

Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen.

Von

Dr. Maximilian Meissner.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Berlin.)

Mit Tafel XXXIV und einem Holzschnitt.

Litteraturverzeichnis.

1. CHR. FR. EHRENBURG, Die Infusionsthierie als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
2. F. DUJARDIN, Histoire naturelle des Infusoires. Paris 1841.
3. G. W. FOCKE, Physiologische Studien. Bremen 1847—1854.
4. A. KÖLLIKER, Das Sonnenthierchen, Actinophrys sol. in: Diese Zeitschr. Bd. I. 1848.
5. M. PERTY, Zur Kenntniss der kleinsten Lebensformen. Bern 1852.
6. L. AUERBACH, Über die Einzelligkeit der Amöben. in: Diese Zeitschr. Bd. VII. 1856.
7. CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires et Rhizopodes. Genève 1858—1861.
8. FR. STEIN, Der Organismus der Infusionsthierie. 3 Bde. Leipzig 1859—1878.
9. HERTWIG und LESSER, Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Diese Zeitschr. Bd. X. Suppl. 1860.
10. E. HAECKEL, Über den Sarkodekörper der Rhizopoden. Diese Zeitschr. Bd. XV. 1865.
11. E. HAECKEL, Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. Bd. IV. 1867.
12. O. BÜTSCHLI, Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. Archiv für Anat. u. Physiol. p. 362—365. 1870.
13. E. DE FROMENTEL, Études sur les Microzoaires ou Infusoires proprement dits. Paris 1874.
14. F. E. SCHULZE, Rhizopodenstudien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. X—XIII. 1874—1877.
15. CIENKOWSKY, Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876.
16. TH. W. ENGELMANN, Protoplasma und Flimmerbewegung. in: Handb. d. Physiol. von HERMANN. Bd. I. 4. Thl. 1879.

17. O. BÜTSCHLI, BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I. Neue Folge. 1880.
 18. A. CERTES, Sur la glycogénèse chez les Infusoires. Compt. rendus. Tome XC. p. 77—80. 1880.
 19. KRUKENBERG, Vergl. physiol. Vorträge. II.: Grundzüge einer vergl. Physiol. der Verdauung. Heidelberg 1882.
 20. J. L. DE LANESSAN, Les Protozoaires. Paris 1882.
 21. E. METSCHNIKOFF, Zur Lehre über die intracelluläre Verdauung der Thiere. in: Zool. Anz. Nr. 113. p. 310. 1882.
 22. ARN. BRASS, Biologische Studien. 4. Thl. Organisation der thier. Zelle. Heft 4 u. 2. Halle 1883.
 23. AUG. GRUBER, Über die Einflusslosigkeit des Kerns auf die Bewegung, die Ernährung und das Wachstum einzelliger Thiere. Biol. Centralbl. Bd. III. Nr. 19. 1883.
 24. FROMANN, Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen des Protoplasma. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIII (X). 1884.
 25. A. GRUBER, Die Protozoen des Hafens von Genua. Halle 1884.
 26. A. BRASS, Chromatin, Zellsubstanz und Kern. Marburg 1885.
 27. O. BÜTSCHLI, Glycogen in Protozoen. Zeitschr. für Biol. Bd. XXI. p. 603—612. 1885.
 28. E. MAUPAS, Sur le glycogène chez les Infusoires ciliés. Compt. rend. Tome CI. No. 26. 1885.
 29. A. GRUBER, Studien über Amöben. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.
 30. MARION GREENWOOD, On the digestive process in some Rhizopods. in: Journal of Physiology. VII. No. 3. 1886.
-
- I. H. LANDOLT, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen. Braunschweig 1879.
 - II. VALENTIN, Die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Licht. Leipzig 1864.
 - III. V. A. POULSEN, Botanische Mikrochemie. Deutsch von C. MÜLLER. Kassel 1884.
-

Die ersten Fütterungsversuche an Protozoen wurden schon im vorigen Jahrhundert angestellt. Im Jahre 1777 nämlich fütterte der Graf VON GLEICHEN-RUSSWURM bereits Infusorien mit Karminkörnchen, nachdem CORTI vorher Exemplare von *Stylonichia* hatte hungern lassen und dabei die Beobachtung gemacht hatte, dass die Thiere durch Entziehen der Nahrung heller wurden. EHRENBERG setzte die Fütterungen mit Karminpartikelchen fort und wurde bekanntlich durch die Beobachtung, dass alle diese Karminkörnchen in helle Blasen — unsere heutigen Verdauungsvacuolen — eingeschlossen wurden, zu der Ansicht geführt, dass den Infusorien ein vollkommener Verdauungstractus zukomme. EHRENBERG hielt diese Vacuolen für Magenblasen, die traubig an einem Darm hängen sollten. In dieser Ansicht wurde der berühmte Berliner Gelehrte noch besonders dadurch bestärkt, dass er bei einigen Infusorienarten gefärbte Vacuolenflüssigkeit konstatiren konnte, die er für

Gallenabsonderung erklärte. Auch bis in die neueste Zeit sind die Fütterungen von Infusorien mit Karminkörnchen fortgesetzt worden, nicht weil man hoffte, dadurch die Art der Verdauung dieser Thiere kennen zu lernen, sondern weil diese Fütterungsversuche leichten und bequemen Aufschluss über die Organisation des Schlundes, der Wimperung etc., die für die Systematik wichtig sind, geben. Genauere, nur die Physiologie der Ernährung der Protozoen betreffende, Versuche lagen, als ich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor F. E. SCHULZE, diese Arbeit begann, nicht vor, wenn sich auch einige Angaben über die Schicksale der aufgenommenen Nährkörper in den zahlreichen Abhandlungen, die über Protozoen erschienen sind, vorfanden. Inzwischen hat GREENWOOD¹ eine Abhandlung: »On the digestive process in some Rhizopods« erscheinen lassen, auf die ich im Laufe meiner Untersuchungen noch öfter zurückzukommen haben werde. GREENWOOD's Versuche beziehen sich nur auf *Amoeba princeps* und *Actinosphaerium Eichhornii*, während die im Folgenden mitzutheilenden Experimente an Repräsentanten verschiedener Protozoenabtheilungen, natürlich nur in so weit, als dieselben nicht durch ihre Kleinheit für jetzt wenigstens noch der Untersuchung unzugänglich sind, angestellt wurden.

Die Nahrung der Protozoen besteht bekanntlich aus Protisten: niederen Algen und Pilzen oder niederen Thieren, Individuen der Protozoenwelt selbst. Die größeren Formen nehmen wohl auch kleinere Würmer, wie Rotatorien, als willkommene Beute auf. In Amöben, welche schon AUERBACH als »Herbivoren« bezeichnet, findet man fast nur Pflanzen, seltener wurden in ihnen verschluckte Infusorien beobachtet, da deren schnelle Beweglichkeit sie vor den Verfolgungen des langsam fließenden Amöbenplasmas schützt. Jedoch finden sich in großen Exemplaren Infusorien; so giebt z. B. auch GRUBER (Nr. 25) an, dass er Oxytrichen in Amöben gesehen habe und bildet solche ab. Andere Abtheilungen der Protozoen dagegen, wie Heliozoen und Suctorien, nähren sich nur von lebenden Thieren: Infusorien und Räderthiere dienen ihnen zur Nahrung. Die Infusorien selbst endlich strudeln ohne Unterbrechung und Unterschied die sie umgebenden Fremdkörper in ihren Plasmaleib. In Stentor z. B. habe ich oft neben Räderthieren Pilze und Algen als aufgenommene Nährkörper gefunden. Durch die Strudelung der Wimpern des Infusorienleibes werden eben die umherliegenden Fremdkörper in Bewegung gesetzt, reizen die Schlundhärchen und werden aufgenommen, während bei den Heliozoen und Suctorien

¹ Dem Verfasser sei an dieser Stelle für die Übersendung derselben bestens gedankt.

die Achsenstrahlen resp. Tentakeln eines Reizes seitens eines sich selbst bewegenden Körpers bedürfen, um in Funktion zu treten.

Um nun darüber Klarheit zu erlangen, welche Bestandtheile der aufgenommenen Körper von den Protozoen assimiliert werden, wurden die Thiere mit den einzelnen Stoffen, aus denen sich die Nahrungskörper aufbauen, gefüttert. **Amylum**, **Öl** und **Eiweiß** sind die Hauptbestandtheile der Protozoennahrung. Welchen Veränderungen unterliegen diese Stoffe im Plasma der Rhizopoden und Infusorien?

Rhizopoda.

Bevor ich genauer auf die Schicksale der einzelnen aufgenommenen Nahrungstheile im Rhizopodenkörper eingehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die Aufnahme von Fremdkörpern überhaupt in das Amöbenplasma vorausszuschicken.

In den Lehr- und Handbüchern finden sich jetzt noch die Beschreibungen älterer Forscher über die Nahrungsaufnahme der Amöben. Diese sämtlichen Beobachter schildern dieselbe als ein »Umfließen« des aufzunehmenden Gegenstandes. Erst in neuerer Zeit ist von englischen und amerikanischen Gelehrten eine andere Art der Nahrungsaufnahme mitgetheilt worden. DUNCAN, LEIDY (cf. BÜTSCHLI [Nr. 47] p. 448) und jüngst GREENWOOD geben an, dass die Amöben mit ihrem hinteren, unbeweglichen Theile die fremden Partikelchen in sich hineinziehen. Ich habe beide Arten der Nahrungsaufnahme gesehen, und die letztere bei einer *Amoeba princeps* genau beobachtet. Es ist diese Beobachtung nicht gar leicht zu machen, da es nur selten gelingt, auch bei langem, anhaltendem Verfolgen von kriechenden Amöben, dieselben fremde Körperchen in sich aufnehmen zu sehen. AUERBACH (Nr. 6), der zuerst Amöben genau und anhaltend studirt hat, klagt an verschiedenen Stellen seiner Abhandlung, dass es ihm leider nicht vergönnt gewesen sei, obgleich er sich »viele Mühe gegeben habe« eines der beobachteten Thiere fressen zu sehen. Ich gebe in Fig. 4, 2, 3 eine Abbildung des von mir beobachteten Vorganges. Die Fig. 4, 5, 6 zeigen uns den Akt der Exkretion. Es vollzieht sich also der umgekehrte Process an derselben Stelle. Das Thier zog mit den hinteren, fransenartigen Protoplasmafortsätzen die Beute, hier ein Bacterium, in sich hinein, während das miteindringende Wasser die Aufnahmevacuole bildete. In dem vorderen Theile der Amöbe, in dem der Kern sichtbar war, fand während dieses Vorganges kein Fortfließen des Protoplasmas nach vorn statt, sondern es zeigte sich an dieser Stelle eine sehr lebhaft Brown'sche Molekularbewegung. Ich kann also nach dieser Beobachtung die Angaben von DUNCAN, LEIDY und GREENWOOD bestätigen.

Ich wende mich nun zu den Beschreibungen der eigentlichen Fütterungsversuche und beginne mit der Schilderung der Experimente, welche mit **Amylumkörnchen** angestellt wurden.

Bei allen diesen Versuchen wurde Reismehlstärke verfüttert. Als Reagens wurde die LUGOL'sche Lösung, bestehend aus sechs Theilen Jodkalium, 100 Theilen Aqua destillata und vier Theilen Jod, in der Weise angewendet, dass von dieser starken Lösung ein bis zwei Tropfen zu einem Uhrschildchen mit Wasser hinzugesetzt wurden. Die Reaktion wird dadurch zwar sehr verlangsamt, doch ist sie deutlich und besonders in der Färbung fein nuancirt. Außerdem wurde auch noch, um etwaige durch die Reaktion nicht erkennbare Veränderungen am Amylum wahrnehmen zu können, der Polarisationsapparat von ZEISS angewendet.

Die ersten Versuche, von denen unten einer mitgetheilt wird, wurden in der Weise angestellt, dass zu den unter dem Deckglase befindlichen Thieren Wasser, welches Stärkekörner enthielt, hinzugefügt wurde. Den so beschickten Objektträger überließ ich in einer feuchten Kammer sich selbst. Da sich bei diesen Versuchen aber bald der Übelstand herausstellte, dass, sobald sich das Experiment auf länger als 48, höchstens 72 Stunden erstreckte, unter dem Deckglase in ungeheurer Anzahl Spaltpilze auftraten, die den baldigen Untergang oder die Einkapselung der gefütterten Thiere herbeiführten, so richtete sich das Augenmerk darauf, ein Verfahren zu finden, welches diesem Übelstande abhalf und ein möglichst langes Verweilen der Amylumkörner im Plasma der Versuchsthiere begünstigte. Die späteren Versuche wurden also in folgender Weise angestellt:

Eine kleine Glasdose wurde zur Hälfte mit Wasser, welches pflanzlichen Detritus, an dem Amöben konstatirt worden waren, enthielt, gefüllt. Zu diesem Wasser wurde ein vielleicht erbsengroßes Klümpchen Reismehlstärke, das vorher zerdrückt und mit Wasser verrührt worden war, hinzugefügt. Das Amylum setzte sich alsbald zu Boden, und die einzelnen Körner geriethen zwischen den Detritus der Blätter, an denen die Amöben herumkrochen. Nach den ersten 24 Stunden, während welcher Zeit die Dose zugedeckt sich selbst überlassen war, zeigten die Thiere nur selten in ihrer Sarkode Amylumkörner. Jedoch nach zwei Tagen enthielt fast jede Amöbe ein oder mehrere Stärkekörnchen. Es wurden nun jeden Tag einige dieser Amöben aus der Dose, deren Wasser immer durch frisches aus dem großen Bassin, aus welchem die Versuchsthiere stammten, ersetzt wurde, entnommen und untersucht. Das umgebende Wasser wurde durch diese Methode fast spaltpilzfrei erhalten und zeigte nur so viel Schizomyceten, wie jedes amöbenenthaltende

Wasser aufweist. Die Spaltpilze dienen nämlich den Amöben zur Nahrung. Alle diese Amöben zeigten nun Stärke, deren einzelne Körner bei Anwendung des Polarisationsapparates das bekannte Kreuz aufs schönste erkennen ließen, in ihrem Protoplasma und meist eine deutliche Vacuole um das Amylumkorn. Sie wurden am Schlusse der Untersuchung jedes Mal mit Jod getödtet. Es wurde nun konstatiert, dass das Amylum unverändert blieb und nicht verwandelt wurde, ein Ergebnis, das schon die auf die erstbeschriebene Art angestellten Versuche wahrscheinlich gemacht hatten, und welches GREENWOOD auch als Resultat seiner Experimente angiebt. In den beobachteten Amöben erlitten die Körner keine Veränderung. Polarisation und Jodreaktion zeigten bei allen untersuchten Thieren aufs deutlichste, dass die Amylumkörner unverändert geblieben waren. Diese Beobachtung der in der Dose befindlichen Amöben wurde längere Zeit fortgesetzt und später mehrere Male noch wiederholt, und keine der untersuchten Amöben zeigte je ein verwandeltes oder durch Sprünge etc. zerrissenes Stärkekorn, obgleich oftmals die Amylumkörner länger als acht Tage in den einzelnen Thieren blieben.

Dieses Ergebnis, dass Stärkekörner von den Amöben nicht verdaut werden, steht auch mit den früheren Befunden älterer Forscher nicht in Widerspruch, sondern wird durch einzelne Mittheilungen bestätigt. AUERBACH (Nr. 6) bildet in seiner Abhandlung eine Amöbe ab, die er mit Jod abgetödtet hatte. Dieses Thier zeigte deutliche, durch Jod dunkelviolett gefärbte Amylumkörner, deren Vorkommen AUERBACH in Verwunderung versetzte. Leicht wird die Sache erklärt, wenn wir annehmen, dass die Amöbe von den Pflanzen, die sie gefressen und verdaut hatte, diese für sie unverdaubaren Stärkekörner in der Sarkode zurückbehalten habe. Von der Thatsache, dass diese Thiere oft lange Zeit solche Stoffe, die für sie ohne jeden Nahrungswerth sind, mit sich herumschleppen, kann man sich leicht überzeugen, wenn man Rhizopoden längere Zeit beobachtet¹. Einige Forscher nahmen, da sie keine andere Erklärung für das Vorkommen von Amylum fanden, an, dass die Stärke vielleicht im Rhizopodenkörper gebildet werde. BÜTSCHLI urtheilt über diese strittige Frage in dem von ihm bearbeiteten Bande der Protozoen aus BRONN (Nr. 17) p. 104 folgendermaßen: »Das Vorkommen

¹ GRUBER (Nr. 29) vermuthet, dass die Rhizopoden deshalb solche Stoffe, die ohne Nährwerth sind, wie z. B. auch Sandkörner, aufnehmen und mit sich herumschleppen, weil dadurch das weiche Protoplasma eine gewisse Festigkeit erlange. Ich möchte noch anführen, dass durch Anhäufung großer und fester Partikel in der Mitte des Plasma die Oberfläche des Rhizopodenkörpers, die dem Gasaustausche und der Ernährung durch Endosmose hauptsächlich dient, vergrößert wird.

von Stärkekörnern als endogenes Erzeugnis des Rhizopodenkörpers scheint bis jetzt mit Sicherheit in keinem Fall entschieden zu sein.« Ich glaube, dass man das etwaige Vorkommen von Amylumkörnern im Rhizopodenkörper immer mit der Unverdaubarkeit der Stärke wird erklären können.

Ich lasse jetzt die Berichte über einzelne der angestellten Versuche als Belege folgen :

1) *Amoeba princeps*.

Das Thier enthielt Amylumkörner, zwei größere und drei kleinere der Reismehlstärke. Außerdem hatte es mehrere (drei) Diatomeen aufgenommen, von denen es im Laufe der Untersuchung zwei wieder ausschied. Jedes der größeren Stärkekörner war von einer deutlichen Vacuole umgeben; die drei kleineren waren so vertheilt, dass zwei bei dem einen großen Korn und eines bei dem anderen in derselben Vacuole sich befanden. Die Stärkekörner polarisirten sehr schön. Während einer zweistündigen Beobachtung zeigten dieselben keine Veränderung. Dann wurde eine Pause gemacht. Die Amöbe wurde gezeichnet und die Stelle, wo sie sich befand, notirt. Bei der nach ca. zwei Stunden wieder aufgenommenen Untersuchung wurde das Thier unschwer wieder entdeckt. Die Stärke, die noch in derselben Anzahl Körner und in derselben Lagerung sich vorfand, zeigte weder Risse, noch irgend welche andere Veränderungen. Das Polarisationsvermögen war dasselbe geblieben. Während der Nacht blieb das Thier auf dem Objektträger in der feuchten Kammer. Auch am nächsten Tage konnte keinerlei Veränderung an den Stärkekörnern konstatiert werden. Die angewendete Polarisation zeigte keine Verwandlung. Die darauf vorgenommene Abtödtung des Thieres mit Jod ließ eine ganz deutliche, unzweifelhafte Amylumreaktion erkennen.

Dieses Versuchsthier konnte, weil es nach der ersten Methode gefüttert worden war, nur drei Tage lang, das Verweilen der Amylumkörner in demselben also nur zwei Tage lang beobachtet werden. Ich lasse deshalb noch die Schilderungen einiger ausgewählter Experimente folgen, welche auf die oben zweitbeschriebene Art angestellt worden sind.

2) *Amoeba princeps*.

Das Thier enthielt bei Beginn der Beobachtung einige Stärkekörner und außerdem ein Exemplar von *Scenedesmus caudatus*. Das Chlorophyll der letzteren Alge war bräunlich. Die Amöbe kroch munter mit dem aufgenommenen Amylum zwischen den noch zahlreich im Wasser

suspendirten Stärkekörnern umher, ohne jedoch noch eines derselben aufzunehmen. Beobachtet wurde das Thier fünf Tage lang. Am dritten Tage hatte es noch ein Stärkekörnchen aufgenommen. Die Polarisation zeigte keine Veränderung an; die hinzugesetzte LUGOL'sche Lösung färbte die Körner dunkelviolet. Das Resultat war also ein negatives.

3) *Amoeba radiosa*.

Das Thier enthielt in einer deutlichen Vacuole ein kleines Korn der Reismehlstärke. Als nach achtstündiger Beobachtung das Körnchen ausgeschieden wurde, wurde durch die Jodlösung eine unzweifelhafte Amylumreaktion konstatiert.

4) *Amoeba princeps*.

Da das zur Untersuchung gelangende Exemplar von besonderer Größe war, so wurde, weil es außerdem ziemlich viele aufgenommene Stärkekörner enthielt, der Versuch unternommen, das Thier zu isoliren. Dieses Unternehmen gelang. Die Stärkekörner, drei an der Zahl, lagen in zwei Vacuolen; das einzeln liegende wurde im Laufe der Beobachtung, die sich auf fünf Tage ausdehnte, ausgeschieden. Die beiden anderen Körner zeigten nach der Abtödtung der Amöbe mit Jodlösung eine dunkelviolet Färbung. Die Reaktion war sehr deutlich.

5) *Pelomyxa palustris*.

Ich habe viele Exemplare dieses interessanten Rhizopoden, der sich in einem Bassin des Berliner Universitätsgartens ziemlich häufig findet, mit Amylumkörnchen gefüttert, in der Hoffnung, dass diese ansehnlichen Thiere die Stärke vielleicht verändern würden. Um die *Pelomyxa* möglichst von dem die Beobachtung hindernden Schlamme zu befreien, wurden die Individuen ca. 24 Stunden in reines Wasser gesetzt und, gegen Licht geschützt, gegen das diese Thiere, die immer im Schlamme leben, sehr empfindlich sind, sich selbst überlassen. Zu der so klar gewordenen *Pelomyxa* wurde zerrührtes Amylum hinzugesetzt. Nach kurzer Zeit hatte sich das Plasma des Rhizopoden ganz mit Stärkekörnern gefüllt. Nach 24 Stunden wurde Jodlösung hinzugefügt, und alle Körner der Reismehlstärke zeigten ohne Ausnahme die deutlichste Amylumreaktion. Der Versuch wurde, wie schon erwähnt, öfter wiederholt und ergab immer dasselbe negative Resultat. Ließ ich die Thiere länger als 24 Stunden in dem stärkehaltigen Wasser, so gingen sie zu Grunde. Von einer dabei etwa statthabenden Einkapselung oder Bildung einer Rindenschicht, wie sie bei anderen Rhizopoden in solchen

Fällen meist einzutreten pflegt, habe ich bei *Pelomyxa* nichts bemerken können.

6) *Actinophrys sol.*

Ich habe schon oben bemerkt, dass diese Thiere sich von lebenden Protozoen nähren. Ich war daher überrascht, als ich bei der Beobachtung der mit Stärkekörnern gefütterten Amöben auf zwei konjugirte Exemplare von *Actinophrys sol* traf, die in der gemeinschaftlichen Vacuole ein großes Stärkekorn enthielten. Ich glaube mit der Erklärung nicht fehl zu gehen, dass dieses Amylumkorn von einem Infusorium verschluckt worden ist, und dass dieses von einem der Heliozoen erbeutet und verdaut worden war, während die Stärke unverändert blieb. Fig. 7 zeigt das Bild, das sich dem Beschauer darbot. Später trennten sich die beiden Thiere; ich färbte das Stärkekorn, das noch ca. drei Stunden unter meinen Augen in der Vacuole verweilt hatte, mit Jodlösung. Die dunkelviolette Färbung zeigte, dass das Amylum unverändert geblieben war.

Als zweiter Bestandtheil der Protozoennahrung, dessen Schicksale im Rhizopodenplasma ich nun zu schildern habe, war oben das Öl angeführt worden. Dieser Stoff wurde den Rhizopoden in Form kleiner Kügelchen dargeboten, und zwar wurde bei den ersten Experimenten, die in dieser Richtung angestellt wurden, auf dem Objektträger zu einem Tropfen Wassers, das sich als amöbenreich erwiesen hatte, noch bevor das Deckglas aufgelegt wurde, ein Tropfen einer Ölemulsion hinzugefügt. Diese Ölemulsion wurde aus Olivenöl hergestellt und mit Alkannatinktur roth gefärbt, um eine Verwechslung der gefütterten Öltropfen mit anderen ähnlich lichtbrechenden Körnchen in der Sarkode möglichst zu vermeiden. Diese Färbung erwies sich aber auch noch in anderer Hinsicht als sehr günstig. Ich sparte nämlich durch dieselbe die Fütterung der Thiere mit Lackmuspartikelchen, welche nöthig gewesen wäre, um den chemischen Charakter der Verdauungsvacuole zu erkennen. Die Reaktion der Alkannatinktur ist viel zarter und deutlicher als die Reaktion des Lackmus. Außerdem ließen die hellen Öltröpfchen, besonders wenn mit dem Abbe'schen Beleuchtungsapparat ohne Blende gearbeitet wurde, die geringste Farbenveränderung des Alkanna leicht erkennen. Ich kann daher die Anwendung der mit Alkannatinktur gefärbten Öltropfen wegen dieser Eigenschaft der Alkannawurzel, auf Alkalien respektive Säuren zu reagiren, bei mikrochemischen Arbeiten nur empfehlen.

Diese so gefärbten Öltropfen der Olivenölemulsion wurden von

den Amöben nicht so gern und schnell aufgenommen, wie die Amylumkörner. Einen der auf diese Art ausgeführten Versuche theile ich unten mit. Eine darauf bezügliche Abbildung zeigt Fig. 8. Bei den späteren Experimenten wurde nach dem Vorgange GREENWOOD's nur noch Milchöl den Thieren zur Aufnahme angeboten. In einem Uhrsälchen wurde die verdünnte Milch mit gleichfalls verdünnter Alkannatinktur vermischt; nach einigen Stunden hatte sich dann oben im Uhrsälchen eine Schicht roth gefärbter Öltröpfchen abgesondert. Von dieser Schicht nun wurde ein Tropfen auf dem Objektträger zu den Amöben hinzugegeben; dieses Präparat wurde in einer feuchten Kammer vor dem Verdunsten geschützt und nach 24 respektive 48 Stunden untersucht. Bei den zahlreichen angestellten Versuchen habe ich an den Milchölkügelchen nie eine Veränderung bemerken können. Die Öltröpfchen wurden von keinem einzigen der beobachteten Versuchsthier ver wandelt. Es zeigte sich immer eine Vacuole um den Öltröpfchen herum, der stets, auch wenn die Alkannatinktur vorher durch Alkalien gebläut worden war, eine deutliche rothe Farbe zeigte. Zu demselben Resultate, d. h. dass Fett in Amöben unverändert bleibt, ist auch GREENWOOD gelangt; er schreibt l. c. p. 272: »Fate globules are not digested by Amoeba« und fährt dann fort: »a slow digestion of them probably takes place in Actinosphaerium«. Gegen diese letzte Behauptung, die GREENWOOD daraus herleitet, dass in einer von einem Actinosphaerium aufgenommenen Krusterlarve einige in der Larve enthaltene Öltröpfchen Veränderungen wenn auch nur unbedeutender Art zeigten, kann ich leider keine eigenen Beobachtungen vorbringen, möchte jedoch bemerken, dass diese Änderungen vielleicht durch die eigenen sekretorischen Säfte des gefangenen Thieres herbeigeführt worden sind.

Die Schilderung zweier der zahlreichen Versuche, die ich mit Ölkügelchen an den Amöben ausgeführt habe, möge hier Platz finden.

1) Amoeba princeps.

Das Thier, dem Öltröpfchen einer Olivenölemulsion angeboten worden waren, wurde nach 48 Stunden untersucht. Es enthielt eine Ölkugel in einer deutlichen Vacuole. Nach zwei Stunden war das Öl unverändert. In diesem Stadium wurde das Thier gezeichnet: Fig. 8. Da die Amöbe in einen Moderhaufen kroch, musste die Beobachtung abgebrochen werden. Am nächsten Morgen wurde das Thier wiedergefunden. Der Öltröpfchen war unverändert und von einer Vacuole umgeben; seine Färbung war deutlich roth.

2) *Amoeba princeps*.

Das Thier war mit gefärbtem Milchöl, das vorher gebläut worden war, gefüttert worden und hatte nach 24 Stunden drei Milchkügelchen aufgenommen. Die Färbung derselben war roth geworden, während die anderen unter dem Deckglase befindlichen Kügelchen fliederblau geblieben waren. Das Exemplar wurde zwei Tage lang beobachtet und keine Veränderung an den Ölkügelchen bemerkt. Die Verdauungsvacuole war bei dieser Amöbe sehr undeutlich.

Nachdem sich durch die vorher beschriebenen Versuche gezeigt hatte, dass weder Amylumkörnchen noch Öltropfen verdaut werden, blieb für die Ernährung der Rhizopoden, wenn man nicht annehmen wollte, dass dieselbe ganz auf endosmotischem Wege vor sich gehe, nur die Vermuthung übrig, dass Eiweiß die hauptsächlichste Nahrung dieser Thiere bilde. Und diese Vermuthung ist, wie alle angestellten Versuche bewiesen, richtig. Pflanzliches und thierisches Eiweiß sind die hauptsächlichsten Nährmittel der Rhizopoden. Wenn die Amöben auch anscheinend nicht im Stande sind, gekochtes Eiweiß zu verdauen, so zeigten andererseits die Beobachtungen über die Schicksale des Eiweißes der gefressenen Protisten deutlich, dass hier eine Auflösung stattfindet. Das Protoplasma der verschluckten Protozoen, Algen und Pilze wird, nachdem es verflüssigt worden ist, von der Sarkode der Rhizopoden aufgenommen oder vielmehr aufgesaugt, während die unverdaulichen Reste excernirt werden. Leider sind unsere Kenntnisse über die Reaktionen der verschiedenen Eiweißsubstanzen, speciell die mikrochemischen, so geringe, dass ich mich nur auf die Beschreibung der beobachteten Verwandlungen, denen die aufgenommenen Eiweißstoffe unterliegen, beschränken will, ohne Spekulationen über ihre Zusammensetzung anzustellen.

1) *Amoeba princeps*.

Es war dies dasselbe Exemplar, bei dem ich die Aufnahme der Nahrung von hinten, die ich oben beschrieben habe, beobachtete. Die aufgenommene Beute war ein Bacterium. Nach Verlauf einer halben Stunde war dasselbe als solches nicht mehr zu erkennen, sondern war schon breiig zerfallen. Nach ungefähr 10 weiteren Minuten war die Vacuole noch deutlich sichtbar, vom Bacterium waren nur noch einige stärker lichtbrechende Pünktchen in derselben zu sehen. Nachdem ca. 50 Minuten seit der Nahrungsaufnahme verflossen waren, war die Vacuole mit Inhalt verschwunden. Das Bacterium war verdaut.

2) *Actinophrys sol.*

Das Thier zeigte, als die Beobachtung begann, einen in einer Vacuole eingeschlossenen Flagellaten, der schon halb aufgelöst war. Während einer einstündigen Beobachtung nahm das Thier noch drei Flagellaten, die zahlreich im Wasser herumschwärmten, auf. Sobald ein solcher Flagellat den Achsenfaden des Heliozoons gereizt hatte, wurde er durch einen schnell sich vorstülpenden Protoplasmafortsatz ergriffen und in den Körper hineingezogen. Die Verdauung der Beute durch das Sonnenthierchen ging sehr schnell vor sich. Schon nach 10 Minuten war die Form der Thiere nicht mehr zu erkennen; das Chlorophyllkörnchen, welches sie enthielten, war zwar noch grün, wurde aber bald braunroth. Nach ca. 25 Minuten war die Verdauung beendet, die Vacuole verschwand bei der darauf stattfindenden Exkretion des Chlorophylls, und man erblickte an der Stelle, wo die Vacuole sich befunden hatte, das Protoplasma mit den Sarkodekörnchen des *Actinophrys*.

3) *Actinophrys sol.*

Unter den vielen Heliozoen, die ich beobachtete, traf ich auf ein *Actinophrys*, das in einer seine Körpergröße überragenden Vacuole eine losgerissene Vorticellenknospe oder Vorticelle selbst enthielt. Das eingeschlossene Thier machte fortgesetzt noch zuckende Bewegungen, und seine Wimpern schlugen noch. Das sich dem Beschauer darbietende Bild zeigt Fig. 9. Nach 15 Minuten war das gefangene Thier ruhig geworden. Bei der nun beginnenden Verdauung leisteten die Cilien am längsten Widerstand. Nach ungefähr 70 Minuten war die Vorticelle als solche nicht mehr sichtbar. Es war fast Alles gelöst. Man erblickte in der Vacuole nur noch einen Haufen granularer Substanz. Bei der bald darauf stattfindenden Exkretion einiger unverdaubarer Reste verschwand die Vacuole. Die Beute war verdaut.

4) *Amoeba princeps.*

Zu einem Tropfen Wassers, das Amöben enthielt, wurden gekochte Dotterkugeln von Hühnereigelb hinzugesetzt. Die Amöben nahmen dieselben jedoch nur in vereinzelt Fällen auf. In zwei Fällen wurde ein Verweilen derselben in dem Plasma der Amöben während ca. 24 Stunden beobachtet, ohne dass eine Veränderung an den bald darauf ausgeschiedenen Dotterkugeln konstatiert werden konnte; dieses Ergebnis macht die Annahme wahrscheinlich, dass diese Thiere nicht im Stande sind, gekochtes Eiweiß aufzulösen. Die in derselben Richtung

angestellten Versuche mit *Pelomyxa palustris* misslangen, da die Thiere die Kügelchen nicht aufnahmen.

Ich schließe hiermit den Bericht über die an Rhizopoden angestellten Fütterungsversuche und wende mich zur zweiten Klasse der Protozoen, zu den

Infusorien.

Die Versuche, welche ich mit diesen Thieren ausgeführt habe, wurden in gleicher Reihenfolge und unter Anwendung derselben Methoden, wie bei den Rhizopoden unternommen, doch boten sie durch die relative Größe der einzelnen Individuen weniger Schwierigkeiten als jene. Immer wurden die Versuchsthiere isolirt und in einer kleinen feuchten Kammer im hängenden Tropfen längere Zeit erhalten. Ich habe für die angestellten Experimente fast nur Exemplare der größeren ciliaten Infusorien verwendet, und können die Resultate also auch nur für diese gelten, obgleich mehrere Beobachtungen kleinerer flagellaten Formen es mir wahrscheinlich gemacht haben, dass bei ihnen die Ernährung respektive Verdauung auf dieselbe Weise vor sich geht, wie bei den großen ciliaten Infusorien.

Bei den ersten der angestellten Versuche mit **Amylumkörnchen**, die von den Infusorien leicht und gern aufgenommen wurden, konnte ich auch bei längerer Beobachtung keine Veränderung an der Stärke wahrnehmen. Die Thiere nahmen das Amylum auf, um es nach ein bis anderthalb Stunden unverändert wieder auszuschcheiden, wenn ich sie in dem Wasser, in dem sie vorher gelebt hatten, beließ. Ich brachte desshalb einzelne Stentoren, die zuerst gefüttert wurden, während sie im Wasser umherschwärmten, in reines mit Stärkekörnern gefülltes Wasser und ließ sie darin, bis sie Amylumkörner in ihrem Protoplasma zeigten (hierzu Fig. 14); dann wurden sie isolirt sich selbst überlassen. Nach 24 Stunden waren zwar einige Exemplare zu Grunde gegangen, andere jedoch zeigten deutliche Risse an den verschluckten Stärkekörnern, und bei einem Exemplar, das ich, weil das darin enthaltene Amylumkorn unter dem Polarisationsapparat nicht mehr das Kreuz zeigte, mit Jodlösung abtödtete, wurde eine rothviolette Färbung der früheren Stärke bemerkt. Das Amylum war verändert. Leider gingen die so gefütterten Stentoren meist nach 48 Stunden zu Grunde, oder sie schieden, wenn ich sie, um dies zu verhüten, mit Pflanzen fütterte, die veränderte Stärke aus. Das klarste Bild, welches ich bei angewandter Jodreaktion bei den so gefütterten Stentoren erhielt, zeigt Fig. 10; die veränderte Stärke wurde deutlich roth und polarisirte nicht mehr. Auch die dann zu den

Experimenten gewählten Spirostomeen zeigten sich als untauglich zu diesen Fütterungsversuchen. Sie nahmen nur ganz kleine Amylumkörner auf. Fig. 11 zeigt das Hinterende eines Spirostomum ambiguum mit den von Vacuolen umschlossenen Häufchen der kleinen Reismehlstärkekörner. Die Thiere gingen meist zu Grunde. Als sehr günstige Objekte dagegen erwiesen sich Exemplare von Climacostomum virens, mit denen ich zahlreiche Experimente ausgeführt habe, die als Resultat ergaben, dass diese Thiere, wenn ihnen andere Nahrung entzogen wird, nach ungefähr 24 Stunden die Stärke in einen Stoff überführen, der sich mit Jod rothviolett bis weinroth färbt. Dieser Stoff, welchen ich für noch ungelöstes Dextrin halte, wird später gelöst; ob er mit dem von anderen Forschern als Glykogen bezeichneten identisch ist, wage ich nicht zu entscheiden. Die Mikrochemie lässt uns auch hier im Stich. Ich will und darf hier nicht verschweigen, dass nicht alle in dieser Richtung unternommenen Versuche geglückt sind. Ich habe Amylum in Infusorien, besonders in kleineren Formen, wie Coleps hirtus, Euplotes charon, Halteria etc. länger als 24 Stunden, ohne irgend eine Veränderung zu zeigen, verweilen sehen.

Ich lasse die Beschreibungen einiger der hauptsächlichsten Versuche folgen.

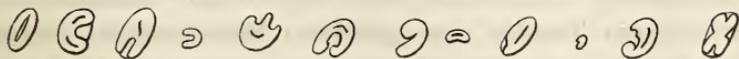
1) Climacostomum virens.

Die mit Amylum in einer Dose angesetzten Infusorien wurden am nächsten Morgen, nachdem Amylumkörner von ihnen aufgenommen worden waren, isolirt und nach abermals 24 Stunden untersucht. Verschiedene Amylumkörner zeigten Risse, andere waren zerfallen. Die Thiere wurden einzeln mit Jod getödtet und dann gezeichnet. Fig. 12 zeigt ein Exemplar mit Jodlösung behandelt und die Einwirkung derselben auf die aufgenommenen Amylumkörner.

2) Climacostomum virens.

Das Thier wurde wie die vorigen gefüttert. Die Untersuchung ergab ein zerfallenes Stärkekorn, das sich in ähnlicher Weise, wie das bei Stentor Fig. 10 abgebildete, färbte.

Von den verschiedenen zerrissenen Stärkekörnern, die ich in den



Versuchsthieren von Climacostomum fand, gebe ich anbei einige Abbildungen.

3) *Vorticella nebulifera*.

Zu dem an einem Moderhaufen festsitzenden Thiere wurde Stärkekörner enthaltendes Wasser hinzugesetzt. Die *Vorticella* nahm sehr schnell allerdings nur die kleinen Körner der Reismehlstärke auf. Nachdem sich fast der ganze Innenraum des Thieres mit Vacuolën, die die einzelnen Stärkekörner umschlossen, gefüllt hatte, zog das Thier sein Wirbelorgan nach innen, das Peristom schloss sich, und die *Vorticella* begann zu verdauen. Bei diesem Exemplare gelang es mir, das Zerfallen eines Stärkekorns in zwei Theile zu beobachten, ich färbte alsbald mit Jod, die Theilstücke zeigten jedoch noch eine deutliche dunkelviolette Färbung, während ich bei einem anderen Exemplare derselben Thierart bei späterer Abtödtung mit Jodlösung an den veränderten Stärkepartikelchen eine rothviolette Färbung wahrnehmen konnte. Ließ man die Thiere 24 Stunden, während welcher Zeit sie natürlich kontrollirt wurden, ruhig verdauen, so zeigte eine spätere Einwirkung von Jodlösung keine weitere Färbung mehr, als die gelbe bis braune, die jedes Protoplasma unter Einwirkung dieses Reagens annimmt; die sich rothviolett färbende Substanz war verschwunden, anscheinend gelöst.

4) *Peranema trichophorum*.

Ich fand diesen Flagellaten, als ich aus einem Amöben enthaltenden und mit Amylum angesetzten Wasser einen Tropfen entnahm, in drei Exemplaren vor. Zwei dieser Thiere enthielten ziemlich große Stärkekörner, und das dritte beschäftigte sich lebhaft mit einem im Wasser suspendirten Amylumkörnchen. Es bemühte sich dasselbe vorn an der Stelle, wo die starrere Geißel entspringt, in sich hineinzudrücken, was ihm jedoch nicht gelang. Ich färbte die beiden anderen Exemplare mit der LUGOL'schen Lösung, konnte jedoch nur eine unzweifelhafte Amylumreaktion erkennen.

Während ich demnach bei einigen Infusorien Veränderungen des Amylums konstatiren konnte, ist mir das Gleiche bei den Fütterungsversuchen mit Milchölkügelchen nicht gelungen.

Die Experimente wurden in derselben Weise, wie bei den Rhizopoden, ausgeführt. Zu den auf dem Objektträger befindlichen Infusorien wurde ein Tropfen der gefärbten Milchölschicht hinzugefügt. Die Thiere fressen aber diese Öltröpfchen nicht gern. Ich habe Stentoren hungern lassen und ihnen dann dieses Öl angeboten, aber sie nahmen es trotzdem nicht auf. Und wenn auch eines der Kügelchen

wirklich nicht wieder aus dem Schlunde herausgeschleudert wurde, sondern in das Innere gelangte, so wurde es doch nach ganz kurzer Zeit wieder ausgestoßen. Auch wenn etwa nicht gefärbtes Öl angewendet wurde, behielten die Thiere dasselbe nicht im Protoplasma. Eben so nahmen einige Exemplare von *Climacostomum virens*, welche ich dann zu diesen Versuchen verwendete, die gefärbten Öltröpfchen nicht auf, während andere Individuen derselben Species mit großer Schnelligkeit eine beträchtliche Anzahl solcher Fettkügelchen in sich hineinstrudelten. Fig. 43 zeigt ein *Climacostomum virens* mit Öltröpfchen im Protoplasma. Die größere Anzahl derselben befand sich immer auf einen Haufen zusammengepresst unterhalb des Schlundes, während zahlreiche einzelne Öltröpfchen im Protoplasma zerstreut lagen. Das Merkwürdigste war jedoch, dass sich weder um den Haufen noch um die einzelnen Kügelchen eine Vacuole befand. Um jeden Fremdkörper bildet sich sonst im Protoplasma der Protozoen eine Vacuole, die zwar manchmal nicht sehr deutlich erscheint, aber jedes Mal erkennbar wird, wenn eine Pressung auf das Protoplasma ausgeübt wird. Bei den Öltröpfchen habe ich indessen, auch wenn ich die Thiere eintrocknen ließ, nie eine Vacuole beobachten können. Hält man dieses Resultat mit der bekannten Thatsache, dass sich im Infusorienkörper viele stark lichtbrechende runde Körperchen, die sich mit Osmiumsäure schwarz färben, vorfinden, welche von fast allen Beobachtern für Öltröpfchen angesehen worden sind, zusammen, so liegt die Vermuthung nahe, dass das Öl vielleicht als Reservenernährungsstoff im Protoplasma aufgespeichert werde. Gegen diese Annahme spricht allerdings, dass auch hungernde Exemplare von *Climacostomum virens*, wenigstens so weit meine Beobachtungen reichen, das aufgenommene Fett nicht lösten. Ich möchte diese Frage noch offen lassen.

Von den verschiedenen Versuchen, die sich alle bis auf die Beobachtungsdauer und das längere oder kürzere Verweilen der Öltröpfchen im Protoplasma völlig gleichen, mag die Schilderung des einen, der auch noch in anderer Hinsicht Interesse zu erwecken im Stande ist, hier Platz finden.

Climacostomum virens.

Das Thier hatte ziemlich viele der Michölkügelchen aufgenommen, die theils zusammen, theils einzeln zerstreut lagen. Während nun die meisten die rothe Färbung beibehielten, wurden andere deutlich fliederblau. Das Protoplasma wirkte hier also wie ein Alkali auf den Farbstoff der Alkannawurzel. Eine Vacuole war um keines der Fetttröpfchen zu bemerken. Es hätte das Vorhandensein einer solchen

auch dieser Reaktion vollständig widersprochen, denn die Verdauungsvacuolen, die ich chemisch zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten alle meist eine saure, seltener neutrale, nie aber eine alkalische Reaktion. Das Öl blieb in diesem Exemplar nur circa dreiviertel Stunden, nur einzelne Kügelchen blieben bis zum nächsten Morgen, also circa 48 Stunden in dem Thiere. Sie waren bei der Untersuchung unverändert, nur die Farbe war jetzt bei allen eine deutlich rothe. Das Bild der zuerst gesehenen alkalischen Reaktion zeigt Fig. 15.

Eine Veränderung der Öltröpfchen habe ich also in den Thieren bei keinem Exemplare konstatiren können.

Es erübrigt noch, die Beobachtungen über die Eiweißverdauung bei den Protozoen mitzuthellen. Dieser Theil der Arbeit bewegt sich auf einem Gebiete, auf dem schon EHRENBURG vorgearbeitet hat. Derselbe hat schon das Zerfallen und Schlawfwerden der Algen, die Farbveränderungen, denen das Chlorophyll unterliegt, gesehen. In seinem großen, klassischen Werke finden sich viele Angaben darüber. PERTY und viele andere spätere Forscher haben dasselbe beobachtet und abgebildet. Die Vorgänge sind dieselben, wie ich sie oben bei den Rhizopoden geschildert habe. Als neu habe ich nur hinzuzufügen, dass nach den von mir ausgeführten Fütterungsversuchen mit gekochtem Eiweiß die Infusorien — als Versuchsthiere wurden *Climacostomeen* genommen — gekochtes Eiweiß wahrscheinlich nicht zu lösen vermögen. An dieser Stelle jedoch möchte ich auf die Betheiligung des Kerns bei der Verdauung zu sprechen kommen. Bekanntlich hat ARNOLD BRASS die Behauptung aufgestellt, dass der Kern feste Theile der assimilirten Nahrung direkt aufnehme. Er hat Infusorien, wie er in seinen »Biologischen Studien Heft 2 p. 86/87« angiebt, mit einer »hellen organischen Substanz« gefüttert und die Aufnahme derselben in den Nucleus beobachtet. BRASS bildet den Vorgang l. c. ab. BÜTSCHLI hat zwar schon im »Morphol. Jahrb. Bd. XI p. 229—242« darauf aufmerksam gemacht, dass BRASS jedenfalls die Verschmelzung des Nebenkerns mit dem Kern gesehen und diesen Vorgang mit der Verdauung verwechselt hat, trotzdem möchte ich hier konstatiren, dass ich bei den zahlreichen Versuchen nie eine direkte Betheiligung des Kerns bemerken konnte. Hierzu kommt, dass GRUBER (Nr. 23) angiebt, dass er durch Theilung entstandene Protozoen ohne jede Spur von Kern noch hat Nahrung assimiliren sehen. Andererseits lässt sich nicht verkennen, dass der Kern Nahrungsstoffe, vielleicht flüssiger Art, zugeführt erhalten muss. Denn wie sollten wir sonst die bei gut gefütterten Infusorien ins Grenzenlose fortgesetzten Theilungen erklären. Die gut genährten Individuen der Protozoenwelt

pflanzen sich schneller und zahlreicher fort als solche, die weniger Nahrungsstoffe zugeführt erhalten. Bei hungernden Infusorien z. B. habe ich nie Theilungerscheinungen beobachtet. Doch die Untersuchungen sind wohl über diesen Gegenstand noch nicht abgeschlossen. Ich kann nur wiederholen, dass es mir nicht gelungen ist, eine Bethheiligung des Kerns durch direkte Aufnahme fester Partikelchen bei der Ernährung zu beobachten.

Das thierische und pflanzliche Eiweiß wird, wie schon oben erwähnt, von den Infusorien gelöst, und zwar ziemlich schnell. Die von mir beobachtete Verdauung einer Diffugia durch ein Climacostomum virens ging ziemlich rasch vor sich. Nach ca. 25 Minuten war das Protoplasma des Rhizopoden gelöst. Die gänzlich unverehrte Schale der Beute befand sich in einer Vacuole im Inneren des Climacostomum (Fig. 16).

Das umgewandelte Chlorophyll wird von den Infusorien meist excernirt, eben so habe ich die Ausscheidung des Chitinpanzers eines Rotators, der einem Stentor als Nahrung gedient hatte, beobachtet. Für die wahrscheinliche Unverdaulichkeit des gekochten Eiweißes möge der folgende Versuch als Beleg mitgetheilt werden.

Climacostomum virens.

Zu mehreren Exemplaren dieser Species, die ausnahmsweise arm an symbiotischen Algen waren, wurden gekochte Dotterkügelchen eines Hühnereigelbes hinzugesetzt. Eines der Thiere nahm zwei derselben auf und schied sie nach ca. vier Stunden wieder aus, ohne dass eine Veränderung daran zu bemerken war. Bei einem anderen Exemplar, das gleichfalls zwei Kügelchen aufgenommen hatte (Fig. 17), verweilten dieselben ca. sechs Stunden im Protoplasma, ohne eine wahrnehmbare Auflösung zu zeigen.

Ich möchte die Resultate der angestellten Experimente noch einmal kurz zusammenstellen.

1) Bei den untersuchten **Rhizopoden** ließ sich weder an Amylumkörnchen noch an Öltropfen auch bei längerem Verweilen der Stoffe in den Versuchsthiere eine Veränderung mit chemischen oder optischen Hilfsmitteln nachweisen. Dagegen wurde in vielen Fällen eine Verdauung von pflanzlichem und thierischem Eiweiß beobachtet.

2) Viele **Infusorien** verwandeln, wenn ihnen andere Nahrung entzogen wird, die aufgenommene Stärke in eine Substanz, die sich, mit Jodlösung behandelt, roth färbt (Dextrin?) und später im Körper gelöst wird. Öl blieb dagegen in den untersuchten Infusorien unverändert.

Pflanzliches und thierisches Eiweiß wurde von den Infusorien leicht gelöst, während gekochtes Eiweiß in den Versuchsinfusorien anscheinend keine Veränderung erfuhr.

Berlin, Zool. Institut, Oktober 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIV.

Fig. 1, 2, 3. Akt der Nahrungsaufnahme einer Amöbe; das Thier zieht ein Bacterium von hinten in sich hinein. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 4, 5, 6. Akt der Exkretion einer Amöbe; zwei Diatomeenschalen werden ausgeschieden. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 7. Konjugirte Exemplare von *Actinophrys sol*, in der gemeinsamen Vacuole ein Stärkekorn neben anderen unverdaulichen Nahrungsresten. ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 8. *Amoeba princeps* mit einer Ölkugel einer Olivenemulsion, die mit Alkanatinktur roth gefärbt war. ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 8a zeigt die Ölkugel in einer deutlichen Vacuole. ZEISS, Obj. F, Oc. 4. Tubus ausgezogen.

Fig. 9. *Actinophrys sol* mit einer gefressenen *Vorticella*. ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 10. Theil eines *Stentor polymorphus* mit gefressenen Stärkekörnern (Jodreaktion). ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 11. Hinterer Theil eines *Spirostomum ambiguum* mit kleinen Körnern der Reismehlstärke in Vacuolen. ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 12. Theil eines *Climacostomum virens*, das Stärkekörner verdaut hat (Jodreaktion). ZEISS, Obj. F, Oc. 4.

Fig. 13. *Climacostomum virens* mit gefärbtem Milchöl gefüttert. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 14. *Stentor polymorphus* mit Stärke gefüttert. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 15. Hinterer Theil eines mit gefärbtem Milchöl gefütterten *Climacostomum virens*. Alkalische Reaktion des Protoplasma. ZEISS, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 16. *Climacostomum virens* mit *Diffflugiaschale*, der *Rhizopode* ist verdaut. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 17. *Climacostomum virens* mit gefressenen Dotterkugelchen eines gekochten Hühnereigelbes. ZEISS, Obj. C, Oc. 4.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

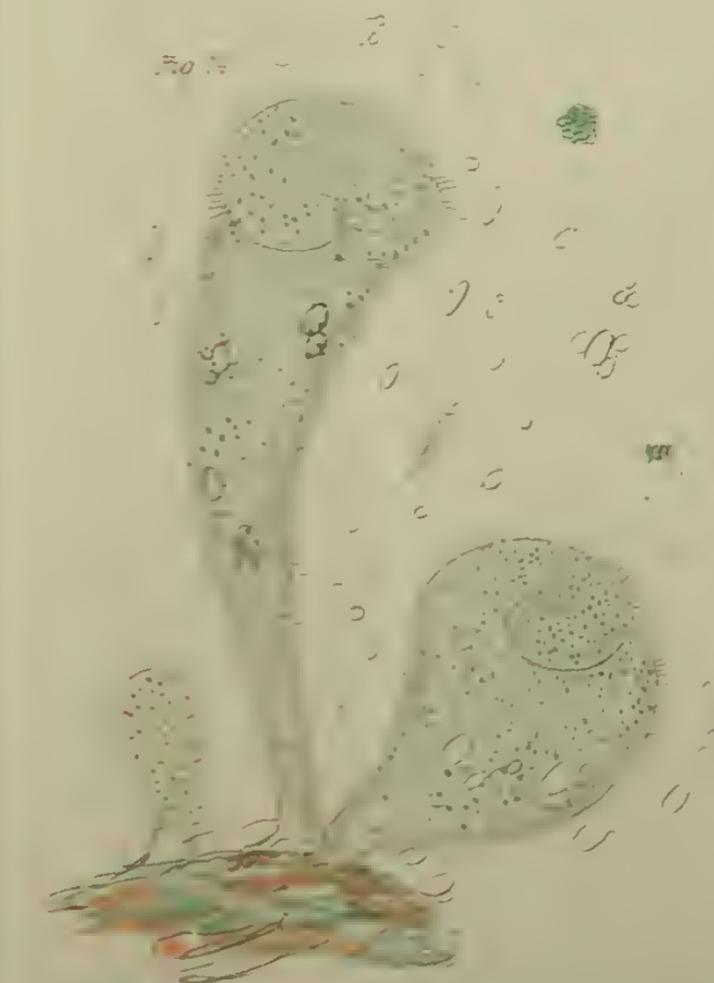


Fig. 14.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 8a.



Fig. 12.

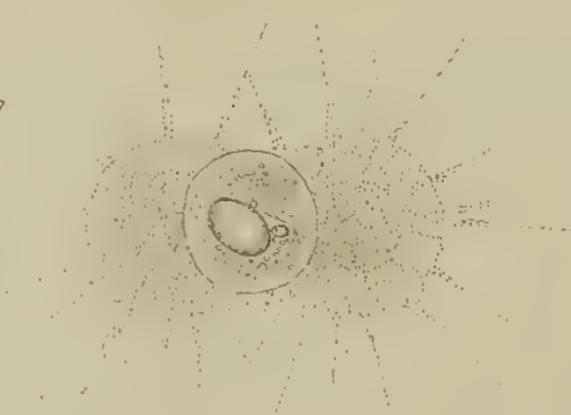


Fig. 9.

Fig. 15.

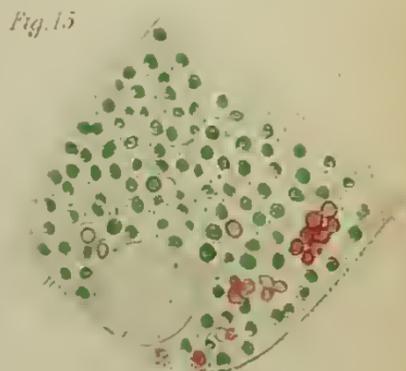


Fig. 10.



Fig. 11.

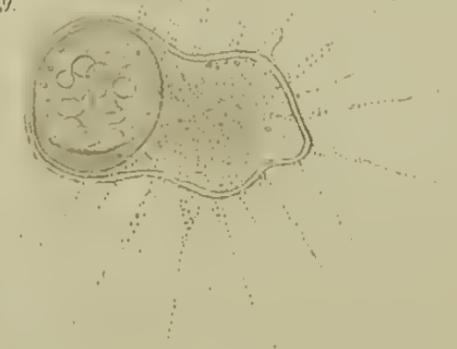


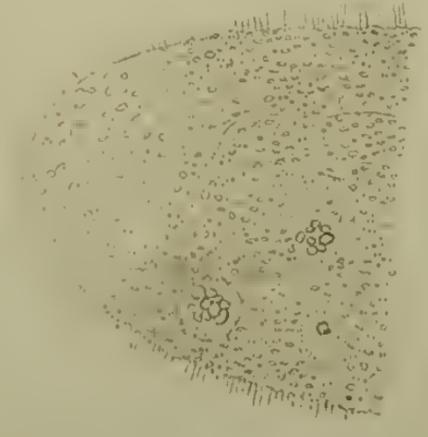
Fig. 13.



Fig. 16.



Fig. 17.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Meissner Maximilian E.

Artikel/Article: [Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protohooen
498-516](#)