Die eine bezieht sich auf die Ursache der Verminderung des elektrischen Widerstandes, welche den Vorgang der „Modifikation“ begleitet, besonders seine Beziehung zu dem Aufhören des Turgors der Zellen. Die andere bezieht sich auf den Vorgang, durch welchen der „modifizierte“ Teil seinen ursprünglichen Zustand wieder gewinnt, sowie auf die Zeit, welche dazu erforderlich ist. Ich werde mich dieser Fragen näher annehmen, sobald ich dazu Gelegenheit finde.

Biologische Studien an Protozoen.

Den biologischen Untersuchungen an Protozoen wird seit einigen Jahren in der Wissenschaft großes Interesse entgegengebracht und mit Recht, denn manche wichtige allgemeine Frage hat hier schon ihre Lösung gefunden oder wird sie voraussichtlich noch finden können. Vor kurzem hat Maupas, der ausgezeichnete Protozoenforscher in Algier, eine Arbeit publiziert, betitelt „Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés“[1], welche an der Hand sorgfältigster Experimente eine ganze Fülle wichtiger, meist neuer Thatsachen ergeben hat. Es scheint mir geboten, in diesem Blatte weitere wissenschaftliche Kreise damit bekannt zu machen, um so mehr als das französische Archiv, in welchem Maupas Arbeit erschien, obgleich wohl sehr verbreitet, doch nicht jedermann zugänglich ist. Bei dieser Gelegenheit sei mir erlaubt, auch einige eigne Beobachtungen mit einzufügen.

Die Idee, welche Maupas bei seinen Versuchen geleitet, war die, Infusorien unter den günstigsten Bedingungen möglichst lange unter schärfster Kontrole von Generation zu Generation weiterzuzüchten und dabei etwa eintretende Veränderungen zu beobachten. Dazu war zunächst nötig, die Lebens-, insbesondere die Ernährungsweise jeder zu verwendenden Species genau kennen zu lernen, und darüber gibt uns der Verf. sehr genaue Aufschlüsse, auf die ich hier nicht näher eingehen will. Nun galt es, die jeder Art am besten zusagende Nahrung in ausreichender und sich stets erhaltender Menge zu beschaffen, und dies gelang M. durch Züchtung von kleinern Infusorien (*Cryptochilum nigricans*) für die Fleischfresser und durch Herstellung von Mehldekokten sowie Erziehung von Spaltpilzen für die Pflanzenfresser. Die Züchtung geschah unter dem Deckglas in der feuchten Kammer. Letztere konstruierte M. rationell in einer Weise, dass ein möglichst flacher und vollkommen mit Feuchtigkeit geschwängerter Luftraum geschaffen ward. Er bediente sich niederer Schalen, teilweise mit reinem Sande gefüllt, in welchen Glasleisten zum Auflegen der Objektträger gesteckt waren; der Wasserspiegel reichte bis dicht unter den Objektträger und die Leisten waren so hoch geschnitten, dass zwischen

1) in: Archives de zoologie expérimentale et générale, 2. Série, Tome 6, Nr. 2, p. 165—277 mit 3 Taf.

dem Wasser und einer die ganze Schale hermetisch verschließenden Glasplatte nur noch ein Luftraum von wenigen Millimetern Höhe übrig blieb. Maupas benutzte Regenwasser zu den Versuchen, und das Auslesen der Infusorien geschah mittels feiner Pipetten; die Temperatur wurde genau berücksichtigt. Die Versuchstiere wurden jeden Tag kontrolliert und die Resultate in einem Tagebuch verzeichnet, das in 6 Kolonnen das Datum, die Temperatur, die Zahl der Individuen, die Zahl der Teilungen innerhalb 24 Stunden, die Totalsumme der Teilungen von Beginn des Versuchs an und etwaige besondere Bemerkungen enthielt. Der Gang des Versuchs war der, dass zunächst ein Infusorium und zwar womöglich ein eben aus der Konjugation hervorgegangenes isoliert wurde; hatte dieses sich nach einer Anzahl von Tagen durch Teilung etwa bis auf einige hundert Individuen vermehrt, so wurde eines derselben wieder isoliert und die übrigen vernichtet oder zu anderweitigen Versuchen verwandt. Dies wurde so lange fortgesetzt, bis das Experiment seinen gleich zu besprechenden Abschluss fand. Maupas verwandte Infusorien von 20 verschiedenen Species und beobachtete die Kolonien nie kürzere Zeit als 14 Tage, meist mehrere Wochen und sogar Monate lang. So dauerte u. a. der Versuch mit *Stylonychia pustulata*, den M. am eingehendsten und mit Wiedergabe des genauen Tagebuchauszugs beschreibt, vom 27. Februar bis zum 10. Juli.

Das Hauptresultat, zu welchem die Beobachtungen geführt, ist, dass bei allen Versuchen die Generationen der durch Zweiteilung sich fortpflanzenden Infusorien sich, ohne dass dazwischen Konjugation erfolgt, nicht beliebig vermehren lassen. Ohne Ausnahme trat nach einer gewissen Anzahl von Teilungen, meist nach mehrern hundert, eine allmählich immer mehr zunehmende Degeneration des ganzen Organismus auf, welcher die Tiere schließlich zum Opfer fielen. Die Veränderungen können sich bei den verschiedenen Arten verschieden bethätigen, bei den einen verschwindet ein Teil der Bewimperung, bei den andern ist dies nicht der Fall, nur die Gestalt verändert sich; immer nehmen aber die Infusorien an Umfang ab, werden schwach, verlieren die Fähigkeit Nahrung aufzunehmen, und immer zeigen sich weitgehende pathologische Veränderungen an den Kernen. Dieselben verlaufen in verschiedener Weise: Bei einigen Arten treten am Makronucleus Einbuchtungen auf, welchen dann eine Durchschnürung und ein Zerfall in mehrere Stücke nachfolgt. Es zeigen sich ganz dieselben Bilder, die bei degenerierenden Metazoenzellen so oft zur fälschlichen Annahme einer direkten Kernteilung geführt haben. Bei andern Arten, und zwar Oxytrichinen, verschmelzen die beiden durch einen dünnen Verbindungsfaden vereinigten Kernstücke zu einem wurstförmigen Körper, der unter allerlei Veränderungen seinen Chromatingehalt immer mehr zu verlieren scheint. Auch die Mikronuclei werden von der allgemeinen Degeneration ergriffen und zwar in der Weise,

dass sie allmählich zerfallen und schließlich ganz verschwinden, oder dass sie im Gegenteil eine pathologische Vermehrung, bis zu 8 an der Zahl, eingehen.

Maupas fasst den Gang der „senilen Degeneration" mit folgenden Worten zusammen (p. 261): „Nous avons vu, en effet, qu'une des premières et plus importantes dégradations de la sénescence, consiste dans l'atrophie d'abord partielle, puis complète, des organes de la sexualité. Les individus affectés de ce premier degré de dégénerescence peuvent encore continuer à vivre et se multiplier; mais cette vie a quelque chose d'anormal, puisqu'elle est devenue complètement inutile. Eux et toute leur descendance sont, en effet, voués à une mort inévitable. Ils vivent encore d'une vie individuelle, mais ils sont mort à la vie de l'espèce. L'instinct sexuel n'est pas pour cela entièrement aboli; mais au lieu de contribuer à la régénération et à la conservation de l'espèce, il accélère au contraire la destruction et la disparition de ces générations d'atrophiés. Simultanément et consécutivement à cette atrophie sexuelle, la dégradation sénile attaque les autres parties de l'organisme. Le nucléus, régulateur et dominateur des fonctions végetatives, se désorganise peu à peu. Les échanges nutritifs s'affaiblissent graduellement, les phénomènes d'assimilation perdent peu à peu de leur activité primitive. L'énergie générale de l'organisme diminue: la taille se réduit. Puis, lorsque cette dégradation est arrivée à son maximum d'effet, de nouveaux organes s'atrophient et disparaissent entièrement. La nutrition elle même devient alors impossible et l'organisme déformé et ratatiné, perdant toute faculté de vivre et de s'entretenir, meurt par dissolution totale de son être. Telle est la marche de la sénescence, amenant la mort naturelle du cilié". Diese letzten Worte enthalten das, was Maupas als das Hauptresultat seiner Versuche ansieht; er will den natürlichen Tod durch Abnützung und Altern, begleitet von einer senilen Degeneration des einzelligen Organismus bei den Ciliaten, also bei Monoplastiden, nachgewiesen haben. Die Idee von der Unsterblichkeit der Einzelligen, welche, wie Maupas selbst mitteilt, schon Ehrenberg und Dujardin vorgeschwebt hatte und die in neuerer Zeit durch Weismann zur wissenschaftlichen Theorie ausgearbeitet wurde, soll durch diese Befunde als falsch erwiesen werden. Es finde auch bei den Einzelligen eine Abnützung des Organismus statt, äußere Defekte würden allerdings regeneriert, das sei aber auch bei den Vielzelligen der Fall, während bei Monoplastiden wie bei Polyplastiden die durch das Altern bedingten regressiven Metamorphosen nicht korrigiert werden könnten. Ich werde mich mit der Widerlegung von Maupas' Ansicht, dass bei den Einzelligen derselbe natürliche Tod existiert wie bei den Vielzelligen kurz fassen können. Er beweist ja selbst deren Unsterblichkeit, indem er sagt: „Chez les infusoires ciliés où nous la connaissons (la mort nämlich) maintenant avec précision, elle

affaiblit peu à peu la vitalité des rejetons d'origine agame et finit par les rendre inaptes à s'entretenir et à se reproduire. Son action délétère est compensée et annulée par le rajeunissement sexuel ou conjugaison" (p. 272). Diese sogenannte Verjüngung kommt nun aber in der Natur bei den Ciliaten immer vor, resp. muss nach Maupas vorkommen, sonst wären ja schon längst alle Infusorien ausgestorben.

Diejenigen Individuen, welche durch Zufall nicht zur Konjugation gelangen, gehen allerdings zu grunde, die Materie der andern aber lebt in der That ewig fort.

Maupas hat also nur nachgewiesen, dass manche der höchstorganisierten Einzelligen, der ciliaten Infusorien sich pathologisch verändern und schließlich zerfallen, wenn sie nicht konjugieren, wie die meisten Metazoeneier sich nicht ohne Befruchtung entwickeln können; er fügt aber selbst hinzu, dass er weit entfernt sei, diesen Satz jetzt auch auf die übrigen Protozoen auszudehnen.

Der komplizierte Organismus dieser ciliaten Infusorien ist auf die Konjugation angepasst, und diejenigen Individuen, welche nicht dazu gelangen, sterben also eines accidentellen Todes, grade so wie nach Weismann die nicht zur Befruchtung gelangenden, befruchtungsbedürftigen Sexualzellen eines accidentellen Todes sterben[1]). Nicht glücklicher ist Maupas in der versuchten Widerlegung des angeblich Weismann'schen Grundsatzes, wonach absolute Gleichheit bei den durch Teilung entstandenen Nachkommen eines monoplastiden Individuums bestehe; er sagt, anfangs seien die Teilstücke allerdings der Mutter gleich, aber schon nach 50—100 Teilungen sei dies nicht mehr der Fall, indem sich, wie seine Versuche zeigen, die Tiere physiologisch und morphologisch immer mehr verändern (p. 267). Wenn aber in Wirklichkeit immer nach 50—100 Teilungen die Nachkommen von der Mutter schon sehr verschieden wären und dies so weiter ginge, wo blieben dann die Arten, die ja doch bestehen? Uebrigens hat ja Weismann ausdrücklich hervorgehoben, dass im Gegensatz zu den Polyplastiden die Monoplastiden es sind, wo die im Leben des Individuum erworbenen Eigenschaften vererbt werden, mit andern Worten er hat eine Variabilität der Einzelligen angenommen.

Maupas ist ein Anhänger der Theorie, welche mit den Cyklen, die bei Protozoen von den Konjugationsperioden begrenzt werden, das Metazoenindividuum direkt in Parallele bringt. Die Infusorien-Individuen, welche durch Teilung aus einem Exkonjugierten hervorgegangen, entsprechen danach den vom Ei abzuleitenden Zellen des Metazoenkörpers. Dabei wird aber vergessen, dass beim Vielzelligen der Cyklus vom Ei bis wieder zum Ei zu rechnen ist, und dass dieser immer schon abgeschlossen ist, ehe die Vermehrung der Körperzellen aufgehört hat. Bei einigen Metazoen trennen sich die Keimzellen schon während

1) Weismann, Ueber Leben und Tod. Jena 1884.

der Furchung, und die somatischen Zellen liegen folglich ganz außerhalb des Cyklus.

Ich erwähnte vorhin, dass Maupas trotz der schönen Resultate, die ihm seine genauen Versuche ergeben haben, sich nicht verleiten ließ, für seine Schlüsse eine allgemeine Giltigkeit zu verlangen. Es ist dies eine Bescheidenheit, die man anerkennen muss! Dagegen scheint er mir in der Polemik gegen Weismann nicht den richtigen Ton getroffen zu haben. Wenn er sagt, Weismann hätte zuerst experimentieren sollen, ehe er theoretisierte, seiner Hypothese fehle jetzt, da er (Maupas) ihr die Basis entzogen, jeder wissenschaftliche Wert u. dergl. mehr, so ist dies zum mindesten undankbar; denn die Detailforscher — zu denen ich mich selbst auch rechne — sollten nie vergessen, dass sie die Anregung zu ihren Arbeiten durch bestehende Theorien von allgemeiner Bedeutung erhalten, und Maupas wäre vielleicht nicht auf die Idee gekommen, seine Züchtungsversuche anzustellen, wenn nicht Fragen wie die von der Unsterblichkeit der Einzelligen durch die wissenschaftlichen Spekulationen Weismann's u. a. in den Vordergrund gedrängt worden wären.

Wenn man auch Maupas' theoretische Folgerungen als verfehlt ansehen muss, so bleibt der Wert seiner empirischen Beobachtungen unangetastet, und ich möchte jetzt noch einige interessante Einzelheiten daraus hervorheben: Eine merkwürdige Erscheinung ist es, dass bei einigen Arten, wenn die Degeneration schon begonnen hatte, große Neigung zur Konjugation zwischen Abkömmlingen derselben Urmutter vorhanden war, eine „hypersthesie sexuelle", wie Maupas es nennt, und zwar besaßen dann die Infusorien nur noch einen oder gar keinen Mikronucleus mehr. Die Neigung zur Vereinigung kann also auch ohne Gegenwart des Mikronucleus vorhanden sein, ja sogar in unnatürlich gesteigertem Maße, doch ist diese Konjugation ohne Mikronucleus erfolglos, unfruchtbar, und die Tiere gehen zu grunde.

Es wirft dies ein bedeutendes Licht auf die große Bedeutung, welche dem Mikronucleus bei der Konjugation zukommt. Auf die vegetativen Funktionen, die Ernährung, Exkretion und auf die Vermehrung hat er dagegen gar keinen Einfluss, denn bei *Stylonychia pustulata* fand 100 Generationen hindurch lebhafte Vermehrung der Tiere ohne Mikronuclei statt. Auch in der Natur kommen ab und zu Kolonien von Infusorien vor, welche des Mikronucleus entbehren. So schrieb mir Herr Dr. F. Jickeli im April 1884 aus Jena, dass er ein kleines *Paramaecium* beobachtet, bei dem er weder bei Teilungs- noch bei Konjugationszuständen einen Nebenkern (Mikronucleus) aufzufinden vermochte. Er schickte mir einige sorgfältig ausgeführte Präparate, welche mich von der Richtigkeit seiner Behauptung überzeugten. Ich selbst fand im Dezember 1886 in einem kleinen Wasserbehälter meines väterlichen Gartens in Genua eine aus zahlreichen Individuen bestehende Kolonie eines großen *Paramaecium*, allem An-

scheine nach *P. aurelia*, wo auch alle, oder wenigstens die meisten Individuen ohne Mikronucleus waren; bei ganz wenigen war wohl ein sich färbender Körper neben dem Makronucleus vorhanden, doch ließ es sich auch da nicht mit Bestimmtheit sagen, ob es ein Mikronucleus sei oder nicht. Die Tiere schienen übrigens vollkommen frisch und waren, wie gesagt, auffallend groß. Wie solche Fälle zu erklären sind, ist schwierig zu sagen; denn mit den „senil" degenerierten Individuen Maupas' wird man sie wohl kaum in Parallele ziehen können, da man nicht einsieht, was sie von einer fruchtbaren Konjugation abgehalten haben würde. Vielleicht stammten sie von Individuen ab, die durch pathologische Einflüsse ihre Mikronuclei verloren hatten, dann wieder in günstige äußere Verhältnisse kamen, sich kräftig vermehrten und so eine große Kolonie kleinkernloser Nachkommen erzeugten. Nach Maupas müssten sie sämtlich dem Tode geweiht gewesen sein, da eine erfolgreiche Konjugation nicht mehr möglich war. In der That verschwand die von mir beobachtete Kolonie auch bald, allerdings vielleicht auch durch den Eintritt starken Frostes zerstört.

Auch der Makronucleus kann zerfallen, ohne dass sich am Infusorium äußerlich Anzeichen davon wahrnehmen lassen, und ohne dass die Nahrungsaufnahme verhindert wäre; eine reguläre Vermehrung scheint aber dann nicht mehr möglich zu sein, und das stimmt ja vollkommen mit der Ansicht, die ich mir auf die neuern Versuche über künstliche Teilung und über Konjugation bei den Infusorien gestützt von den beiden Kernformen gebildet habe; dass nämlich der Makronucleus vorwiegend das „histogene" Plasma enthalte, während der Mikronucleus nur aus „Keimplasma" bestehe, das nur bei der Konjugation zur Verwendung kommt.

Die Ansicht, wonach die Vermehrung der Infusorien direkt nach der Konjugation eine gesteigerte sei, um dann gegen das Ende des Cyklus allmählich abzunehmen, weist Maupas an der Hand seiner Versuche zurück; es war davon durchaus nichts zu bemerken.

Bei *Stentor coeruleus* und hauptsächlich *Leucophrys patula* hat Maupas bei Nahrungsmangel Teilung ohne nachheriges Wachstum beobachtet, wobei die Individuen also immer kleiner wurden; bei Zufuhr von Nahrung wuchsen sie wieder und teilten sich dann auf reguläre Weise. Auch ich habe seinerzeit bei meinen Versuchen mit *Stentor coeruleus* zwei Teilungsarten unterschieden[1]), „eine solche, welche eintritt, wenn das Individuum durch Wachstum eine gewisse nicht überschreitbare Größe erreicht hat" und eine zweite Art der Vermehrung „durch rasch und in bestimmten Zeitintervallen auf einander folgende Teilungen, ohne dazwischen liegendes Wachstum, also verbunden mit stetiger Abnahme des Körperumfangs bis zu einem

1) Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Biologie der Infusorien. Ber. d. Naturf.-Ges. zu Freiburg i./B., Bd. I, Heft 2, 1886, S. 21.

bestimmten kleinsten Maß". Wie Maupas mit Recht hervorhebt, waren meine Versuche nicht sorgfältig genug, um mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen, dass bei der Abnahme der Körpergröße nicht Nahrungsmangel mit im Spiel war, denn ich hatte in den Paramäcien, die ich den Stentoren gab, nicht die richtige Nahrung für sie ausgewählt; doch sagte ich damals schon, was jetzt auch Maupas in derselben Weise vertritt, „diese letztere Vermehrungsart, für deren Existenz ich oben den Beweis gegeben, würde eintreten, wenn die Infusorien unter ungünstigen Bedingungen sich befinden und es für die Erhaltung der Art wünschenswert erscheint, rasch eine große Anzahl von Individuen hervorzubringen. Maupas meint (pag. 245): „sous la forme naine (v. *Leucophrys*) elles circulent rapidement et peuvent s'éloigner des points où la nourriture est épuisée." Den zweiten Satz möchte ich dagegen nicht unterschreiben: „En outre, ces petits individus, devenus extrêmement nombreux en très peu de temps, servent à alimenter les gros retardataires, qui ne se sont pas métamorphosés, et, dans le cas d'extrême disette, l'espèce sera ainsi conservée par une sorte d'autophagie", indem nämlich die großen Individuen die kleinen gierig auffressen. Wenn ich ferner sagte, „am Ende dieser beschleunigten Teilungen würde dann eine Periode der Konjugation eintreten", so bestätigt dies Maupas nicht nur für die durch Hunger verkleinerten *Leucophrys*, sondern sagt (p. 245): „la Leucophre n'est d'ailleurs pas le seul Cilié se préparant à la conjugaison par une série de bipartitions rapides, produisant des générations de formes naines. J'ai, en effet, observé des phénomènes absolument identiques chez le *Didinium nasutum*, l'*Enchelys farcimen* et le *Prorodon teres*." Ich habe einmal im freien und zwar in einem laufenden Brunnen Zwergformen von *Stentor coeruleus* längere Zeit hindurch beobachtet. Es waren lauter winzige Tierchen, die alle nur ein einziges Kernglied enthielten. Teilung habe ich zu öftern malen beobachtet, aber keine Konjugation, wie denn diese grade bei *Stentor* gewöhnlich zwischen Individuen von normaler Größe erfolgt. Bei festsitzenden Infusorien, die sich also nicht aufzusuchen haben, sind anscheinend die konjugierenden Tiere niemals Zwergformen (z. B. *Spirochona*, *Dendrocometes*). Letztere werden überhaupt deshalb entstehen, um die Individuenzahl zu vermehren und die Vereinigungen zu erleichtern. Unzweifelhaft zeigt sich dies bei den Flagellaten (z. B. bei den Volvocinen, bei *Haematococcus* u. a.) und bei den Schwärmern der Vorticellinen.

Mit Sicherheit scheint aus Maupas' Versuchen hervorzugehen, dass Nahrungsmangel viele Infusorien zur Encystierung veranlasst. Er hat dies zu wiederholten malen beobachten können. Maupas hat ferner gesehen, dass Infusorien, die von einer Mutter abstammen, unter ganz übereinstimmenden äußern Bedingungen Unterschiede in der Vermehrungsfähigkeit zeigen können, was also auf individuelle

Unterschiede hindeute. Auch ich habe in der mehrfach erwähnten Arbeit bei *Stentor coeruleus* dasselbe beobachtet und gesagt, „dass darin eine Andeutung zu sehen ist, dass die morphologische und physiologische Kongruenz der durch Zweiteilung entstandenen Tochterindividuen doch keine ganz absolute ist.“

Ein sehr wichtiger Faktor bei der Vermehrung der Infusorien ist die Temperatur, und Maupas hat darüber sehr genaue Beobachtungen angestellt. Es hat sich gezeigt, dass eine Temperatur von 20 Graden Celsius am günstigsten wirkt, während z. B. *Euplotes patella* sich bei unter 12—13° C nicht mehr vermehrte und bei 5—6° C zu grunde ging, eine allzu starke Steigerung der Wärme natürlich auch schädlich war. Doch verhalten sich verschiedene Infusorienspecies überhaupt sehr verschieden, was die Raschheit der Vermehrung betrifft. Maupas berechnet, dass eine *Stylonichia* bei 25—26° C durch Vermehrung in $6^1/_2$ Tagen 1 Kilogramm Protoplasma liefern könnte, und dass sie in der 150. Generation, also am Ende des dreißigsten Tages, eine Menge von Individuen erzeugen würde, deren Zahl 1 mit 44 Nullen wäre und die zusammengedrängt eine Kugel darstellen müssten, welche eine Million mal größer als die Sonne wäre. So wichtig die Temperatur für die Vermehrung der Infusorien ist, so wenig hat das Licht einen Einfluss darauf; denn Maupas züchtete Tiere in absoluter Finsternis und fand, dass sie sich grade so oft teilten als solche, die sich unter sonst ganz gleichen Bedingungen im vollen Lichte befanden.

Einen merkwürdigen Einfluss soll nach Maupas die Art der Nahrung auf die Gestalt einiger Infusorien ausüben. Genau hat er dies nur bei *Onychodromus grandis* — einem Hypotrichen — untersucht. Gab er den Tieren große Infusorien zu fressen, so wurden sie sehr viel umfangreicher, als wenn er sie mit kleinen fütterte, auch die Gestalt ward eine andere und sogar in der Beborstung waren Unterschiede vorhanden; die kleinen Individuen glichen dann fast vollkommen einer *Stylonichia pustulata,* mit Ausnahme ihres immer vierfachen Kerns. Nur die kleinen Individuen konjugierten und encystierten sich.

Maupas zieht aus dieser Beobachtung den Schluss, dass wir hier den experimentellen Beweis dafür finden, dass spezifische, ja sogar generische Unterschiede rasch ohne Einfluss der Naturzüchtung erlangt werden können. Er vergleicht damit die bekannten Versuche von Schmankewitsch über den Einfluss des Salzgehaltes des Wassers auf die Gestalt von *Artemia salina.* Ich möchte nur einwenden, ob es sich beim Maupas'schen Versuch nicht einfach um die Menge und nicht um die Art der Nahrung handelt, also um kleiner werden und verändern durch Nahrungsmangel, so wie in den oben angedeuteten Fällen. Damit würde auch der Umstand stimmen, dass die kleinen die Konjugationstiere sind. Um eine Umwandlung der

Art handelt es sich übrigens da natürlich nicht, denn die abweichenden Charaktere werden ja nicht fixiert, sondern entsprechen nur einem vorübergehenden Zustande.

Ich habe selbst in der letzten Zeit einige Versuche angestellt, welche den direkten Einfluss der äußern Bedingungen, speziell des umgebenden Mediums auf den Protozoenorganismus darthun. Das *Heliozoon Actinophrys sol* lebt bekanntlich sowohl im Süßwasser als auch im Meere. Die marine Varietät zeichnet sich dadurch aus, dass ihr Plasma dicht, körnig und vakuolenarm ist, während die *Actinophrys* des süßen Wassers außerordentlich reich an Vakuolen ist und meistens eine schaumige Struktur hat. Nur selten findet man Individuen von körnigem Aussehen. Gewöhnt man nun eine marine Form allmählich an das Süßwasser, so nimmt ihr Plasma schon nach kurzer Zeit die blasige Beschaffenheit der Süßwasserform an, von welcher sie nicht mehr zu unterscheiden ist. Um sicher zu sein, dass diese Strukturveränderung wirklich auf dem Einfluss des Wassers und nicht auf andern durch die Isolierung bedingten pathologischen Einflüssen beruhe, machte ich den Gegenbeweis d. h. ich verwandelte durch allmähliches Zuführen von Salzwasser die Tiere wieder in die marine *Actinophrys*. Zudem hielt ich Tiere aus dem Süßwasseraquarium unter denselben Bedingungen in der feuchten Kammer, aber ohne Zusatz von Süßwasser, und diese blieben unverändert. Auch eine Seewasser-Amöbe, welche ich seinerzeit als *Amoeba crystalligera* beschrieb und deren Protoplasma sonst gar keine Vakuolen enthält, wurde durch allmähliches Ueberführen in Süßwasser außerordentlich vakuolenreich, ohne ihre Beweglichkeit einzubüßen. Es handelt sich da natürlich auch nicht um die direkte Umwandlung einer Art in eine andere, sondern nur um den Nachweis, dass äußere Einflüsse direkte Umgestaltungen hervorrufen können, die aber nicht fixiert werden, sondern nach Aufhebung dieser Einflüsse wieder verschwinden. Die umgewandelten marinen *Actinophrys* hielten sich mehrere Wochen lang in der feuchten Kammer, doch glaube ich, dass sie sich auf die Dauer doch nicht in Süßwasserformen umwandeln lassen, aus dem Grunde, weil ihnen die kontraktile Vakuole fehlt und diese jedenfalls nur allmählich durch Naturzüchtung und nicht plötzlich entstehen kann. Auch bei vielen ciliaten Infusorien des Meeres wurde die kontraktile Vakuole von mehrern Forschern vermisst, sei es dass sie wirklich fehlt, sei es dass sie nur außerordentlich langsam pulsiert [1]). Wenn wir in der Vakuole ein Organ sehen, welches das von außen vorzugsweise auf endosmotischem Wege in den Körper aufgenommene Wasser wieder zu entfernen hat, und wir annehmen, dass das Salzwasser weniger leicht eindringt als das süße Wasser, so würde sich die geringere Entwicklung der Vakuolen oder das gänz-

1) Vergl. Bütschli, Protozoa in Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Tiere. Ciliaten S. 1414.

liche Fehlen derselben bei Meeresprotozoen leicht erklären lassen. Dass es im Meere überhaupt Arten ohne Vakuole gibt, deren nächste Verwandte im süßen Wasser eine solche besitzen, deutet darauf hin, dass die Bedeutung der Vakuole als Exkretionsorgan wohl sehr nebensächlich ist, wie dies auch Bütschli (l. c.) ausgesprochen hat.

Bei den eben erwähnten Versuchen mit *Actinophrys* sehen wir, dass in der That das süße Wasser sofort viel reichlicher in den Körper eindringt als das Seewasser, und daher das Auftreten der vielen Flüssigkeitsblasen bei den Tieren. Lässt man übrigens das Süßwasser zu rasch einwirken, so gehen die Tiere gleich zu grunde; haben sie sich aber durch allmähliches Verdünnen des Meerwassers entwöhnt, so sind sie interessanterweise in demselben Maße gegen Seewasser empfindlich und sterben, wenn man solches zu plötzlich zufließen lässt.

Meine Ausführungen waren im wesentlichen dazu bestimmt, auf die Untersuchungen Maupas' hinzuweisen, dessen weitern Publikationen, die sich auf die Konjugation der Ciliaten beziehen sollen, man mit Spannung entgegensehen darf[1]).

Prof. Dr. **A. Gruber** (Freiburg).

Ueber myrmekophile Insekten.

E. Wasmann, Ueber die Lebensweise einiger Ameisengäste. Deutsche entom. Zeitschrift, 1886: S. 49—66; 1887: S. 108—122.

Derselbe, Beiträge zur Lebensweise der Gattungen *Atemeles* und *Lomechusa*. Tijdschr. voor Entom. XXXI. (Sep.-Abdr.) 84 p. 1888.

Die mit andauerndem Fleiß fortgeführten Beobachtungen von Wasmann über die Lebensweise myrmekophiler Käferarten und über ihre gastlichen Beziehungen zu den Ameisen beanspruchen darum ein ganz besonderes Interesse, weil unsere Kenntnis jener merkwürdigen Insekten bis jetzt eine sehr mangelhafte war. Es waren wohl eine große Anzahl beständiger oder zufälliger Gäste der Ameisennester entdeckt und Verzeichnisse derselben zusammengeschrieben worden; leider lagen über das Wesen ihrer Beziehungen zu ihren Wirten nur sehr wenige zuverlässige Beobachtungen vor. Dieselben zeigten hauptsächlich, dass gewisse Formen wie *Claviger*, *Atemeles*

1) Dieser Aufsatz war bereits dem Druck übergeben, als ich durch die Güte des Verfassers eine Mitteilung von Nussbaum erhielt (Sitzungsber. d. niederrh. Ges. für Natur- und Heilkunde in Bonn, 7. Jan. 1888), in welcher N. in der Frage bezüglich der Unsterblichkeit der Einzelligen ebenfalls Maupas entgegentritt. Kurz darauf erschien auch Lieferung 53—55 von Bütschli's *Protozoa* (Bronn's Kl. u. Ordn. d. Tiere) in welchen M.'s Arbeit auch schon Berücksichtigung fand. Da Bütschli in der eben erwähnten Frage wesentlich auf Maupas' Standpunkt zu stehen scheint (S. 1591 Anmerkung), so muss sich meine Kritik in gleicher Weise auch gegen seine Ansicht wenden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Gruber August

Artikel/Article: Biologische Studien an Protozoen. 14-23