

Beiträge zur Kenntniss der Monaden.

Von

L. Cienkowski.

Hierzu Taf. XII—XIV.

Die Entdeckung der Zoosporen hatte einen grossen Einfluss auf die Erkenntniss einfachster Lebensformen ausgeübt. Die Bewimperung, die freie Bewegung, die pulsirenden Räume, die Contractilität des Körpers, die man als ausschliessliche Eigenschaften des einfachsten Thieres hinstellte, wurden nach und nach bei den Zoosporen unzweifelhafter Pflanzen gefunden. In Folge dieser Resultate hat sich die Vermuthung, die Monaden wären nur bewegliche Keime verschiedener Algen und Pilze als die wahrscheinlichste von selbst aufgedrängt. In einigen Fällen gelang es denn auch in das Thierreich verirrte Zoosporen, die als selbstständige Monaden beschrieben waren, den rechtmässigen Pflanzenältern abzuliefern. Dass diese Beispiele bei ferneren Forschungen sich mehren werden, ist nicht zu bezweifeln; dessenungeachtet erweist die Erfahrung, dass eine ganze Reihe der Monaden einen eigenthümlichen Entwicklungsgang durchmacht und den Anspruch auf Selbstständigkeit bewahrt.

Auf die Untersuchungen zweier monadenartiger Körper mich stützend ¹⁾ suchte ich dem confusen Begriff Monas eine besondere Entwicklungsnorm einfacher Organismen zu substituiren. Als Monaden bezeichnete ich solche einzellige Wesen, deren Schwärm-sporen in Amöben-Zustand übergehen, und nach der Art der Amöben fremde Körper als Nahrungsstoffe in sich aufnehmen. Fer-

1) Bull. phys. mat. Acad. St. Petersb. T. XIV. XVII, Pringsheim Jahrbücher I, 371.

nere Kennzeichen wurden entlehnt von der Art, wie der Zellinhalt bei der Schwärmsporenbildung und bei dem Uebergange in den ruhenden Zustand sich betheiligte. 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 letzten, gewöhnlich noch vor der Auflösung der verschluckten Nahrung, zerfällt der Inhalt in Schwärmsporen, oder, in den ruhenden Zustand übergehend, zieht er sich von dem fremden Körper zurück und wird in eine derbe Membran eingehüllt (Fig. 1—11). Welche von den bekannten Monaden diese Entwicklungsart aufweisen, blieb durch fernere Untersuchung zu ermitteln. Ein neues Interesse gewann das Studium der Monaden durch die wichtigen Entdeckungen, die de Bary bei den *Myxomyceten* machte. Schon das Aussehen der Schwärmer der Schleimpilze, ihr Bau, ihre Fähigkeit in amoebenartige Zustände überzugehen, gaben hinlängliche Gründe, um eine nahe Verwandtschaft zwischen beiden Organismengruppen zu vermuthen und zu neuen Forschungen anzuregen. Die seltsame Entwicklungsgeschichte der *Myxomyceten* gab neue leitende Gesichtspunkte für den Gang weiterer Untersuchungen.

In dieser Richtung von mir vorgenommene parallel mit den *Myxomyceten* geführte Beobachtungen¹⁾ ergaben auch wirklich, dass die Monaden mit den Schleimpilzen bis zu einem gewissen Grade gleichwerthige Entwicklungsreihen durchmachen. Die merkwürdige Plasmodienbildung und ihre Entstehung aus zusammenfließenden Schwärmern hat sich auch bei Monaden, wenigstens bei *M. amyli* unzweifelhaft herausgestellt. Ausserdem ergab sich die Thatsache, dass die Monadenzelle nicht immer aus einem Schwärmer, sondern auch aus dem Zusammenschmelzen mehrerer entstehen kann. Dagegen war die Bemühung, die charakteristische Fruchtbildung der *Myxomyceten* bei den Monaden aufzufinden, stets erfolglos geblieben. In Betreff der Encystirung, in welche die *Myxomyceten*plasmodien auf allen Altersstufen einzugehen vermögen, fiel bei den Monaden das Resultat der Untersuchung nicht ganz befriedigend aus, indem sie nur Bildungen aufzuweisen hatten, die ich mit den derbwandigen *Myxomyceten*encysten in Parallele stellte, die zwei anderen Cystenarten der Schleimpilze blieben bei den Monaden unbekannt. In vorliegender Arbeit suchte ich eine grössere Zahl der Monaden auf Ent-

1) Pringsheim's Jahrbücher, Band III, Heft III.

wicklungsgeschichte zu untersuchen. Um die Resultate durch zahlreiches Detail nicht zu verdunkeln, will ich sie dem speziellen Abschnitte dieses Aufsatzes voranschicken und an diese Uebersicht die Frage von der Stellung der Monaden im Systeme anknüpfen.

Die Zahl der Wesen, bei welchen ich die für Monaden charakteristische Entwicklung fand, beläuft sich auf 9. Es sind theils neue, auf bekannte Formen nicht zurückführbare, theils unter der chaotischen Gattung *Amoeba* zusammengeworfene Gebilde. Die oben aufgestellte Entwicklungsnorm hat sich in allgemeinen Zügen als richtig bewährt, wenn auch die sie zusammensetzenden Glieder einigen Schwankungen unterworfen sind, selbst auch gänzlich verschwinden oder durch andere hinzutretende ersetzt werden. So fehlen bei einigen die Amoebenzustände, andere~~n~~ entbehren der Zoosporenbildung.

Auf einen dieser Unterschiede gegründet liessen sich die Monaden in zwei Gruppen zerlegen, in die *Zoosporeae* und die *Tetraplastae*. Die erste begreift Monaden, die nach der oben gegebenen Norm sich entwickeln. Das charakteristische Merkmal der zweiten besteht darin, dass der Inhalt der Zelle in 2—4 Theile zerfällt, und statt Schwärmersporen zu erzeugen in der Form *Actinophrys* artiger Amoeben die Zelle verlässt (Fig. 48, 49). Hierher gehören unter anderen die bis jetzt nur fragmentarisch untersuchten rothen Amoeben, die im Zellenzustande die bekannten rothen an Algen haftenden Cysten bilden, ferner die Bacillarien einschliessenden Blasen, dann noch die gleichgefärbten gestielten Zellen, welche man in birnförmigen Hüllen an Oedogonien findet. Obwohl diese Amoeben einander täuschend ähnlich sind, so lassen sie sich doch, wenn man ihre Entwicklungsglieder und Nahrungsaufnahme berücksichtigt, als 3 verschiedene Arten scharf unterscheiden; ich habe sie in eine Gattung *Vampyrella* zusammengefasst.

An den Schwärmern der ersten Gruppe, wo ihre geringe Grösse die Beobachtung nicht verhindert, sind meistens 1—2 Wimpern, 1—3 contractile Vacuolen und ein Cytoblast sichtbar (Fig. 7). Ausser der *Monas amyli* ist mir bei keiner anderen Monade das Zusammenfliessen der Schwärmer zur Ansicht gekommen. Bei zwei Formen, von denen ich nur schwärmende Zustände kenne, folglich nicht mit Bestimmtheit behaupten darf, dass sie zu den Monaden gehören, habe ich Microcysten von ähnlicher Beschaffenheit wie die der Schleimpilze gefunden (Fig. 32—41).

Die in den Entwicklungskreis der Monaden gehörenden Amoe-

ben haben ohne Ausnahme spitze Pseudopodien, so dass sie eigentlich mehr mit den Actinophryen als mit Amoeben zu vergleichen sind (Fig. 54, 64, 80). Die meisten unter ihnen besitzen einen Cytoplast und einige contractile Vacuolen, nur die Vampyrellen entbehren beider. Die letzten erreichen oft eine bedeutende Grösse. Sie besitzen neben gleitenden Bewegungen die Fähigkeit, sich in lange Stränge und Fäden auszuziehen, Zweige und fächerartige Ausbreitungen zu bilden. Diese vielfach verzweigte, kriechende Protoplasma-masse kann sich wieder in eine Kugel zusammenballen; überhaupt treten hier dieselben Erscheinungen auf, die man an Plasmodien kennt, nur fehlt bei den Amoebenzuständen der Monaden das Fliesen und die netzartige Verbindung der Zweige.

Berücksichtigen wir diese Bewegungen und die sie begleitenden Formänderung nebst der Aufnahme der Nahrung durch Umhüllung und Zusammenfliessen der den fremden Körper umschliessenden Wülste, zuletzt das Verschmelzen mehrerer Schwärmer in eine Amoebe (*M. amyli*), so werden wir die beweglichen Zustände der Monaden ebenfalls für nackte Protoplasma-Körper erklären müssen.

Ausser den gleitenden Bewegungen der ganzen Körpermasse habe ich bei *Vampyrella Spirogyrae Cnk.* eine Körnchen-Bewegung in den Pseudopodien, ähnlich der schon früher bei Actinophrys bekannten wahrgenommen (Fig. 50).

Nach der erfolgten Nahrungsaufnahme entsteht der Zellzustand. Hier kommen zwei Modifikationen vor: entweder erhärtet die Oberfläche der Amoebe zu einer Hülle (Schleier, Velum), unter welcher sich erst eine zweite, derbe Membran, die bei einigen aus Zellstoff besteht, ausscheidet (Fig. 46, 5), oder die Bildung der ersten fällt ganz weg. Nur bei *M. amyli* verdankt die Zelle ihren Ursprung einem oder mehreren Schwärmern, in anderen Fällen, so weit die Beobachtung reicht, stammt sie nur von einer Zoospore oder Amoebe ab. Ganz besonders scheint die Grösse der Monadenzelle von dem Umfange der verschluckten Nahrung abzuhängen. So besitzt die *Vampyrella vorax*, wenn sie von kleinen Diatomaceen lebt, Zellen von geringem Umfang, wogegen die um lange Syndren gebildeten colossale Dimensionen erreichen.

Was zuletzt den Ruhezustand betrifft, so habe ich zu dem schon bekannten nur wenig hinzuzufügen. Die Monadenamoeba, die im Begriff ist, in den ruhenden Zustand überzugehen, bildet zuvor eine Zelle, in welcher sie erst den fremden Körper ausstösst und sich

dann encystirt (Fig. 5—11). Seltner geschieht dieses noch innerhalb der Schwärmsporen oder Amoeben erzeugenden Zelle. In letztem Falle baut die Amoebe für sich eine neue Blase; oft ist die Verdauung so vorgeschritten, dass beim Uebergange in den Ruhezustand von der encystirten Amoebe gar nichts ausgestossen wird; dieses Verhältniss scheint bei einigen Monaden normal vorzukommen (*Colpodella pugnax* Fig. 31). Nur bei einer Art, der *Nuclearia simplex Cnk.*, die zu den Tetraplasten gehört, gelang es mir, aus der Cyste wieder die Amoebe heraustreten zu sehen.

Schon diese allgemeinen Züge der Monadenentwicklung lassen in ihnen Wesen erkennen, wo animalische Merkmale mit pflanzlichen Zuständen gepaart erscheinen. Es frägt sich von selbst, welche Stellung im Systeme solchen Organismen zukommt. Es wird vielleicht am zweckmässigsten sein, wenn wir diese Erörterung mit dem Versuche beginnen, die morphologische Bedeutung der Monadenblase zu ermitteln. Wenden wir uns zunächst zu ähnlichen Entwicklungsstadien bei den benachbarten einfachen Algen. Der Zustand einer ruhend vegetirenden Zelle tritt uns hier als der am längsten dauernde Abschnitt des Algenlebens entgegen. Selbst bei der allereinfachsten (*Chlamydococcus pluvialis* A. Braun) fand ich, dass die Microgonidien in langsam vegetirende Zellen sich verwandeln. Die Schwärmerbildung nimmt bei den meisten eine kurze Zeit in Anspruch, jedoch kommt schon in den untersten Algenfamilien ein neues Moment hinzu, welches die Schwärmerperiode beträchtlich ausdehnt. Bei den Palmellaceen z. B. und wie ich unlängst fand bei *Chlamydomonas* ¹⁾ hat der Schwärmer die Eigenschaft, indem er die Cilien verliert, unter steter Hüllenausscheidung sich fortwährend zu theilen und dadurch Bildungen, die unter dem Namen *Gloeocystis* bekannt waren, hervorzubringen. Auf diese Weise gleicht sich schon in den untersten Algenfamilien die Zeitdauer der Hauptabschnitte des Algenlebens oder fällt sogar zu Gunsten des Schwärmers aus. Wir ersehen daher, dass bei zweifelhaften Organismen auf die relative Dauer der vegetativen im Vergleich mit beweglichen Zuständen kein Gewicht zu legen ist.

Treten wir jetzt, diese Verhältnisse nicht ausser Acht lassend, in die in anderer Richtung nächst verwandte Region der Infusorien, so scheint auf den ersten Blick das Analogon des vegetirenden Zellenzustandes ganz zu fehlen. Denn es ist klar, dass man die Infusorien-

1) Bot. Zeit. 1865, No. 3.

cysten mit ruhenden Sporen der Algen zu vergleichen hat. Allein unter dem Namen Cyste hat man zwei verschiedene Bildungen verwechselt. Erstens einen Ruhezustand, in welchen eingehend, das Infusorium sich erst in eine nackte Zelle verwandelt und dann eine derbe Hülle ausscheidet. Zweitens wurden Blasen, in welchen die Infusorien ihre Theilung vollziehen, ebenfalls Cysten benannt. Diese letzten Bildungen sind, glaube ich, als Zellenzustände, die der Monadenblase entsprechen, zu deuten. Neben diesen kommen bei denselben Infusorien andere ruhende Cysten vor (z. B. Kolpoda). Aus vielen Beispielen will ich nur einen, der am meisten mit der Monadenblase übereinstimmt, hervorheben.

Es ist bekannt, dass ein Amphileptus die Epistyliscolonien überfällt, die Individuen verschluckt und ohne die Stiele zu verlassen, sich einkugelt und daselbst endständige Blasen bildet. Sogleich nach der Bildung der letzten wird die verschluckte Epistylis allmählig aufgelöst, worauf der Blaseninhalt in 2—4 Theile zerfällt, die in Form vom Amphileptus ihre Bildungsstätte verlassen. Wir haben also ein bewimpertes Infusorium kennen gelernt, welches nach erfolgter Nahrungsaufnahme sich in eine langsam verdauende Blase verwandelt.

Vergleichen wir nun diesen Vorgang mit dem bei den Monaden, so erhellt die Analogie von selbst. Der Schwärmer oder die Amöbe nimmt feste Nahrung auf und erhärtet an der Oberfläche zu einer starren Membran; in dieser, wie beim Amphileptus entstandenen Blase geht langsam die Auflösung der Nahrung von Statten, worauf die Verwerthung des assimilirten Inhalts zur Erzeugung der Schwärmer oder Amöben erfolgt. Dass dabei die Nahrung bei den Monaden meist nicht ganz aufgelöst wird, ist zwar für diese Organismen bezeichnend, allein bei der Beurtheilung der morphologischen Bedeutung dieses Blasenstadiums von keinem Belang.

Vergleichen wir anderseits die bekannten Entwicklungsglieder der Algen mit der Monadenblase, so ist die Uebereinstimmung derselben mit dem ruhend-vegetirenden Zustande kaum zu leugnen, und bedarf nicht erst der hinzukommenden Stütze, dass bei *Monas amyli* die Blase wirklich wächst, ihr Volum vergrößert, und dass ihre Membran bei den Vampyrellen aus Zellulose besteht. Dass die Monadenblase wie die Algenzelle Schwärmer erzeugt, ist schon früher erwähnt worden.

Auf diese Weise kann man den vegetativen Zellzustand von den Algen durch die Monaden bis in die Infusorien hinauf verfolgen.

Nachdem dieser Mittelpunkt für diese drei Organismengruppen gewonnen wurde, lassen sich viel leichter die anderen Entwicklungsglieder mit verwandten Bildungen in Beziehung bringen.

Was zuerst den Schwärmer anbelangt, so handelt es sich vor allem darum, ungeachtet seiner Amoebenzustände und langen Schwärmerdauer seine morphologische Identität mit den Algenzoosporen festzuhalten. Wir haben schon angeführt, dass die Palmellaceen eine längere Schwärmerperiode besitzen, und was die Amoebenzustände betrifft, so zeigen Chytridienzoosporen schon eine merkliche Contractilität. Selbst die Nahrungsaufnahme, auf die ich unten näher eingehe, wenn sie auch auf feinere, von den beweglichen Keimen der Algen differente Structur hindeutet, kann auf die morphologische Gleichwerthigkeit der Monadenschwärmer mit Algenzoosporen keinen entkräftigenden Einfluss ausüben. Endlich was das letzte morphologische Glied der Monaden betrifft, die Cyste, so kann kein Zweifel sein, dass sie im Wesentlichen denselben Bildungen bei Infusorien und Algen entspricht; selbstverständlich sind die durch Befruchtung entstandenen ruhenden Sporen aus der Parallele auszuschliessen.

Fassen wir nun das Ergebniss dieser Vergleichung noch einmal zusammen, so ergibt sich, dass der Schwärmer, der Zellzustand und die Cyste bei den Monaden wie bei den Algen gleichwerthige morphologische Glieder repräsentiren und dass bei Infusorien (Ciliaten) nur zwei vollständig übereinstimmende Stadien sich auffinden liessen ¹⁾. Wollten wir folglich den morphologischen Boden nicht verlassen, so wären wir genöthigt, die Monaden, da sie mit den Algen mehr gleichwerthige Merkmale besitzen als mit den Infusorien, sie mit den Ersten zu vereinigen. Der einzige Unterschied, auf den wir schliesslich angewiesen sind, ist die für die Pflanze befremdende Art der Nahrungsaufnahme, die uns bei den Monaden entgegentritt. Es fragt sich zunächst, welche Bedeutung dieses Merkmal bei zweifelhaften Wesen beanspruchen kann. Dieses nöthigt uns die Art der Nahrungsaufnahme bei nackten Protoplasmazuständen der Organismen, besonders bei Monaden, näher ins Auge zu fassen.

In dem allereinfachsten Falle werden bei Amoeben die anklebenden Gegenstände durch Dehnung und Contraction des Körpers ins Innere eingezogen; die Amoebe verhält sich dabei passiv. Dieser

1) Die Infusorienschwärmerspröslinge habe ich hier nicht in Betracht gezogen, da sie durch verschiedene Beschaffenheit und Entwicklung nur eine entferntere Analogie mit den Monadenzoosporen aufzuweisen scheinen.

Fall kommt, so viel ich weiss, bei den Monaden gar nicht vor. Nebst diesen ist ein ganz gewöhnlicher Vorgang der, dass die Amoebe den fremden Körper von allen Seiten umhüllt und durch das Verschmelzen der sich begegnenden freien Ränder in die Körpersubstanz einschliesst. Hier ist folglich noch der ganze Körper bei der Nahrungsaufnahme betheiligt, ein gutes Beispiel bietet das Myxomycetenplasmodium dar. Einen Schritt weiter beginnt eine Differenzirung, die sich dadurch kund giebt, dass nur ein geringer Theil des Körpers die Nahrungsaufnahme ausübt. Zu diesem Zwecke hebt sich von dem Protoplastmakörper eine sehr zarte Ausstülpung, die den fremden Gegenstand in Form einer Vacuole umhüllt, ab. Die Gegend, wo dieser Vorgang, gleichsam ein Abfliessen einer flüssigeren Substanz erfolgt, ist zunächst an keine bestimmte Stelle gebunden und kann allerwärts an der Oberfläche stattfinden, so z. B. bei *Actinophrys Sol.*; dagegen bei einigen Monadenschwärmern finden wir, dass die Umhüllung an einer bestimmten, meist der Cilie entgegengesetzten Stelle ausgeübt wird (Fig. 42, 43), so z. B. bei *Monas irregularis Perty?* bei *Bodo sp.* Und merkwürdiger Weise bezeichnet bei den Algen gerade die Cilie die Gegend, wo bei der Keimung die Wurzel entsprosst! Es hat den Schein, als ob an diesem Minimum der Organisation die ersten Anfänge der thierischen und pflanzlichen Beziehungen schon angedeutet werden.

Die nächst höhere Stufe sehen wir bei dem Schwärmer der *Colpodella pugnax Cnk.*, der selbst eine scharf umschriebene, in bestimmter Gegend und zwar in der Nähe der contractilen Vacuole gelegene Aufnahmestelle besitzt (Fig. 24, 25). Man kann zwar in diesem Falle noch nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass eine präexistirende Oeffnung, ein Mund vorhanden sei, denn eine Voraussetzung einer weicheren Beschaffenheit des Schwärmers an besagter Stelle würde genügend den Erscheinungen entsprechen; behält man indessen die so eben vorgeführte, allmählig immer schärfere Abgrenzung der Gegend der Nahrungsaufnahme, so wird die Entfernung, die zu einem förmlichen Infusorien-Munde führt, wohl nicht bedeutend ausfallen.

Aus dem Gesagten folgt, dass die Anfangs rein passive Aufnahme fremder Körper stufenweise zu einer activen Nahrungsaufnahme gesteigert wird. Dazu gesellen sich noch Verhältnisse, die einer näheren Erwähnung verdienen.

Obwohl die Zoosporen und Amoeben-Zustände der Monaden

nur nackte Protoplasma-Körper vorstellen, so ist trotzdem ihr Verhalten bei Aufsuchen und Aufnahme der Nahrung so merkwürdig, dass man Handlungen bewusster Wesen vor sich zu sehen glaubt. So sticht z. B. die *Colpodella pugnax* die *Chlamydomonas* an, saugt das heraustretende Chlorophyll und läuft davon (Fig. 22—25). Einen zweiten seltsamen Fall dieser Art bietet die *Vampyrella Spirogyrae*. Die zu ihr gehörende Amöbe legt sich nämlich an gesunde *Spirogyren* an, bohrt die Zellwand durch und verschlingt den langsam heraustretenden Primordialschlauch mit dem Chlorophyllbande zusammen. Und nur an *Spirogyren* scheint sie den Hunger stillen zu können, andere Algen, *Vaucherien*, *Oedogonien*, die ich ihr darbot, wurden nicht angegriffen (Fig. 44). Die zweite Art, die *V. pendula*, plündert auf ähnliche Weise *Bulbocheten* und *Oedogonien* (Fig. 57).

Ohne uns hier in das dunkle Gebiet, wo der eigentliche Wille im Thierreiche anfängt 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 Inhaltes zu entwickeln, durch die Vermittelung der stechenden Monaden und *Vampyrellen* werden wir unmerklich in die Region der bewimperten Infusorien geführt, wo die Animalität nicht mehr bezweifelt sein kann. Ob diese Handlungen als erste Anfänge einer Willensäußerung anzusehen oder vielmehr in dieselbe Kategorie von Erscheinungen, wie das Eindringen der Pollenschläuche, der Samenkörper in das Ei u. dgl. zu bringen sind, muss ich dahingestellt sein lassen. Für vorliegenden Zweck sei es genügend, die Gradation der Erscheinungen im Auge zu behalten, um den Werth darauf gegründeter Kriterien abwägen zu können. Ein absoluter Unterschied lässt sich daher auf die Nahrungsaufnahme ebensowenig als auf irgend ein anderes Merkmal gründen, es kann sich hier nur um die Bestimmung des relativen Werthes handeln.

Nachdem man erfolglos nach Kriterien, die die beiden organischen Reiche trennen sollten, gesucht, haben sich die meisten Forscher dahin ausgesprochen, dass die Vergleichung sämtlicher Entwicklungsglieder der fraglichen Organismen mit bekannten Entwicklungsreihen der Pflanzen oder Thiere für ihre Stellung bestimmend sei. Das Fehlen oder das Hinzukommen eines neuen Ent-

wickelungsgliedes würde dann auf das Resultat der Vergleichung keinen Einfluss ausüben. Wenn es sich um einigermaßen höher organisirte Wesen handelt, so ist dieses Verfahren entscheidend. Ein Fucus z. B. würde, wenn man auch entdecken sollte, dass seine Schwärmer die Nahrung nach der Art einer Nassula in sich aufnehmen, trotzdem bei den Pflanzen bleiben müssen, denn eine beträchtliche Summe pflanzlicher Organisation lässt über die Stellung genannter Alge keinen Zweifel zu. Schon anders wird unser Urtheil, wenn wir dieselbe Voraussetzung bei einem Wesen, dessen Leben in zwei oder drei morphologische Glieder zusammensinkt, anbringen. Stellen wir uns vor, dass die Schwärmsporen eines Chytridiums wie ein Amphileptus die Nahrung aufnehmen, wird dann das Chytridium noch als eine Pflanze zu betrachten sein? Es ist nicht zu leugnen, dass das hinzugetragene Moment beim Chytridium einen anderen Effect als beim Fucus hervorbringt. Die morphologische Fülle des letzten ist bei dem einfachen Pilze auf eine schwärmerzeugende Blase reducirt, und obwohl das Zoosporen bildende Sporangium bei ganzen Reihen von Pflanzenordnungen vorkommt, so verlangt andererseits die active Nahrungsaufnahme, die fast allen Thieren eigen ist, zum mindesten gleiche Berücksichtigung.

Um einen Theil obiger Vermuthungen auf einen konkreten Fall anzuwenden, brauchen wir nur unsere Monaden statt des Chytridium zu unterstellen. Der einzige Repräsentant der Pflanzenorganisation, die Zoosporen erzeugende Blase wird noch bei den Monaden durch die Analogien, welche diese Bildung mit Amphileptusblasen aufweist, geschwächt und bringt dadurch das Uebergewicht auf die Seite der animalischen Nahrungsaufnahme. Bei diesem Sachverhalt scheint mir die am meisten den Thatsachen entsprechende Meinung die zu sein, dass Monaden Thiere sind, die durch zoosporenbildende Zellen den Uebergang in das Pflanzenreich vermitteln.

Nach einer benachbarten Richtung hin werden die in vielfacher Beziehung analogen Myxomyceten und Rhizopoden die Verwandtschaft näher zu bezeichnen helfen. Die Analogie mit den letzterwähnten Organismen habe ich durch Auffinden des Zellzustandes und der Cystenbildung, auf welche ich in dem speciellen Theil näher eingehe, zu unterstützen gesucht.

1. *Monadineae Zoosporeae Cnk.*

Bei den schwärmsporenbildenden Monaden unterscheide ich drei Gattungen: *Monas*, *Pseudospora* und *Colpodella*. Die erste möchte ich auf die am vollständigsten untersuchte *M. amyli*, wo der Monadentypus am schärfsten hervortritt, zu beschränken suchen. Die zu ihr gehörende Amoebe entbehrt der contractilen Vacuolen und der Cytoblasten, die Schwärmer fliessen in Plasmodien zusammen, die Zelle wird von einem oder mehreren Schwärmern gebildet und bekommt beim Uebergange in den Ruhezustand keilförmige, nach innen ragende Warzen. Bis jetzt ist nur eine Art *M. amyli*, die in faulenden Nitellen lebt, bekannt. Ihre Schwärmer sind spindelförmig, sehr contractil, bewegen sich anguillulaartig, sind mit Cilien versehen. (Fig. 1—5).

Die zu der zweiten Gattung *Pseudospora* gehörende Amoebe hat einen Cytoblast, 2—3 contr. Vacuolen. Die Zelle entsteht immer aus einem Schwärmer, ist glatt, ohne innere Warzen. Drei Arten sind mir bis jetzt bekannt geworden: 1) *P. parasitica* (früher *Monas parasitica*), 2) *P. nitellarum* und 3) *P. Volvocis*.

Bei der ersten sind am Schwärmer 2—3 contractile Vacuolen, ein Cytoblast, eine Cilie, leicht zu erkennen. Beim Uebergange in die Amoebe kommen zwar anfangs runde Ausbuchtungen zum Vorschein, allein diese haben nur kurze Dauer. Die Cystenwand ist einfach (Fig. 6—11).

Die zweite Art, *P. nitellarum*, besitzt eine grössere Cyste mit doppelten, weit von einander abstehenden Membranen. Ihre Amoebe ist wie die vorige gebaut, der Schwärmer viel kleiner, die Cilie einfach, lang, lebt in faulenden Nitellen (Fig. 12, 13).

Die dritte Species, *P. Volvocis* ist durch den verschleierten Zellenzustand leicht kenntlich (Fig. 18). Der Schwärmer ist mit einem Nucleus und 2 Cilien versehen, übertrifft an Grösse die beiden vorhergehenden, die Cyste wie bei *P. nitellarum* mit doppelten Wänden, lebt in *Volvox globator* (Fig. 14—18).

Zuletzt die dritte Gattung, die *Colpodella*, ist durch den Mangel eines Amoebenzustandes charakteristisch. Bis jetzt ist nur eine Art bekannt: *C. pugnax*.

Da die *Monas amyli* und *Ps. parasitica* in meinen früheren Aufsätzen schon vielfach besprochen wurden und die *P. nitellarum* nichts wesentlich Neues darbietet, so will ich diese drei Arten bei der

folgenden Schilderung ausser Acht lassen und sie nur mit einigen Abbildungen erläutern, um eine Uebersicht der bis jetzt bekannten Monaden zu geben.

Pseudospora volvocis Cnk.

Lebt parasitisch in *Volvox globator*. Die Schwärmer sind oval oder kugelig etwa 0,02 mil. lang. Ein Nucleus und zwei Cilien sind an ihnen sehr deutlich wahrzunehmen. Der Schwärmer geht leicht in den Amoebezustand über, meistens ohne die Cilien zu verlieren (Fig. 14, 15). Die Amoebe hat spitze nicht zahlreiche Fortsätze, drei contractile Vacuolen und einen Nucleus (Fig. 16, 17). Sie kriecht auf der Oberfläche des *Volvox* so lange herum, bis sie sich in denselben hineinbohrt. Hier verschluckt sie die grünen Zellen oder ganze junge Colonien und nach der Ausplünderung der ganzen *Volvox*-familie verlässt sie diese, um den Angriff an anderen Exemplaren von neuem auszuführen. Hat sie sich einmal eingestellt, so richtet sie in wenigen Tagen die in Gefässen cultivirte, wenn noch so zahlreiche *Volvox*-bevölkerung zu Grunde. Der ruhende Zustand der *P. volvocis* hat einen weit abstehenden, verschieden geformten Schleier, der die Umrisse der Amoebe, nachdem sie die Pseudopodien zurückzog, bezeichnet (Fig. 18, 5). In dem Schleier liegt die runde 0,026 mil. grosse Zelle, die wiederum die Cyste (0,015 mil.) nebst dem körnigen Nahrungsballen einschliesst. Die Wand der Cyste ist doppelt. Die Entstehung der Schwärmer in der Zelle ist noch unbekannt.

Colpodella pugnax Cnk.

Der Schwärmer hat vor und nach der Nahrungsaufnahme ein ganz verschiedenes Aussehen. Im ersten Falle ist er farblos, hat eine sichelartige, an beiden Enden zugespitzte Form (Fig. 19, 20). An seinem Vordertheile ist eine Wimper, unter ihr der Nucleus angebracht; die contractile Vacuole befindet sich in der convexen Seite des Körpers in einem unweit der hinteren Körperspitze gelegenen seichten Vorsprung (Fig. 20, 22, v. c). Die Länge des Schwärmers beträgt im Durchschnitte 0,012 mil. Die Bewegung ist ein zitterndes Schwimmen, welches zeitweise von mehreren, rasch aufeinanderfolgenden Schlägen mittelst des hinteren Körpertheiles begleitet wird. Die *Colpodella pugnax* lebt mit *Chlamydomonas pulvisculus* zusammen, welche sie überfällt, um sich ihrer Primordialzelle zu bemächtigen. Dieses wird von der *Colpodella* auf folgende Art ausgeführt.

Nach einigen erfolglosen Versuchen klammert sie sich mit der von der Cilie abgewandten Spitze an die Chlamydomonade fest (Fig. 22, 23); nach einigen Secunden bemerkt man, dass die Primordialzelle sehr langsam in die Colpodella hinübergeht, deren Ansatzstelle nicht mehr zugespitzt, sondern erweitert den austretenden grünen Körper eng umschliesst (Fig. 24, 25). Der angreifende Schwärmer ergrünt nun mehr und mehr, bis er die ganze Primordialzelle in sich aufnimmt und die leere Chlamydomonas-Hülle verlassend davoneilt (Fig. 21). Jetzt hat er eine grüne Farbe und eine Colpodaform mit einer gekrümmten Spitze, die er in seinen tumultuarischen Bewegungen voranrichtet. Die Ausplünderung der Chlamydomonade wird oft gleichzeitig von mehreren Schwärmern ausgeführt; in solchen Fällen tritt die Primordialzelle an mehreren Stellen heraus, worauf die mit Nahrung beladenen Colpodellen eine nach der andern abfallen, um anderswo dasselbe Verfahren zu wiederholen.

Betrachten wir näher diese wunderbaren von einem bewimperten Schleimklümpchen vollzogene Handlungen.

Man muss annehmen, dass die Colpodella befähigt ist, die Zelhülle der Chlamydomonade zu durchstechen oder sie vielmehr an der Berührungsstelle aufzulösen. Dies erhellt aus dem Umstande, dass wenn der Schwärmer nach längerem Betasten der Chlamydomonade durch irgend Etwas gestört wird und seine Beute verlässt, so folgt darauf das Austreten der Primordialzelle durch eine winzig kleine Oeffnung der Hülle, die genau der Ansatzstelle des Schwärmers entspricht. Diese Eigenschaft der Colpodella Zellulose aufzulösen, ist übrigens keine einzig dastehende Thatsache, da wir auch pflanzliche Zoosporen kennen (Chytridien), die auf ähnliche Weise die Zellulose-Häute durchzubohren vermögen.

Nachdem nun die Oeffnung in der Hülle bewirkt ist, bleibt der Schwärmer an demselben Orte haften, so dass der grüne Tropfen unmittelbar in die Colpodella übergehen kann. Die Stelle der Aufnahme bleibt immer dieselbe, sie scheint an der Spitze selbst oder gleich unter ihr gelegen zu sein; während des Ueberganges des grünen Körpers wird sie merklich erweitert und umschliesst von allen Seiten die eintretende Nahrung. Diese Erscheinungen führen zu der Annahme, dass die Colpodella einen Mund oder fast so viel wie einen Mund besitzt; jedenfalls muss an dem Schwärmer eine feine noch nicht greifbare histologische Differenz vorhanden sein. Nachdem die Colpodella durch mehrere Angriffe sich die nöthige

Nahrung verschafft hat, geht sie, ohne sich in eine Amoebe zu verwandeln, in den Zustand ruhender Vegetation über. Die nacheinander verschluckten Theile, die anfangs gesondert im Schwärmer liegen, werden in einen Ballen vereinigt, worauf die Colpodella sich in eine grüne nur an der Peripherie hellumsäumte Kugel zusammenzieht, deren Oberfläche zuletzt zu einer harten Membran erstarrt. Jetzt geht allmählig die Assimilation der Nahrungsballen von statten; der farblose Saum gewinnt merklich an Umfang auf Kosten des grossen Körpers, welcher von einer grossen Vacuole umschlossen erscheint. Bei vorgeschrittener Verdauung verschwindet der hohle Raum und der farblose vermehrte Inhalt füllt die ganze Zelle aus, den roth gefärbten Rest der Nahrung von allen Seiten umschliessend (Fig. 26, 27).

Die Bildung der Zoosporen geschieht auf dieselbe Weise wie bei anderen Monaden, dagegen ihr Austritt aus der Mutterzelle bietet einige Verschiedenheiten dar, die nämlich darin bestehen, dass sämtliche aus dem Inhalte erzeugte Schwärmer in einer zarten Hülle eingeschlossen geboren werden, im Gegensatz zu anderen Monaden, wo die Schwärmer durch eine oder mehrere kleine Oeffnungen sich nach Aussen hindurchdrängen müssen. Das nahe Heraustreten der Schwärmer lässt sich an der eiförmigen Gestalt, die die Zelle angenommen hat, leicht erkennen. Darauf folgt eine Ausstülpung der Zellenwand, die immer dünner wird und dem sich hervordrängenden Sack keinen Widerstand mehr bietet (Fig. 28—30). Ausserhalb der Zelle bewegen sich die Schwärmer noch eine zeitlang in der sehr zarten Hülle und nachdem die letzte unmerklich wird, zerstreuen sie sich nach allen Richtungen. Die jungen Schwärmer gleichen in jeder Hinsicht den farblosen, sichelförmigen Exemplaren der Colpodella.

Was zuletzt die Cyste betrifft, so hat sie das Eigenthümliche, dass man in der Zelle neben dem encystirten Körper der Monade den Nahrungsballen stets vermisst. Die Wand der Cyste ist einfach (Fig. 31).

Die hier beschriebene Art der Nahrungsaufnahme bei Monaden wurde zuerst an einer ovalen, farblosen mit 2 Cilien versehenen Art von Lieberkühn¹⁾ beobachtet. Erwähnte Monade saugte mittelst einer oder mehrerer Fortsätze die Primordialzellen der *Eudorina elegans* aus und zwar mit solcher Kraft, dass man die

1) Vossische Zeitung, Juli 1855.

Bewegung des plötzlich in die Monade übergehenden gefärbten Inhalts sehr deutlich wahrnehmen konnte. Auch in diesem Falle war der der Cilie gegenüber liegende Theil des Schwärmers beim Angriff thätig.

Bevor ich zu der zweiten Monadengruppe übergehe, will ich hier noch zweier Schwärmer gedenken, an denen ich die Mikrocyten beobachtet habe. Die eine gehört in die Ehrenberg'sche Gattung Bodo. Sie ist hauptsächlich durch stumpfe lange Fortsätze, die am Körper entstehen und wieder eingezogen werden, charakterisirt. Der vordere Theil ist abgerundet, mit 1—2 Cilien versehen, unter welchen ein deutlicher Cytoblast mit Nucleolus vorhanden ist (Fig. 38—39); die Bewegungen des Schwärmers sind meistens gleitende, wobei er oft einen langen Schweif weicherer Substanz nach sich zieht. Dieser Bodo lebt in Schaaren in faulenden Räderthieren, Insectenlarven u. dergl. Die Nahrungsaufnahme geschieht auch hier an dem der Cilie entgegengesetzten Ende, — durch Umhüllung der fremden Körper. Sind diese von beträchtlicher Länge, wie z. B. Leptomitufaden, so wird der eingehüllte Theil nach einiger Zeit von dem Bodo abgerissen und fortgeschleppt.

Bei allmählig eintretendem Wassermangel verwandelt sich dieser Schwärmer in eine Kugel, die noch von einer derben Membran umhüllt wird (Fig. 40). In diesem Zustande überdauert der Bodo die nicht lange anhaltende Trockniss. Bei erneuertem Benetzen mit Wasser tritt der unveränderte Schwärmer durch eine winzig kleine Oeffnung der Cystenmembran heraus (Fig. 40—41). Die Cyste hält im Durchmesser 0,015 mm.

Der zweite Schwärmer, der sich ebenfalls encystiren kann, gehört zu den gewöhnlichsten farblosen Formen, die in Infusionen vorkommen. Sein Körper ist oval oder an einem Ende spitz ausgezogen, 0,02 mm. lang; durch bauchartige Auftreibungen wird die Form fortwährend geändert. Die contractile Vacuole ist am stumpfen Ende, wo auch die 2 Cilien entspringen, angebracht, ferner ist noch ein Cytoblast in der Mitte des Körpers deutlich zu sehen (Fig. 32, 33). Trotz dieser Merkmale ist es schwer, diese Monade auf eine der bekannten zurückzuführen.

Bei Culturen in Wassertropfen gehen erwähnte Schwärmer mit grösster Leichtigkeit in die Cystenbildung ein, welche massenhaft in Form von glashellen Kügelchen erfolgt (Fig. 34). Versetzt man nach einer vorläufigen Trocknung diese Cysten wiederum unter

Wasser, so brechen nach einigen Stunden aus sämtlichen Cysten die unveränderten Schwärmer hervor und das ermüdende Gewimmel fängt von neuem an (Fig. 35—37). Die Grösse der Cyste beträgt 0,006—9,009 mm.

Da beide Schwärmer deren Cystenbildung wir kennen lernten, allerwärts in Infusionen vorkommen, da terner bei reinem Material in Versuchstropfen man sich überzeugen kann, dass sie nicht von Myxomycetensporen oder deren Mikrocysten herkommen können, so ist dadurch die Fähigkeit des Schwärmers, sich zu encystiren, auch ausserhalb der Schleimpilze constatirt. Durch das Ausschliessen der Myxomycetenquelle ist natürlich nicht bestimmt bewiesen, dass erwähnte zwei Schwärmer zu den Monaden zu stellen sind, da wir andere Entwicklungsglieder noch nicht kennen. —

2. Monadinae Tetraplastae Cnk.

Die Monaden, welche in ihren Zellen statt Schwärmer actinophrysartige Amöben erzeugen, lassen sich in zwei Gattungen, *Vampyrella* und *Nuclearia* theilen. Zu der ersten gehören rothe Amöben ohne contractile Vacuolen und Cytoblasten, zu der zweiten ähnliche, aber farblose mit 1—5 Cytoblasten versehene Amöben. In der ersten, soweit ich sie untersucht, unterscheide ich drei Arten: *V. Spirogyrae*, *V. pendula* und *V. vorax*. Die erste lebt von Spirogyren, ihre Zelle ist verschleiert, der Schleier vergänglich; die zweite ist auf Oedogonien, Bulbocheten angewiesen, der Schleier birnförmig, beständig, die Zelle mit einem Stiele versehen. Die dritte Art *V. vorax* hat eine nackte Zelle, sonst so gebaut, wie bei der ersten Art, die Nahrung holt sie sich nicht wie die zwei ersten aus dem Innern der Algenzellen, sondern nimmt fremde Körper durch Umhüllung ein.

In der zweiten Gattung sind zwei Arten zu unterscheiden: *N. delicatula* mit mehreren Cytoblasten und *N. simplex* mit einem.

6) *Vampyrella Spirogyrae* Cnk.

Die *Vampyrella Spirogyrae* bildet, wie schon erwähnt, die ziegelrothen Zellen, die man so oft an Spirogyren angeheftet findet. Die Grösse dieser Zellen beträgt im Durchschnitt etwa 0,06 mm., ihre Form ist kugelförmig oder sphäroidalisch, seltner unregelmässig. Die Membran bläut sich durch Anwendung von J und SO₂, besteht demnach, (insofern man sich auf diese Reaction verlassen kann) aus Zellulose.

Ausserhalb dieser Membran ist eine andere stickstoffhaltige zarte vorhanden (Schleier, Velum), die bei jugendlichen Zuständen mit Schärfe hervortritt, bei der Reife jedoch öfters fehlt (Fig. 46, 47). Der Inhalt dieser Zellen ist an der Peripherie gleichförmig hell, ziegelroth, gegen die Mitte hin mit grösseren, unregelmässigen Körnern gemengt. Bei aufmerksamer anhaltender Beobachtung sieht man den Inhalt in 2—4 Theile sich sondern und an verschiedenen Stellen der Zelle durch runde Oeffnungen in Form von rothen Amöben sehr langsam austreten; die erwähnten dunklen Körper bleiben in der Membran zurück und stellen die unverbrauchte Nahrung vor (Fig. 48, 49). Der zuerst ausserhalb der Zelle sichtbare Theil erscheint wie ein halbflüssiger Tropfen, der sogleich anschwillt, sich fächerartig ausbreitet und indem er sich sehr langsam entfernt, zieht er den noch in der Zelle eingeschlossenen Theil nach sich heraus (Fig. 48, 49). Durch dieselbe oder eine andere Oeffnung befreien sich die anderen Theile des Inhalts. Ausserhalb der Zelle erscheinen sie in der Form von kugelrunden rothen Protoplasma-massen, die allerwärts wie ein Actinophrys mit Strahlen bedeckt sind (Fig. 50—54). Die Erscheinungen, die man während der gleitenden Bewegungen dieser Protoplasma-massen beobachtet, beweisen, dass wir es auch hier mit einem nackten halbflüssigen Körper zu thun haben. Die Vampyrella-Amöbe ist steter Formveränderung unterworfen, sie bildet lange in dünne Fäden sich ziehende Stränge, die auseinander reissen oder wiederum durch Zusammenziehen zu der ursprünglichen Form zurückkehren können. Die Amöbe besteht aus einer feinkörnigen ziegelroth gefärbten Substanz, die nur an der Peripherie farblos erscheint: weder contractile Vacuolen noch Kerne war mir möglich, deutlich wahrzunehmen. Die Strahlen, die an beliebigen Orten entstehen können, werden oft auf langen Strecken ganz zurückgezogen. Ausser den Strahlen kommen noch an den kugelförmigen Amöben stumpfe hyaline Fortsätze, auch wellenartig sich abhebende Ausstülpungen zeitweise zum Vorschein (Fig. 50)¹⁾. Die stumpfen wie die spitzen Pseudopodien sind farblos. In beiden habe ich eine Körnchenbewegung wahrgenommen. Diese macht den Eindruck, als würden die Körnchen aus dem Körper in den Strahl stossweise einer nach dem anderen hineingeworfen und

1) Indessen haben diese Erscheinungen eine kurze Dauer, so dass die spitzen Pseudopodien den Hauptcharakter der Vampyrellen-Amöbe bilden.

sogleich zurückgezogen, besonders sieht man dieses an den erwähnten stumpfen hyalinen Höckern sehr deutlich. Da die Strahlen oft sehr dünn werden, so erscheinen die in ihnen herumgeführten Körnchen, als lägen sie ohne Zusammenhang auf der Amoebe oder in geringer Entfernung von ihr lose herum (Fig. 53). Durch die Körnchenbewegung lässt sich die *V. Spirogyrae* schon in ihrem Amoeben-zustande von anderen mit ihr ausserordentlich ähnlichen rothen Amoeben scharf unterscheiden. Ich will jetzt die nicht minder als bei der *Colpodella* seltsame Art, wie die *Vampyrella* sich ihre Nahrung zu verschaffen weiss, ausführlicher angeben.

Mit scheinbar zwecklosen trägen Wanderungen rückt sie an Confervenfäden und gleitet an ihrer Oberfläche eine Zeitlang fort. Allein nur an vollständig gesunde Spirogyraglieder legt sie sich fest an; nach einer Pause, die einige Minuten dauert, sieht man die befallene Spirogyra wie mit einem Ruck sich verschieben und gleichzeitig bemerkt man den Primordialschlauch des von der *Vampyrella* angegriffenen Gliedes von der Wand, die Berührungsstelle ausgenommen, zurücktreten (Fig. 44). Kurz darauf geht das zusammengeballte Chlorophyllband sammt dem Primordialschlauche sehr langsam in den immer noch eng angeschmiegtten Körper der *Vampyrella* über (Fig. 45). Sobald dieses gänzlich beendet ist, verlässt die *Vampyrella* die leere Spirogyrazelle und gleitet zum benachbarten Gliede, wo sie dasselbe Manöver wiederholt. In dieser Weise wird ein Glied nach dem andern ausgeplündert, bis dass die von Nahrung ganz überfüllte *Vampyrella* sich irgendwo an den Conferven ansetzt, einkugelt und in Ruhe das Erworbene verarbeitet und verdaut.

Das Einziehen des Primordialschlauches dauert im Durchschnitt etwa 12 Minuten. Die Strahlen bleiben während dieser Zeit unverändert oder verschwinden gänzlich. Die Stelle, durch welche die Nahrungsaufnahme stattfindet, hat eine geringe Ausdehnung; ob sie eine bestimmte Lage an dem Körper einnimmt, lässt sich nicht ermitteln, da man an der Amoebe keine festen Theile oder irgend welche Structurverhältnisse, die man als Orientierungspunkte benutzen dürfte, finden kann.

An sämtlichen Gliedern der beraubten Spirogyren sieht man nun eine grosse nicht scharf umschriebene Oeffnung, welche durch das Ankleben der *Vampyrella* entstand. (Fig. 45, o.) Und da in dem Körper der letzteren keine harten Theile, mit deren Hülfe der Angriff ausgeführt sein könnte, vorhanden sind, so müssen wir auch der *Vam-*

pyrella die Fähigkeit, die Zellulose-Häute aufzulösen, vindiciren. Dass sie dabei eine gewisse Wahl trifft, ist nicht zu bezweifeln. Niemals sah ich sie eine Vaucheria, ein Oedogonium, die ich ihr absichtlich vorlegte, angreifen; auch ist mir kein einziger Fall bekannt, der auf die Aufnahme fremder Körper durch Umhüllung hindeuten möchte.

Gehen wir nun zu dem Zellen- und Ruhezustand über.

Die verschlungene Nahrung vertheilt sich allmählig in dem ganzen Körper in Form von runden grünen Blasen, die bald eine röthliche Farbe annehmen. Darauf zieht die Vampyrella ihre Strahlen zurück und scheidet eine zarte stickstoffartige Hülle aus, unter welcher erst eine weiche Zellulose-Haut gebildet wird (Fig. 46 s, z). Während dieser Zeit färbt sich der Inhalt roth und bekommt die Beschaffenheit jener rothen Zellen, mit welchen wir unsere Schilderung angefangen haben.

Mit dem ruhenden Zustand wird der Entwicklungskreis der Vampyrella, so weit er erforscht, geschlossen. Der Vorgang ist derselbe wie bei dem Zellenzustande, mit dem Unterschiede, dass der von den unverdauten Nahrungskörnern gesonderte Inhalt in keine Theilung eingeht, vielmehr sich einkugelt und in eine derbe Wand einhüllt. Die Cyste behält dabei die rothe Färbung des Inhalts, der sich gegen das Centrum hin verdichtet und dadurch dunkler erscheint. Die Zellwand bleibt glatt oder bekommt eine warzige Oberfläche (Fig. 56).

Die von Fresenius ¹⁾ beschriebene Amöbe lateritia scheint der Vampyrella Spirogyrae zu entsprechen. Die Zurückführung wird dadurch besonders erschwert, dass die V. vorax, wenn sie von Euglenen sich ernährt, ähnliche Zellzustände bildet und die Amöben beider Arten sehr ähnlich sind, auch oft zusammen leben. Meine früheren Angaben ²⁾ bezogen sich theils auf die V. vorax, theils auf eine mit der Nuclearia verwandte Form, die einen contractilen Raum, einen Cytoblasten besitzt, und durch Aufnahme rothgefärbter Nahrung den Vampyrellen zum Verwechseln ähnlich ist.

7) Vampyrella pendula Cnk.

Die Amöbe der V. pendula ist von der vorhergehenden nur durch den Mangel der Körnchenbewegung zu unterscheiden. Da-

1) Abhandl. d. Senckenb. Gesellsch. B. II, p. 218; tab. X, Fig. 13—19

2) Pringsheim's Jahrbücher, B. III, 3: Heft p. 429.

gegen ist die Zelle wie auch der Ruhezustand charakteristisch genug, um eine neue spezifische, ja vielleicht eine generische Sonderung zu rechtfertigen.

Was die Nahrung betrifft, so ist die *V. pendula* auch auf das Chlorophyll angewiesen, welches sie mit dem Primordialschlauche aus den Confervenzellen herauszieht. Nur ist ihre Wahl nicht so beschränkt, wie bei der vorigen Art; sie plündert die Oedogonien, Bulbocheten, auch sehr dünne nicht näher bestimmbare Conferven. Der Vorgang ist ganz derselbe wie bei *V. Spirogyrae* (Fig. 57).

Beim Uebergang in den Zellenzustand verschwinden die Strahlen und die Vampyrella nimmt eine birnförmige Gestalt an, mit dem verschmälerten Ende sich an die Conferven anheftend (Fig. 57, g). Unter den Augen des Beobachters tritt der Inhalt aus der schmalen Basis in den erweiterten Theil zurück, wo er sich einkugelt und mit einer Membran umhüllt; gleichzeitig wird auch ein starrer gerader Faden, der die Oberfläche der inneren Kugel mit der Ansatzstelle vereinigt, sichtbar (Fig. 59 St).

Die weiteren Vorgänge entsprechen denselben der vorigen Art. An der Peripherie der Zelle wird der Inhalt einförmig hellroth gefärbt und zerfällt unter der Ausscheidung der Nahrungsballen in 2—4 Theile, die wie bei *V. Spirogyrae* durch verschiedene Oeffnungen aus der Zelle austreten (Fig. 60); die entleerten Zellen sieht man mit ihrem birnförmigen oft zusammengefallenen Schleier lange Zeit an den Conferven haften (Fig. 61). Die Zelle besteht, wie bei der vorigen Art, aus Zellulose. Bei Bildung des ruhenden Zustandes wird der Schleier ganz oder theilweise nur aufgelöst; die Zelle bekommt eine stachelige Oberfläche, und ist mit dem verdickten Reste des starren Fadens gekrönt. Die Cyste selbst ist mit rothem Inhalte gefüllt (Fig. 63). In allen Zuständen ist die Grösse der *V. pendula* sehr verschieden, was von den Dimensionen der von ihr befallenen Conferven abzuhängen scheint. So z. B. waren die von kleinen Oedogonien lebenden 0,012 gross, wogegen die die Bulbocheten überfallenden wenigstens das vierfache Volum erreichten.

Die *V. pendula* wurde zuerst von de Bary beobachtet ¹⁾. Seine Untersuchungen stammen aus einer Zeit, wo man das reiche para-

1) Ueber die Algen Gatt. Oedogonium und Bulbochete p. 69. 71 Tab. III, Fig. 21, 22.

sitische Leben der Conferven sehr wenig kannte und seinen störenden irreleitenden Einflüssen bei entwicklungsgeschichtlichen Studien nicht genügend Rechnung trug. Die Beobachtung scheint de Bary gerade in dem Momente begonnen zu haben, wo der scheinbar mit der ansitzenden Vampyrella continuirliche Primordialschlauch aus der Zelle langsam hervorbrach. Durch diese und andere analoge Erscheinungen wurde de Bary zu der Ansicht geführt, dass die in Rede stehenden Bildungen als eine gesetzmässig beim Absterben des Zellinhalts eintretende Gestaltung anzusehen sein. Neulich hat Karsten¹⁾ denselben Gegenstand untersucht. Karsten ist geneigt die *V. pendula* in den Entwicklungskreis des Oedogonium zu ziehen und sie in genetischen Zusammenhang mit der Entwicklung eines Räderthieres (*Rattulus*) zu bringen. Das Deckelchen, welches Karsten an der Austrittsöffnung des Oedogoniuminhalts stets vorhanden sah, glückte mir nicht, weder bei *V. Spirogyrae*, noch bei *V. pendula* aufzufinden.

8) *Vampyrella vorax* Cnk.

Nachdem ich die Vampyrellen kennen lernte, war es von besonderem Interesse, die den Algologen schon längst bekannten zielrothen Blasen, die man für Diatomaceencysten hielt, auf ihre Entwicklungsgeschichte zu untersuchen. Schon der Umstand, dass innerhalb derselben Zelle verschiedene Diatomaceen in Gesellschaft vorkommen, stellte eine andere Deutung dieser Gebilde in Aussicht. Es gelang auch wirklich Lüders²⁾ aus erwähnten Blasen rothe Amoeben austreten zu sehen und dadurch die vermeintliche Diatomaceencyste als ein Entwicklungsstadium einer Amoebe in Anspruch zu nehmen.

Beim ersten Anblick dieser Amoeben glaubte ich sie mit den oben beschriebenen Vampyrellen identificiren zu können, eine Vermuthung, zu der der Beobachter um so mehr verleitet wird, da ausser der Aehnlichkeiten dieser Amoeben in Form, Farbe, Structur sich noch das öftere Zusammenleben wenigstens der *V. Spirogyrae* und *V. vorax* hinzugesellt. Dessenungeachtet lassen sich die drei besagten Organismen sehr scharf von einander trennen. So wie die zwei ersten Vampyrellen nie fremde Körper durch Umhüllung auf-

1) Histologische Untersuchungen, 1862, p. 20—22; Tab. III, Fig. 50—56.

2) Bot. Zeit. 1860. Nr. 48.

nehmen, so zieht wieder die *V. vorax* nie ihre Nahrung aus den Conferven-Zellen heraus. Sie lebt dagegen von Diatomaceen, Euglenen, Desmidiaceen, welche sie umhüllt und Zellen verschiedenster Formen und Grössen bildet.

Die Amoebe der *V. vorax* ist von etwas hellerer Farbe als die Amoeben bei den anderen Arten, sonst bis auf die fehlende Körnchenbewegung in jeder Hinsicht übereinstimmend (Fig. 64. 65.) Beim Vorbeigleiten an Diatomaceen kleben diese an die Amoebe an, werden allmählig eingezogen und ohne Ordnung in dem Körper eingelagert. Mit dieser unbequemen Last setzt die *V. vorax* ihre Bewegungen fort, unterwegs neue Nahrung aufnehmend. Während der Ausbildung der Zelle werden die Diatomaceen parallel ihrer Längsachsen gelagert und eng von der Amoebe umschlossen, so dass die später entstehende Oberfläche der Amoebe eine längliche, nach den verschlungenen Körpern sich richtende Form erhält (Fig. 66). Seltner findet die Abgrenzung der Zelle schon zu der Zeit statt, wo die Diatomaceen noch nach allen Richtungen in der Amoebe herumliegen; es werden natürlich dadurch alle nur erdenklichen Zellformen veranlasst.

Die Zelle der *V. vorax* ist ohne Schleier; die Theilung des Inhaltes wie bei vorhergehenden Arten (Fig. 67). Was schliesslich den ruhenden Zustand der *V. vorax* betrifft, so ist zu bemerken, dass die Exemplare, die sich encystiren, keine Diatomaceen enthalten. Sie bilden zuerst eine Zelle, in der sich der zurücktretende Inhalt in gewöhnlicher Weise einkugelt und mit einer derben Membran umgiebt. Ein geringer Theil unassimilirter Substanz wird dabei oft ausgeschieden (Fig. 68, 69); seltner bei sehr grossen Amoeben entstehen in einer Zelle mehrere Cysten.

Die hier besprochene *Vampyrella* ist nicht allein auf Diatomaceen angewiesen; eine andere reichhaltige Nahrungsquelle bieten ihr die Euglenen und Desmidiaceen dar. Die Zellen wie die ruhenden Zustände, die sie bei dieser Kost hervorbringt, zeigen Unterschiede, die ich kurz andeuten will.

Die Zellen sind meist rund, von röthlicherer Farbe als die, welche Diatomaceen einschliessen. Die unverdaute Nahrung bildet einen grossen dunkelrothen oder braunen Ballen (Fig. 70, 71). Die aus den Zellen austretenden Amoeben sind nur durch eine lebhaftere Färbung und geringere Grösse von den an Diatomaceen-Nahrung erwachsenen verschieden. Die ruhenden Zustände endlich haben oft

schlauchartige Anhängsel und reichlichere Ueberreste der Nahrung, meistens Paramylunkörner der Euglenen, aufzuweisen (Fig. 72, 73). Die angegebenen Unterschiede scheinen mir von zu geringer Bedeutung zu sein, um eine spezifische Trennung zu berechtigen. Sie mögen eine Varietät der *V. vorax* bezeichnen.

9) *Nuclearia delicatula* Cnk.

In vielfacher Beziehung zu den Vampyrellen steht eine Amöbenform mit ebenfalls spitzen Pseudopodien, die ich unter die bekannten Arten nicht unterzubringen weiss und als Repräsentanten einer neuen Gattung, *Nuclearia*, betrachten werde.

Im Habitus, in der Art der Bewegung und der Körpergrösse gleicht sie den Vampyrellen. Sie ist gleichmässig an der ganzen Oberfläche oder nur an einigen Stellen mit Strahlen versehen, mitunter auch vollkommen glatt. Die Substanz des Körpers, wenn nicht mit Nahrung geschwängert, ist farblos, zart, an Vacuolen sehr reich, die zwar langsam verschwinden und wieder auftauchen, jedoch nicht plötzlich zusammenfallen wie die contractilen Räume. Der Hauptcharakter dieser Amöbe besteht in der Anwesenheit von mehreren (bis 5) glashellen Cytoblasten, mit stärker das Licht brechenden Nucleoli. Junge kleine Exemplare besitzen nur einen Kern (Fig. 74—76).

Da die Aufnahme der Nahrung so seltsame Erscheinungen darbietet, so müssen wir auch die *Nuclearia delicatula* hierauf einer genaueren Prüfung unterwerfen.

Nachdem die Vampyrellen oder die Pseudosporen die Conferven zu Grunde gerichtet haben, stellt sich die *Nuclearia* ein, um die noch vorhandenen Reste der Zellinhalte zu benutzen, oder falls diese nicht genügen, selbst die mächtigen Confervenfeinde, die Vampyrellen, anzugreifen. Man trifft sie schaarenweise an den faulenden Spirogyren haften und das Chlorophyll mit Stärkekörnchen begierig einziehen. Um zu ermitteln wie dieses vollzogen wird, ist es zweckmässig, zur Beobachtung solche Spirogyren zu wählen, welche bis auf wenige Chlorophyllklumpen ihres Inhalts beraubt sind. Man bemerkt dann, dass die birnförmig zusammengezogene Nuclearie einen oder mehrere Stränge hyaliner Substanz in die Spirogyrazelle hineinsenkt und dort in ein vielfach verzweigtes, weit greifendes Protoplasmageflecht sich ausbreitet (Fig. 77).

Jetzt werden die Chlorophyllballen in Angriff genommen. Die zarten Protoplasmafäden der Nuclearia umgeben den Klumpen und bilden nach einigen Secunden um diesen einen Plasmaüberzug, darauf wird der Hauptstrang, den die Nuclearia in die Spirogyra einsenkte, sehr langsam zurückgezogen und mit ihm der oft weit entfernte Chlorophyllballen ihr zugeführt. Bei dieser Art der Nahrungsaufnahme ist kein eigentliches Saugen, keine Strömung in den Pseudopodien, wie z. B. bei Acineten wahrzunehmen. Die Bildung dieser langen Stränge geschieht nur da, wo die Conferven meistens ihres Inhalts entledigt sind, bei reichlichem Chlorophyllvorrath haften die Nuclearien in grosser Zahl seitlich an den Algenzellen an und senden ein kurzes Pseudopodiengeflecht in diese hinein. Die *N. delicatula* ist an keine bestimmte Algenart gebunden; nur erweichte, in Fäulniss übergehende Zellhäute vermag sie zu durchbohren. Liegt die Nahrung unmittelbar an der Oberfläche ihres Körpers, so wird jene ohne Pseudopodienbildung von demselben umhüllt und eingezogen.

Es gelang mir bis jetzt weder Zellen noch ruhende Zustände an der *Nuclearia delicatula* aufzufinden. Das einzige was auf solche hindeuten möchte, waren weite, aus feinen Körnchen bestehende Blasen, die sich um die, auf dem Objectträger cultivirten Exemplare bildeten (Fig. 78). Bis diese Lücken in der Entwicklung der *N. delicatula* nicht erfüllt sind, bleibt ihre Stellung bei den Monaden noch zweifelhaft.

10) *Nuclearia simplex Cnk.*

Diese Art besitzt eine farblose Amoebe mit einem Cytoblasten, daher ist sie, wenn man nur diesen Zustand berücksichtigt, von jungen *N. delicatula* nicht zu unterscheiden (Fig. 79). Ihre Nahrung besteht aus Chlorophyll und kleinen Stärkekörnern, auch kriecht sie in faulende Räderthiere, wo sie sich zahlreich vermehrt. Mit grosser Leichtigkeit bildet diese Art, auf dem Objectträger cultivirt, ruhende Zustände, wozu; wie wir sahen, die vorige in demselben Versuchstropfen sich nicht bewegen liess. Der ruhende Zustand besteht aus einer Zelle, die im Centrum eine viel kleinere, farblose Cyste beherbergt. Auf der Cyste oder in einiger Entfernung liegen die während des Encystirens ausgeschiedenen Nahrungspartikelchen (Fig. 80). Die *N. simplex* ist die einzige Form, an der es mir

gelang, aus der einige Tage getrockneten Cyste die Amoebe wieder austreten zu sehen. Das Ausschlüpfen erfolgt sehr langsam durch eine kleine Oeffnung, die in der Cyste entsteht; die hervorkriechende Amoebe muss noch durch die äussere Zelle sich die Bahn brechen (Fig. 81).

Die Amoebenzustände, die in den Entwicklungskreis der Monaden gehören, zeigen viele Berührungspunkte mit den echten Actinophryen. An beiden Gebilden finden wir dieselben Structurverhältnisse, ja mit Ausnahme der Rindenschicht, die bei den Actinophryen mehr oder weniger scharf hervortritt, lässt sich kaum ein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal aufstellen. Daher, um für die systematische Stellung der Monaden noch andere Anknüpfungspunkte als die der Myxomyceten zu gewinnen, unterwarf ich die analogen Actinophryen einer genauen Untersuchung. Zu diesem Zwecke wählte ich die zwei gewöhnlichen Arten *Actinophrys sol.* und *A. Eichornii*.

Die Structurverhältnisse kann ich wohl als bekannt voraussetzen, will mich daher nur lediglich bei den Ruhezuständen, die ich neulich fand, aufhalten.

Die vorbereitenden Vorgänge zu der Cystenbildung sind bei der ersten Art folgende:

Actinophrys sol zieht die Strahlen zurück und scheidet an seiner glatten Oberfläche eine scharf conturirte Hülle aus, bildet sich also in eine Zelle um (Fig. 82). Die Körpersubstanz verliert dabei die schaumartige Beschaffenheit, wird feinkörnig, gegen das Centrum hin verdichtet. Dadurch entsteht eine centrale dunkle Kugel, die allmählig in die peripherische helle Zone übergeht und deren Durchmesser etwa die Hälfte des ganzen Zellendiameter ausmacht; an einer Stelle ist die grosse contractile Vacuole, die während der Diastole die Zellhaut ausstülpt, noch einige Zeit sichtbar (Fig. 82). Die folgenden Stadien folgen rasch auf einander. Nach Verlauf einiger Stunden zerfällt die centrale Kugel mittelst einer immer tiefer gehenden Einschnürung in zwei Theile, die sich abrunden, scharfer umschreiben und aneinanderrücken (Fig. 83—86). Ist die Theilung vollzogen, so verschwindet die Zellhaut mit dem peripherischen Inhalte bis auf einige zurückbleibende Körnchen gänzlich. An beiden Kugeln erscheint nun eine dicke Membran, während ihr Inhalt etwas zurücktritt und abermals mit einer dicken,

glatten Hülle sich umgiebt. An fertigen Cysten ist die äussere Membran fein gefaltet, mit spitzen, nach Innen gerichteten Wäzchen zahlreich bedeckt und wie der Inhalt dunkelbraun gefärbt (Fig. 87). Es sei noch hier erwähnt, dass um den zur Cystenbildung sich anschickenden Actinophrys eine sehr zarte weit abstehende farblose Zone erscheint, deren Umriss durch anklebende fremde Körnchen bezeichnet werden. Diese Zone bleibt während der Theilung der centralen Kugel und verschwindet etwas später als die Zellhaut. Ihre Entstehung konnte ich wegen Mangel an Material nicht näher ermitteln, sie scheint mir der Umhüllung der *N. delicatula* analog zu sein (Fig. 83, 85).

Aus dem Gesagten ersehen wir, dass aus einem in eine Blase umgewandelten Actinophrys 2 Cysten entstehen, und dass zu ihrer Ausbildung nur ein Theil der Körpersubstanz dabei verbraucht wird. Diese Entwicklungsart ist geeignet, wie ich glaube, die Actinophrys nahe an die Monaden anzuschliessen. Denn es wird wohl die Actinophrysblase, in welcher die Cysten entstehen, mit der Monadenzelle ohne geringsten Zwang zu vergleichen sein. Beide Bildungen besitzen gemeinschaftlich eine Vegetationsperiode, wenn sie auch bei Actinophrys eine sehr kurze Dauer hat; in beiden wird ferner ein Theil des Inhaltes in die Cyste umgebildet und zuletzt ist noch die Thatsache hervorzuheben, dass in einer Zelle zwei und wie wir ein Actinophrys *Eichornii* sehen werden, mehrere Cysten entstehen können, ein Umstand, welchen wir nur bei Myxomyceten und Monaden wieder finden. Alle diese Verhältnisse berechtigen uns, die Actinophrys-Cyste in morphologischer Hinsicht eng an dieselbe Bildung der Monaden anzuschliessen. Die Bemühungen, Schwärmosporen oder Theilungen des Zellinhaltes zur unmittelbaren Bildung neuer Actinophryen zu beobachten, schlugen immer fehl. Dagegen liess sich die Art, wie der Actinophrys sol aus der Cyste nach einiger Ruhezeit zum neuen Leben erwacht, vollständig ermitteln. Da der Vorgang mehrere Stunden dauert, so lassen sich die aufeinander folgenden Veränderungen sehr deutlich wahrnehmen. Sie bestehen zuerst in der beträchtlichen Ausdehnung der in gefalteter Membran eingeschlossenen Cyste, wodurch die erste ausgeweitet wird, an einer Seite die Falten verliert und glatt erscheint. An demselben Orte treten in der Cyste mehrere helle Räume auf, die den dichteren Inhalt zurückdrängen. Bei fernerer Ausdehnung der Cyste stülpt sie immer mehr die gefaltete Hülle aus, bis sie diese zersprengt und sich theilweise oder gänzlich

befreit (Fig. 88). Unterdessen hat eine Scheidung des Cysteninhalts in einen hellflüssigen und dichteren Theil einen bedeutenden Umfang gewonnen, auch eine grosse, schnell zusammenfallende Vacuole ist in die Erscheinung getreten (Fig. 89, v. c). Bald darauf zieht sich der sämmtliche Cysteninhalt von der Wand zurück, wobei wieder der helle Theil, bis auf kleinen peripherischen Saum auf Kosten des dichteren verdrängt wird. Kurze, zahlreiche Strahlen, die sich im ganzen Umfänge von dem Inhalte gegen die Cystenwand erheben, sind mit dem pulsirenden Raume die ersten unzweideutigen Merkmale des wieder auflebenden Actinophrys (Fig. 90). Die Strahlen drängen nun immer mehr die jetzt schon sehr zarte umfangreiche Cystenwand vor sich, bis schliesslich die letzte sich auflöst und den Bewegungen des Actinophrys keine Hindernisse mehr in den Weg stellt.

Die zweite Actinophrys-Art, bei der ich ruhende Zustände erzielt habe, ist die viel besprochene *A. Eichornii Ehr.*

Nachdem mehrere Versuche, die Encystirung auf dem Objectträger sich vollziehen zu lassen, gänzlich fehlgeschlagen waren, kam ich auf den Gedanken, dass vielleicht durch künstlich herbeigeführte, mehrfache Copulation die ruhenden Zustände zu erzwingen sein.

Um diese Vermuthung zu prüfen, wurden auf den Objectträger in Wassertropfen zwei Exemplare gelegt und unter dem Simplex durch Ablösung eines Körpersegmentes mittelst einer Nadel wund gemacht, sodann die Wundflächen beider mittelst Papierstreifchen in Berührung gebracht. Nach Verlauf von 8—30 Minuten erfolgte das bekannte Zusammenfliessen beider Individuen in einen Körper. Ich brachte nun in den Tropfen ein neues Exemplar hinein und wiederholte mit beiden dieselbe Operation u. s. w. Auf diese Weise erhielt ich einen colossalen Actinophrys, der fünf zusammengeschmolzene Exemplare repräsentirte. In den meisten Fällen theilten sich diese grossen Protoplosmamasen durch Abschnürungen wiederum in mehrere, kleinere, normal beschaffene Individuen; einige Mal jedoch gelang es, eine andere Bildung, die wohl als ruhender Zustand zu deuten ist, abzulauschen. Die Strahlen wurden nämlich eingezogen, die zellenartige Beschaffenheit des Körpers verschwand und der ganze Actinophrys verwandelte sich in einen dunkeln, feinkörnigen, mit zahlreichen Vacuolen durchzogenen Schleim, der statt der Rinden-Substanz von einem hellen dickflüssigen Saum umgeben war. Etwá nach Verlauf von 7 Stunden zerfiel diese Protoplassmamasse in mehrere dunkle Kugeln, von denen jede von einem farblosen Schleim-

hof umsäumt war. Bei noch weiter vorgerücktem Stadium hatten die Kugeln scharfe Umrisse bekommen und jede war in eine weit abstehende Membran eingehüllt; die übrige Substanz, in welcher sämtliche Kugeln eingebettet waren, verschwand allmählig. Das weitere Schicksal dieser Kugel ist noch unbekannt; ihre Zahl scheint in keinem Verhältniss zu der Zahl in die Copulation gebrachter Individuen zu stehen.

Aus dem Mitgetheilten ersehen wir, dass in Betreff des ruhenden Zustandes die beiden Actinophryen im Wesentlichen übereinstimmen. Nur ist bei *A. Eichornii* während der Cystenbildung die Anwesenheit von einer scharf umschriebenen Haut zweifelhaft, so dass der Zellzustand der Monaden und des Actinophrys solhier durch eine hüllenlose, nackte Zelle repräsentirt zu sein scheint.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XII—XIV.

Sämmtliche Figuren, wo die Vergrößerung nicht in Klammern angegeben ist, sind 320 Mal vergrößert dargestellt. In allen Abbildungen bezeichnet a, die Nahrung; z, die Monadenzelle; c, die Monadenzyste; s, den Schleier; n, den Cytoblast; v. c., die contr. Vacuolen.

Fig. 1—5. *Monas amyli*.

- Fig. 1 (350). Die Zelle während der Zoosporenbildung.
 „ 2 (350). Der Schwärmer.
 „ 3, 4 (350) Amoebezustand des Schwärmers.
 „ 5 (450). Ruhender Zustand. w, warzenartige Vorsprünge der Zellwand.

Fig. 6—11. *Pseudospora parasitica* (früher *M. parasitica*).

- „ 6. Der Schwärmer.
 „ 7, 8. Die Amoebe.
 „ 9. Zellzustand.
 „ 10. Schwärmsporenerzeugung.

Fig. 12, 13. *Pseudospora Nitellarum*.

- „ 11. Ruhender Zustand.
 „ 12. Ruhezustand.
 „ 13. Der Schwärmer.

Fig. 14—18 *Pseudospora Volvocis*.

- „ 14, 15. Schwärmer.
 „ 16, 17. Amoebezustand.
 „ 18. Ruhezustand.

Fig. 19—31. *Colpodella pugnax*.

- Fig 19-31. Der Schwärmer.
 „ 22. Drei sich an einer Chlamydomonas ansetzende Schwärmer
 „ 23-25. Der Schwärmer während der Nahrungsaufnahme.
 „ 26, 27. Zellenzustand.
 „ 28-30. Schwärmererzeugung.
 „ 31. Ruhender Zustand

Fig. 32—37. Unbestimmte Monaden.

- „ 32-33. Der Schwärmer.
 „ 34. Seine Cysten.
 „ 35-37. Das Austreten des Schwärmers aus der Cyste.

Fig. 38—41. *Bodo* sp.

- „ 38, 39. Der Schwärmer.
 „ 40. Die Cyste.
 „ 41. Das Ausschlüpfen aus der Cyste.

Fig. 42—43. *Monas irregularis* *Perty*.

- „ 42. Schwärmer.
 „ 43. Nahrungsaufnahme desselben.

Fig. 44—56. *Vampyrella spirogyrae*

- „ 44, 45. Die Amoebe während der Nahrungsaufnahme.
 „ 46, 47. Zellenzustand.
 „ 48, 49. Die aus der Zelle austretenden Amoeben.
 „ 50-54. Amoebenzustände.
 „ 55. Zelle nach dem Austreten der Amoeben
 „ 56. Ruhezustand

Fig. 57—63. *Vampyrella pendula*.

- „ 57. Amoebe während der Nahrungsaufnahme. Die nacheinander folgenden, an demselben Exemplar beobachteten Vorgänge sind hier an verschiedene Conferven-Glieder versetzt dargestellt. g. Zellenzustand.
 „ 58. Amoebenzustand
 „ 59. Zellenstadium; St. der starre Fadenstiel.
 „ 60. Das Ausschlüpfen der Amoeben aus der Zelle.
 „ 61. Die leere Zelle mit dem birnförmigen Schleier; c. die Austrittsöffnung.
 „ 62. Die innern Conferven, kleine Exemplare des Zellenstadiums.
 „ 63. Ruhender Zustand.

Fig. 64—73. *Vampyrella vorax*.

- „ 64, 65. Amoebenzustand.
 „ 66. Zellstadium.
 „ 67. Das Austreten der Amoeben.
 „ 68, 69. Ruhende Zustände.
 „ 70, 71. Zelle einer Varietät derselben Art.
 „ 72, 73. Ruhestand der Vorigen.

Fig 74—78. *Nuclearia delicatula*.

- Fig. 74, 75. Amoebenzustände.
 „ 76. Theilung der Amoebe.
 „ 77. Nahrungsaufnahme.
 „ 78. Zum Zellzustand sich anschickendes Exemplar.

Fig. 79—81. *Nuclearia simplex*.

- „ 79. Amoebenzustand.
 „ 80. Ruhezustand.
 „ 81. Das Austreten der Amoebe aus der Cyste.

Fig. 82—90. *Actinophrys sol.*

- „ 82. Zellzustand.
 „ 83-86. Die aufeinanderfolgenden Stadien bei der Cystenbildung.
 „ 87. Ausgebildete Cyste.
 „ 88-90. Das Austreten des Actinophrys aus der Cyste.

Dresden, März 1865.