleier gelten, müssen auch hier ins Auge gefasst werden. Man hat daher vor Allem darauf zu achten, dass die Temperatur der zu verwendenden Substanzen, besonders des Wassers, während des Abliegens nicht unter ein gewisses Minimum (hier 25° C.) sinkt. Wird z. B. das 14 Tage bei 25—30° C. gestandene Wasser auf einmal der Gefrierkälte ausgesetzt, so erhält man keine *Leucophrys*, überhaupt keine Wimperthierchen, auch wenn man es vor dem Gebrauche wieder auf 25—30° C. erwärmt hat. Dasselbe gilt auch für das Phosphorsalz.

Zur Bereitung der Infusion nimmt man jedesmal 30—50 Gramm von dem abgelegenen Wasser in ein kleines Standgefäss. Um auch etwas von dem Zusatz (Sand, fein zerstoßener Kalkspath oder Kreidestaub) hineinzubringen schüttelt man das Wasser und giesst möglichst schnell ein. Dazu nimmt man noch  $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{20}$  Gramm Phosphorsalz und zwei- bis dreimal so viel Zucker. Nach dem Schütteln muss eine starke Trübung entstehen (Niederschlag von Calciumphosphat). Das getrübe Präparat wird, zwar gegen Staub geschützt aber ohne Abschluss gegen die Luft, sammt etwas Kalkmilch in einem Schälchen zur Aufnahme der bei der Gährung entstehenden Kohlensäure unter eine Glasglocke gestellt. Was nun die Temperatur anbelangt, bei der das Präparat stehen soll, so hat mich die Erfahrung gelehrt, dass sie um 4—5° C. tiefer sein muss als diejenige bei der die verwendeten Substanzen abgelegt sind. Als die günstigste Expositions-Temperatur hat sich jene von 25° C. herausgestellt, wenn die Substanzen durch 14 Tage 29—32° C. ausgesetzt waren. Im günstigsten Falle erscheinen die ersten Thierchen in 43 Stunden. Ihr Entstehen ist von einem Gährungsprocesse begleitet, bei welchem Kohlensäure in grosser Menge frei wird. Da diese eine überschüssige Lösung des zugesetzten Kalkcarbonats bewirkt, so wird ohne weitere Vorkehrungen der Bildungsprocess der Thierchen hierdurch erstickt, die Bildung von Bacterien aber im Uebermasse gefördert, das Verhältniss kehrt sich aber um, wenn man durch Aufstellung von Kalkmilch unter der Glasglocke die Kohlensäure auffängt, ohne dem Sauerstoff der Luft den Zutritt zu erschweren. Alsdann tritt Ballung der organischen Materie im Oberhäutchen allgemein und gleichmässig ein, so dass letzteres fast ganz in Thierchen zerfällt, deren Individualisirung und organische Entwicklung mit der Ausscheidung des Kalkcarbonats (in schönen mikroskopischen Krystalldrusen) gleichen Schritt hält.

Wird kein Mittel zur Ableitung der Kohlensäure angewendet, so erscheinen auch unter den sonst günstigsten Umständen die Thierchen anfänglich nur in spärlicher Zahl, und wenn sie später häufiger werden, so geschieht das nur in Folge ihrer wiederholten Theilung. Dem Anfang des Bildungsprocesses ist dann schwer beizukommen.

Vollständig entwickelt ertragen die Thierchen auch Temperaturen, die 8—12° C. tiefer stehen als die zu ihrer Erzeugung nöthige Brutwärme. Ueber Sand lassen sie sich in ihrer Mutterflüssigkeit Monate lang am Leben erhalten, aber sie ändern sich später nicht. Ueberhaupt konnte ich unter solchen Umständen nie eine langsame Umwandlung dieser Thierchen in *Chilodon*, *Glaucoma*, *Cyclidium* oder eine andere Wimperthier-Gattung nachweisen; auch die

Verwandlung der genannten Gattungen in *Leucophrys* ist nicht nachweisbar. Im Ganzen konnte ich nur 3 auf die oben beschriebene Weise erhaltene Species von *Leucophrys* genauer unterscheiden. Soll in einem bestimmten Falle eine andere als die gewöhnliche (eiförmige) Art entstehen, so ist sie gleich zu Anfang da, sie bildet sich nicht erst durch Umwandlung einer präexistirenden Form. Wünscht man diese oder jene Form zu erhalten, so muss man die zu verwendenden Substanzen in entsprechender Weise behandeln, mit einem Wort: es hängt auch von der Art der Manipulation bei der Bereitung der Infusion ab, welche Species zum Vorschein kommen soll.

Zu Seite 277. 7) Sehr empfehlenswerth ist zu dieser Zeit unter Anderem auch die weitere Beobachtung der kugligen Oeltröpfchen. Man wird finden, dass sich viele von jenen winzigen Körperchen oder allerkleinsten Tröpfchen, die sonst (wenn sie sich nämlich zu zwei an einander legen) die beschriebenen Bacteridien geben, an die grösseren, von 10 bis 20 Mikrometer Durchmesser, hängen und allmählig mit ihnen theilweise verschmelzen, wodurch die Oberfläche der letzteren warzig und vielfach verunebnet wird. Aber schon nach 36 Stunden sieht man aus ihnen kleine Bacterien kommen, die sich zunächst an der Oberfläche der Tröpfchen dann in der nächsten Umgebung lagern. Nach weiteren 12 Stunden zerfällt die Masse des Kugeltröpfchens ganz in solche Organismen, die nun einen förmlichen (ruhenden) Schwarm um die letzten Reste derselben bilden. Diejenigen Kugeltröpfchen, an denen sich jene anfangs sehr beweglichen Körperchen (Incubatoren wollen wir sie nennen) nicht angesetzt haben, bleiben 48 Stunden, und manche noch länger, unverändert.

Zu Seite 288. 8) Sehr beachtenswerthe Aufschlüsse über das Wesen der Monaden verdanken wir den gediegenen Untersuchungen des Herrn Prof. L. Cienkowski, der hierdurch zu der Ansicht gelangt, dass die Monaden Thiere sind, die durch zoosporenbildende Zellen den Uebergang in das Pflanzenreich vermitteln. Einstweilen hält Cienkowski jene Wesen für echte Monaden, die einen Ruhezustand, Incystirung, Entwicklung von geschwänzten Zoosporen (Schwärmern) und einen Amoebezustand erkennen lassen. „Als Monaden bezeichnete ich (Bulletin de la Classe phisico-mathématique de l'Académie imperiale des sciences de St.-Petersbourg. Tome XIV, XVII. Pringsheim's Jahrbücher. I. p. 371) solche einzellige Wesen, deren Schwärm-sporen in Amoebezustand übergehen und nach Art der Amoeben fremde Körper als Nahrungsstoffe in sich aufnehmen“. Fernere Kennzeichen werden entlehnt von der Art, wie der Zellinhalt bei der Schwärm-sporenbildung und bei dem Uebergange in den ruhenden Zustand sich theiligt. Nachdem nämlich die Zoospore oder die von ihr stammende Amoebe die Nahrung in sich aufgenommen hat, erhärtet sie an der Oberfläche zu einer continuirlichen Membran und bildet eine Blase oder Zelle. In der letzteren, gewöhnlich noch vor der Auflösung der verschluckten Nahrung, zerfällt der Inhalt in Schwärm-sporen oder, in den ruhenden Zustand übergehend, zieht er sich von dem fremden Körper zurück und wird in eine derbe Membran eingehüllt. „Ohne uns hier

in das dunkle Gebiet, wo der eigentliche Wille im Thierreiche beginnt und an welches Minimum der Organisation er gebunden ist, vertiefen zu können, müssen wir zugeben, dass auch in dieser Hinsicht von der Pflanze zum Thiere eine ununterbrochene Reihe steigender Erscheinungen sich vor dem Beobachter entfaltet. Von der Chytridium - Zoospore, die die Pflanzenzelle durchsticht, um sich auf Kosten des Inhalts zu entwickeln, durch die Vermittlung der stechenden Monaden und Vampyrellen werden wir unmerklich in die Region der bewimperten Infusorien geführt, wo die Animalität nicht mehr bezweifelt werden kann.“ Beiträge zur Kenntniss der Monaden, von L. Cienkowski. Archiv für mikroskopische Anatomie. Erster Band. 1865.

Unsere Monaden sind einfacher, lassen sich mit den Cienkowski'schen nicht identificiren, können aber doch nicht recht anders bezeichnet werden, wenn sie auch nicht alle oben erwähnten Zustände annehmen, ja die meisten und häufigsten mir nur in einem Schwärmsporenzustande bekannt sind. Es sind eben die primitivsten Wesen, die eigentlich als Anfangsglieder der Monadenreihe betrachtet werden können.

Zu Seite 296. <sup>9)</sup> Dieser Process hat mit dem von Prof. Cienkowski beobachteten keine Gemeinschaft. Man vgl. Bulletin l. c. Tome XIV. 1856, p. 262—267. In dieser Abhandlung schildert Cienkowski das Entstehen eines einzelligen Organismus aus einem Amylumkörnlein, was er an Stückchen eines längere Zeit im Wasser faulenden Kartoffelknollens beobachtete. „Um einzelne oder um mehrere Stärkekörner bildet sich eine scharf contourirte Membran. Beim ersten Auftreten umgibt sie unmittelbar die Oberfläche des Kornes, später hebt sie sich von demselben ab und dann nimmt man an ihrer inneren Wand eine Schleimschicht wahr. Das Stärkekorn wird immer kleiner, zwischen ihm und der Schleimschicht ist der Inhalt hellflüssig, einer grossen Vacuole nicht unähnlich. Bei fernerer Entwicklung wird der Schleim körnig, die Körnchen grenzen sich immer schärfer ab, und so zerfällt der Inhalt in viele Zellchen, die in dem Raume zwischen dem übrig gebliebenen Stärkekorne und der Membran dicht gedrängt erscheinen. Die Zellchen fangen an zu zucken, werden aalförmig, schlingen sich durch einander und schlüpfen langsam durch kleine Oeffnungen der Membran hinaus.“

In einem späteren Artikel: „Ueber meinen Beweis für die Generatio primaria“ (Bulletin l. c. Tome XVII. 1859, p. 81—94) wird durch weitere genauere Untersuchungen eine Erklärung zu diesem Factum gegeben. Es hat sich herausgestellt, dass sich eine Monade, die Cienkowski *Monas amyli* nennt, an jenem Prozesse theilnimmt. Diese Monade entwickelt zeitweise sehr kleine geschwänzte, d. i. mit einem oder zwei Geisselfäden versehene Schwärmer. Diese legen sich hin und wieder an die Stärkekörnchen an, der Schleim oder die Gallerte dieser merkwürdigen Wesen zerfliesst und umgibt das Körnlein gleichmässig und bewirkt eine allmähliche Zerklüftung desselben, indem sie nach und nach tiefer in die Amylummasse eindringt. Das wäre so viel als eine Art Assimilation des Stärkekornes durch das viel kleinere Gallertklümpchen. Hie und da fliessen

zwei oder drei Schwärmer mit einem Häufchen Amylumkörner zusammen und bilden dann einen Organismus.

Zu Seite 273. <sup>10)</sup> Die grösste Schwierigkeit, die hier zu überwinden ist, besteht nicht so sehr in der Auffindung von überzeugenden Thatsachen als vielmehr in der Einseitigkeit unserer Denkopoperationen. Man versetze sich im Geiste beispielsweise in jene Zeit, wo der Mensch noch keine Kenntniss von der Art und Weise der Fortpflanzung oder Vermehrung der Gewächse hatte. Wie musste es die ersten Beobachter überraschen, als sie fanden, dass aus dem Weizenkörnlein ein Weizenhalm, aus der Eichel eine Eiche, aus dem Dattelnkern eine Dattelpalme erwuchs. Gewiss zog man daraus die weise Lehre, dass sich die Pflanzen durch Samen ihrer Art vermehren; auch mochte man das als eine unerschütterliche Wahrheit betrachten. Aber siehe da, als ein Gärtner zufällig eine ihm unbekannte Zwiebel in die Erde steckte, entwickelte sich zu seiner nicht geringen Ueberraschung daraus eine Hyacinthe. Ein anderer erzieht aus dem kleinen Brutknollen eine *Dentaria bulbifera*, wieder Jemand entdeckt, dass selbst das winzige „Auge“ eines Erdapfels zur Vermehrung der Kartoffelpflanze genügt. Wie möchten diese ersten Beobachter einander gegenüberstehen, wenn die erwähnten Entdeckungen gleichzeitig gemacht und in viel gelesenen botanischen Zeitschriften publicirt würden! Es wäre ergötzlich, wenigstens für Diejenigen, welche neben dem Ernst der Wissenschaft auch Heiteres nicht verschmähen, denn Einer möchte dem Anderen Phantasie (wenn nicht was Schlimmeres) vorwerfen. Diese anachronistische Parabel findet leider nur zu sehr auf unseren vorliegenden Fall Anwendung; denn so und nicht anders verhält es sich auch mit unserem Wissen in Betreff der Entwicklung und des Ursprungs der niedrigsten Organismen: wenn z. B. J. Lüders in Kiel noch so klar und überzeugend die Entwicklung des *Bacterium termo* aus dem Inhalt der Keime und Hyphen von Schimmelpilzen nachweist (Archiv für mikroskopische Anatomie, dritter Band, p. 317—341), Jemand anderer hat doch was Anderes gefunden, was auf unleugbaren Thatsachen beruht, folglich hat J. Lüders entweder Phantasie oder schlechte Augen.

---

## Erklärung der Tafel VII.

### I.

*a* Proteinhaltiger Oeltropfen mit grosser mittelständiger Vacuole, *a'* ebenso, aber mit drei ungleichgrossen Vacuolen; in *b* ist die Vacuole wandständig und mit Schwärmkörperchen erfüllt; *c* Oeltropfen, im Begriffe die von einer körnigen Hüllmembran umgebene, mit Schwärmkörperchen erfüllte Vacuole abzustossen; *d* abgestossener Vacuolenschlauch mit Schwärmern; *e* entleerter Vacuolenschlauch, dessen Rest sich um den Oeltropfen legt; *f* kleine Schwärmkörperchen und winzige Tröpfchen in der Paarung begriffen, bei *f'* in beginnender, bei *f''* nach vollzogener Fusion, als Bacteridien.

Die Figuren von *a* bis *e* bei 610maliger Linearvergrösserung gesehen und gezeichnet, *f*, *f'* und *f''* noch stärker vergrössert.

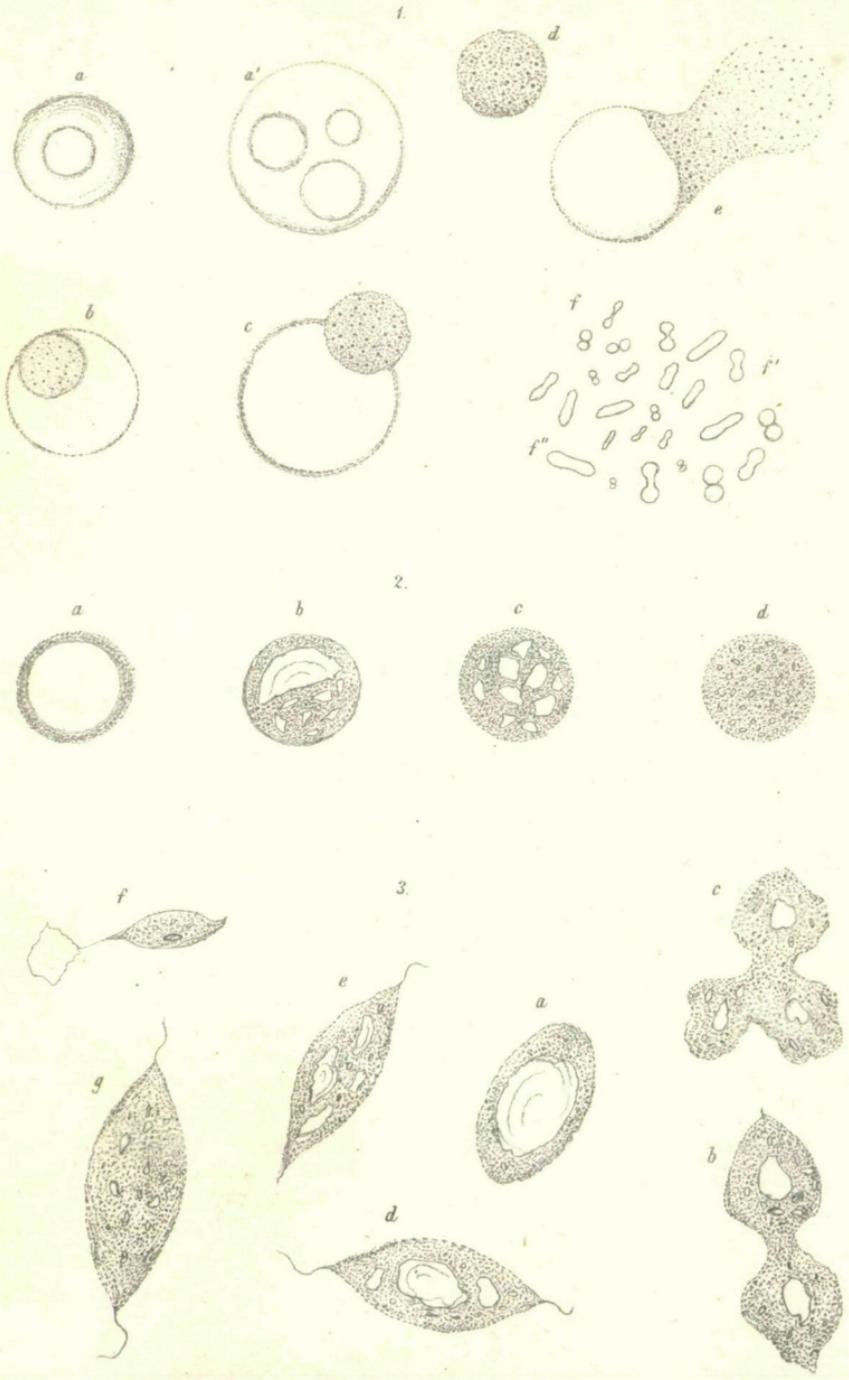
### II.

Träge, den Gährungspilzen ähnliche Monaden von 6—9 Mikrometer Durchmesser, bei 610maliger Vergrösserung gesehen, nach dem doppelt vergrösserten Bilde gezeichnet; *a* ein grobes Aleuronkorn, an der Oberfläche zerklüftet und in granulöse Gallerte verwandelt; *b* ebenso, aber mit tiefer eingreifender Zerklüftung; *c* mit mehrfach getheiltem Kerne (Aleuronkerne); *d* nahezu vollendetes Individuum mit fein zerklüftetem Kerne.

### III.

Spindelmonaden in den ersten Zuständen ihrer Entwicklung, bei 610maliger Vergrösserung gesehen, gleichfalls nach dem doppelt vergrösserten Bilde gezeichnet; *a* ein Aleuronkorn, das sich erst mit einer dünnen Schicht von granulöser Gallerte umgibt; *b* Gallertmasse, in der Zweitheilung begriffen, jeder Theil mit einem grösseren Aleuronkerne; *c* grössere noch nicht individualisirte Gallertmasse, aus einem groben nun zertheilten Aleuronkerne hervorgegangen, in der Dreitheilung begriffen; *d* individualisirte Gallertmasse mit grobem wenig zerklüftetem Kerne, an beiden Enden in Geisselfäden ausgezogen, mit schwacher Bewegung; *e* individualisirte Gallertmasse mit Bewegung und viertheiligem Kerne; *f* kleine lebhaft zuckende Spindelmonade mit Rüssel und stark zerklüftetem Kerne, von dem noch ein gröberer Brocken übrig geblieben ist, an einem Körperchen angeheftet; *g* ausgebildete grosse Spindelmonade mit fein granulirtem Inhalt und mehreren kleinen Bröckchen, die sich später nicht auflösen.

---



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Krasan Franz

Artikel/Article: [Bericht in Betreff neuer Untersuchungen über die Entwicklung und den Ursprung der niedrigsten Organismen. \(Tafel 7\) 267-328](#)