EXTRAIT DU BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
JANVIER 1909.

Chilodon hexastichus nov. sp., ein auf Süßwasserfischen parasitierendes Infusorium, nebst Bemerkungen über Vakuolenhautbildung und Zellteilung

von

E. Kiernik

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

www.dlibra.wum.edu.pl

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . . Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chlorophylls unter dem Einfluß von Säuren . . . . . Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . . Avril 1908
***K. Olszewski.** Die Verflüssigung der Gase . . . . . Mai 1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . . Mai 1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . . Mai 1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . . Mai 1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel Juin 1908
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen . . . . . Juill. 1908
K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit Juill. 1908
K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole . . . . . Juill. 1908
A. Korczyński. Anormale Salze . . . . . Juill. 1908
J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc. Juill. 1908
F. Kamieński. Microphotographie stéréoscopique . . . . . Juill. 1908
J. v. Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Luminiszenz . . . . Oct. 1908
L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium . . . . . Oct. 1908
G. G. Wilenko, Z. Motylewski. Wirkung von Na auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol . . . . . Nov. 1908
L. Gosiewski. Sur la moyenne arithmétique et la loi de Gauss . Déc. 1908
St. Loria. Die Dispersion des Acetylens und Methans . . . . . Déc. 1908
J. Morozewicz. Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau . . . Déc. 1908

B). Sciences biologiques.

J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . . Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . . Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . . Avril 1908

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

www.dlibra.wum.edu.pl

EXTRAIT DU BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
JANVIER 1909.

Chilodon hexastichus nov. sp., ein auf Süßwasserfischen parasitierendes Infusorium, nebst Bemerkungen über Vakuolenhautbildung und Zellteilung

Wielmożnemu Panu
Profesorowi
Dr Augustowi Weissowi
Kiernik

von

E. Kiernik

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

www.dlibra.wum.edu.pl

Biblioteka Główna
WUM

Biblioteka Główna WUM
Br.1582
000027060

www.dlibra.wum.edu.pl

Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie.
Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Séance du 2 Navembre 1908

O wymoczku pasorzytniczym Chilodon hexastichus nov. spec., wraz z uwagami nad powstawaniem bańki odżywczej i podziałem komórki. — Chilodon hexastichus nov. sp., ein auf Süßwasserfischen parasitierendes Infusorium, nebst Bemerkungen über Vakuolenhautbildung und Zellteilung. Mémoire de M. **E. KIERNIK,** présenté par M. H. Hoyer m. c.

Einleitung.

In den letzten zwei Jahren war ich mit Inanitionsuntersuchungen an Fischen beschäftigt, die ich zu einem ganz speziellen Zwecke unternommen hatte. Die Resultate dieser Untersuchungen sollen in einer anderen Abhandlung veröffentlicht werden. Da aber die vorliegende Arbeit ihren Ursprung indirekt diesen Untersuchungen verdankt, so muß ich hier einiges, was mit dem uns beschäftigenden Thema im Zusammenhange steht, erwähnen.

Die Fische, mit denen ich diese Untersuchungen angestellt hatte, lebten überhaupt und verhältnismäßig sehr lange, sobald das Wasser oft gewechselt wurde. Durchschnittlich kann man sechs Monate als die Grenze ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Nahrungsmangel annehmen. In einigen Fällen bemerkte ich, daß die Fische zu früh abstarben. Sie gingen gleich am Anfang der angestellten Untersuchung zugrunde, also zur Zeit, als von Hungerstod und Erschöpfung noch gar keine Rede sein konnte. Eben diese Fische, und zwar die Schleien (*Tinca vulgaris*), mit welchen ich meistens experimentierte, zeigten vor dem Tode folgende Krankheitssymptome: Vor allem bedeckte sich die Haut mit einem bläulichen Belag; das Atmen war erschwert, was sich in krampfhaften Bewegungen der Kiemendeckel äußerte, bis endlich die Fische mit weit geöffneten Kiemendeckeln starben, was auf Erstickungstod hinzuweisen schien.

Anfangs vermutete ich, daß die Beschaffenheit des Krakauer Leitungswassers (vielleicht die ziemlich starke Alkaleszenz desselben), in welchem ich die Fische hielt, die Ursache des frühzeitigen Todes der Fische war. Einige Arten der von mir zu den Untersu-

www.dlibra.wum.edu.pl

chungen verwendeten Fische konnten in der Tat das Leitungswasser nicht vertragen und gingen in sehr kurzer Zeit zugrunde, und zwar schon nach einigen Stunden oder am nächsten Tage. Auch in diesen Fällen konnte man Erstickungstod konstatieren. Am empfindlichsten erwiesen sich *Leuciscus rutilus* und *Cyprinus carpio*; Fische dagegen wie *Carassius vulgaris* und *Tinca vulgaris* vertrugen dieses Wasser am besten, da sie, wie ich oben schon erwähnt habe, ungefähr sechs Monate im diesem Wasser aushielten.

Diese Tatsache schließt also die Möglichkeit aus, die Beschaffenheit des Wassers als Ursache dieses frühzeitigen Hinsterbens der Fische anzunehmen. Wenn wir jedoch auch diese Eventualität annehmen, so bleibt noch das Auftreten des bläulichen Belags auf der Körperoberfläche der Fische unaufgeklärt. Darum suchte ich nach einer anderen Ursache, die diese beiden krankhaften Erscheinungen erklären könnte.

Die Sektion der Fische ergab keine Resultate. Die inneren Organe zeigten keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen; es ließen sich weder Flecken, noch Hyperämien des Darmes, der Leber, noch der Milz feststellen. Die Untersuchung des Blutes, sowohl im fixierten, wie im frischen Zustande gab ebenfalls keine bestimmten Resultate.

Bei Untersuchungen des Blutes der Schleien fand ich in einigen frischen Präparaten ein Infusorium aus der Familie der Chilodontinen, dessen Anwesenheit im Blute mir jedoch stark verdächtig erschien. Da aber dieses Infusorium die ganz typische Organisation seiner Familie besaß und keine Merkmale aufwies, die auf ein entoparasitäres Leben dieser Form schließen lassen konnten, so mußte ich mit voller Sicherheit annehmen, daß es sich in diesem Falle nur um eine unvorsichtige Anfertigung der Präparate handle, und zwar daß das Infusorium durch Außerachtlassung der nötigen Vorsichtsmaßregeln von außen ins Präparat eingeführt wurde. Die weiteren, mit aller Vorsicht angestellten Untersuchungen bestätigten diese Annahme vollständig, belehrten mich aber zugleich, auf welche Weise und von wo die Infusorien ins Blut gelangt waren. Den Aufenthaltsort dieser Ciliaten entdeckte ich in den Kiemen, und zwar in den Räumen zwischen den Kiemenblättern, wo die Infusorien in ganzen Massen zu finden waren. Jedoch diese Organismen beschränkten sich durchaus nicht auf die Kiemen, sondern es war manchmal die ganze Haut mit denselben bedeckt.

Der Aufenthalt der Infusorien auf der Haut scheint die Schleim-

www.dlibra.wum.edu.pl

drüsen zu stärkerer Sekretion zu reizen und, indem der Schleim auf der Oberfläche des Fischkörpers erstarrt, überzieht er die ganze Haut, und es bildet sich eine Hülle einer matten Substanz von sehr zäher Konsistenz, welche eben jenen charakteristischen bläulichen Belag bildet [1]).

Auf diese Weise entdeckte ich nun die eigentliche Ursache dieser Krankheit der Fische und begann auch das Verhältnis des Infusoriums zu dem von ihm befallenen Tiere näher zu studieren. Denn wenn man sich auch den bläulichen Belag auf der Haut der Fische sehr einfach als Folgeerscheinung der durch die herumkriechenden Infusorien hervorgerufenen Reizung denken kann, so sind dennoch die Erstickungserscheinungen der Fische durch die bloße Feststellung der Infusorien in den Kiemen gewiß noch nicht genügend erklärt. Diese Erscheinungen können ja auch auf verschiedene andere Ursachen zurückgeführt werden. Durch massenhafte Anhäufung der Infusorien in den Zwischenblätterräumen der Kiemen kann der Sauerstoffzutritt gehemmt und auf diese Weise der Gasaustausch verhindert werden. In diesem Falle würde den Infusorien nur eine passive Rolle zufallen. Andererseits könnte man auch an eine aktive Rolle derselben denken, nämlich, wenn sie das Kiemengewebe vernichteten.

Bevor ich aber auf diese Frage näher eingehe, will ich mich vorerst mit dem Körperbau des Infusoriums selbst befassen und dabei die bezügliche Literatur berücksichtigen.

Morphologischer Teil.

a) Systematische Stellung des *Chilodon hexastichus*.

Im Jahre 1902 beschrieb Moroff (8) eine neue Infusoriumart aus der Familie der Chilodontinen, die er *Chilodon Cyprini* nannte, weil dieses Infusorium sich als eine parasitäre Form der „Karpfen und der karpfenartigen Fische“ erwies. Die durch diese Form hervorgerufenen Krankheitserscheinungen sind den von mir oben beschriebenen ganz ähnlich, so daß man deren Identität mit der

[1]) Es mag hier noch bemerkt werden, daß die Reizung der Haut durch die Anwesenheit einer anderen parasitären Infusoriumart noch gesteigert wird, nämlich durch die von Wallengreen beschriebene *Cyclochaeta Domergui*, welche einen ganz eigentümlichen Körperbau besitzt und mit einer Vorrichtung zur Anheftung an der Haut der Fische versehen ist, die einer Dornenkrone ganz ähnlich ist.

www.dlibra.wum.edu.pl

Moroff'schen vermuten könnte. Der Vergleich der Organisationsverhältnisse der beiden Formen belehrte mich jedoch, daß wir es zwar mit zwei Formen derselben Familie, aber mit verschiedenen Arten zu tun haben.

Ich war daher gezwungen, der von mir untersuchten Form einen neuen Speziesnamen zu geben, und zwar wählte ich den Namen „*Chilodon hexastichus*", weil sie auf der ventralen Seite des Körpers jederseits sechs bogenförmig verlaufende Cilienstreifen besitzt. Bei *Chilodon Cyprini* Moroff ist die ganze ventrale Körperseite mit Cilien versehen, welche in längsverlaufenden Reihen angeordnet, beiden Rändern des dorsoventral abgeflachten Körpers fast parallel verlaufen. Da aber in der Familie der Chilodontinen die Anordnung der Cilienstreifen ein systematisches Merkmal bildet, so glaube ich mit Recht die von mir untersuchte Spezies als von der Moroff'schen verschieden ansehen zu dürfen. Aber auch die äußere Körperform des *Chilodon hexastichus* gleicht nicht derjenigen des *Chilodon Cyprini*. Während nämlich Moroff eine herzförmige oder blattähnliche Form für *Chilodon Cyprini* angibt, nähert sich *Chilodon hexastichus*, was seine Gestalt betrifft, den anderen Repräsentanten dieser Gruppe, wie *Chilodon uncinatus*, oder der von Maier beschriebenen aber nicht näher bezeichneten Chilodonspezies. Maier betrachtet übrigens die von ihm untersuchte Spezies entweder als eine neue Art oder nur als eine Varietät des *Chilodon uncinatus*. Es ist auch möglich, daß der von mir beschriebene *Chilodon hexastichus* keine distinkte und konstante Art bildet. Man könnte die von Moroff und mir untersuchten Arten, insbesondere, wenn man das Verhältnis dieser Infusorien zu den von ihnen befallenen Fischen im Auge behält, als zwei Varietäten einer und derselben Art ansehen. Das ist aber nur dann möglich, wenn wir von der Annahme ausgehen, daß die Körpergestalt und die Zahl der Cilienstreifen ein veränderliches Merkmal bilden und daß die Zahl der Cilienstreifen des *Chilodon hexastichus* noch in den Grenzen der individuellen Variation ihrer Art liegt.

Eine solche Anschauung ist wohl möglich und verliert ihren Verwahrungscharakter, besonders wenn man die Resultate der planktonischen Untersuchungen von Zacharias über *Hyalodaphnia* und *Bosmina* und die Lauterborn's über *Annurea cochlearis* berücksichtigt. In allen diesen Fällen handelt es sich um sehr große morphologische Veränderungen der genannten Organismen, die wir als Saisondimorphismus oder Cyclomorphose bezeichnen. Es ist also

www.dlibra.wum.edu.pl

möglich, daß diese morphologischen Abweichungen, die wir beim Studium der letztgenannten Chilodonarten kennen gelernt haben, durch verschiedene äußere Einflüsse hervorgerufen sind und wir es in dem uns interessierenden Falle mit einem Polymorphismus derselben Form oder wenigstens mit verschiedenen Varietäten derselben Art zu tun haben.

Da aber unsere Kenntnis der Oscillationsbreite der morphologischen Merkmale bei dieser Form noch zu gering ist, um diese Frage endgültig zu entscheiden, glaubte ich mit gutem Grund, die von mir beschriebene Form — sollte dies nur einstweilen gültig sein — von den übrigen bekannten Formen abtrennen zu dürfen und als eine neue Art unter dem Namen *Chilodon hexastichus* zu beschreiben, und zwar umsomehr, da ich gegen die Richtigkeit der Moroff'schen Beobachtung und Beschreibung keinen Zweifel erheben kann.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Formen können aber auch durch ökologische Verhältnisse hervorgerufen sein, indem die eine Art auf *Cyprinus carpio*, die andere auf *Tinca*- und *Carassius*-arten lebt, zumal da die Lebensweise dieser Fische auch verschieden ist. Daß verschiedene Nahrungsverhältnisse wirklich eine morphologische Abweichung vom normalen Typus bewirken können, belehren uns zwei Fälle, von denen wir den einen Maupas, den anderen Fauré-Frémiet verdanken. Maupas (5) gibt an, daß er bei dem hypotrichen Infusorium *Onychodromus grandis* eine große Varietät erzielte, wenn er demselben große Ciliaten als Nahrung verabreichte, daß hingegen bei Ernährung mit kleinen Infusorien eine kleine Varietät resultierte. Diese letztere unterschied sich aber nicht nur in bezug auf die Größe des Körpers, sondern auch in bezug auf die Zahl und Anordnung der Cirren und Cilien. Fauré-Frémiet (2) erhielt wiederum eine Umwandlung der *Vorticella microstoma* in *Vorticella hians* und umgekehrt, indem er die Ernährungsbedingungen veränderte. Auf animalischem Nährboden erschienen immer Vorticellinen der Art *hians*, dagegen war *Vorticella microstoma* nur auf vegetabilischer Kost zu finden. Waren einmal in der Kultur Individuen der ersten Art anwesend, so konnte man sie durch Verabreichung vegetabilischer Nahrung in *Vorticella microstoma* direkt umwandeln.

Trotzdem verharre ich aber auf meinem Standpunkt gegenüber der von mir beschriebenen Form, da in nachfolgender Beschreibung noch andere Unterschiede hervorgehoben werden, die diese Tren-

www.dlibra.wum.edu.pl

nung des *Chilodon hexastichus* von anderen Chilodonarten begründen können.

Chilodon hexastichus bildet also eine besondere Art der Gattung *Chilodon*, welche als Unterfamilie der *Chilodontinen* und als Familie der *Chlamydodonten* zu der Ordnung der *Gymnostomata* gehört.

b) Methodisches.

Der größte Teil meiner Beobachtungen wurde auf frischem und lebendem Materiale gesammelt. Auf fixierten und gefärbten Präparaten kontrollierte ich nur die Ergebnisse der letzteren. Die Präparate dienten mir aber auch zum Studium der feineren Bauverhältnisse, speziell des Baues und der Veränderungen des Makronucleus. Zu diesem Zwecke fixierte ich die Infusorien auf Deckgläschen, wohin ich sie mit einer Pipette aus der Kiemenhöhle übertrug. Um das Verhältnis der Infusorien zu den Kiemen zu studieren, habe ich kleine Stücke der Kiemenblätter fixiert, in Paraffin eingebettet, in Schnittserien zerlegt und gefärbt. Handelte es sich um Fixieren der Infusorien auf Deckgläschen, so benützte ich Osmiumsäuredämpfe, Flemming'sche Flüssigkeit, eine in physiologischer Kochsalzlösung konzentrierte Sublimatlösung und zum Fixieren der ganzen Kiemenstücke ein Gemisch von Sublimat und 3% Salpetersäure im Verhältnis von 2 : 1. Auf diese Weise wurde nicht nur gleichzeitig fixiert, sondern auch das Skelett der Kiemen entkalkt, wodurch das Material nicht zu lange in so starken Flüssigkeiten wie Fixierungs- und Entkalkungsmitteln zu liegen brauchte. Zum Färben gebrauchte ich Safranin mit Wasserblau, Hämatoxylin nach Delafield, Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, aber auch die Färbungsmethode nach Giemza, Romanowski u. a.

c) Körperbau des *Chilodon hexastichus*.

Auf Grund der Beobachtungen, die ich mit oben genannten Methoden gesammelt hatte, läßt sich folgendes Bild des Baues von *Chilodon hexastichus* entwerfen.

Chilodon hexastichus hat einen dorsoventral abgeflachten Körper, infolgedessen erinnert er, von der Seite betrachtet, an einen Laib Brot. Die ventrale Seite ist flach und bewimpert, die dorsale gewölbt, cilienfrei. Im lebenden Zustande hat er, von oben gesehen, eine ovale Gestalt, die nur an einer Stelle, dort wo sich die beiden Cilienstreifen nahe der Öffnung des Reuseapparates treffen, in einen

www.dlibra.wum.edu.pl

kurzen Schnabel ausgezogen ist. Diesen Teil des Körpers des *Chilodon* wollen wir auch als den vorderen bezeichnen (Fig. 1). Die Gestalt des *Chilodon hexastichus* ist aber keineswegs konstant, da sein Körper zu metabolischen Bewegungen befähigt ist. Das Infusorium nimmt nämlich einmal an Länge zu, einmal wiederum ab und bildet bald ein stark längsgezogenes Oval, bald eine kreisförmige Scheibe. Man kann unter den zahlreichen Gestaltformen, die dieses Infusorium annehmen kann, auch herzförmige finden, die

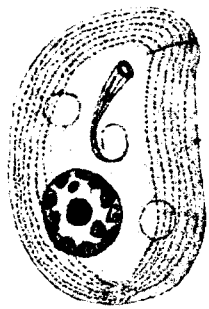

Fig. 1.

sehr an die von Moroff als *Chilodon cyprini* beschriebene Gestalt erinnern.

Auf fixierten Präparaten kann man zwar fast alle die Formen finden, doch überwiegt darunter die Gestalt einer ovalen Scheibe. Wir können also als Prototypus der Chilodongestalt eine ovale Scheibe annehmen, deren lange Achse 42—54 μ und die kurze 34—42 μ beträgt.

Die Struktur des Plasmas von *Chilodon hexastichus* erscheint nicht so kompliziert, wie wir sie bei manchen anderen Ciliaten, z. B. *Paramoecium* u. a. finden. Man kann hier zwar auch das Ekto- und Entoplasma unterscheiden, doch fehlt in dem ersteren die Schichtung in Pellicula, Alveolar- und Kortikalplasma. Den Körper des *Chilodon hex.* umhüllt nur die Cuticula, unter welcher ein schmaler Streifen hyaliner, homogener Substanz liegt. Das bis zu diesem hyalinen Saum reichende Entoplasma besitzt sowohl im Leben, wie in fixierten Präparaten einen feinkörnigen Bau. Im Entoplasma liegen beide Kerne (Macro- und Micronucleus), zwei Sekretionsvakuolen und der Reuseapparat.

Bevor wir uns mit diesen einzelnen Bestandteilen beschäftigen, wollen wir zunächst noch bei der Cuticula verweilen.

www.dlibra.wum.edu.pl

Diese den ganzen Körper bedeckende Hülle ist unter dem Mikroskope sehr gut zu sehen und läßt bis auf den mit Cilien besetzten ventralen Teil keine feinere Struktur erkennen. Wie erwähnt. laufen die Cilien bogenförmig in Streifen angeordnet zu beiden Seiten des Kernes und schließen ein cilienfreies mittleres Feld ein. In dem vorderen in einen Schnabel ausgezogenen Teile des Körpers vereinigen sie sich unter Abknickung, im hinteren Teile dagegen gehen sie fast unmittelbar ineinander über.

Sowohl das linke wie das rechte System setzt sich aus sechs Cilienreihen zusammen; deswegen habe ich auch die untersuchte Form *Chilodon hexastichus* genannt. Die Cilien liegen in tiefen Furchen, die man auf entsprechenden Schnitten durch den Ciliatenkörper sehr gut sehen kann. Die Cuticula ist auf Querschnitten im Gebiete der Cilienreihen sägeförmig gezackt. Aus dem Boden der Zackentäler ragen die Cilien hervor, welche in den im Entoplasma liegenden Basalkörperchen ihren Anfang nehmen. Die Anordnung der Cilienzonen, ihr Verhältnis zueinander ist aus der Figur 1 zu ersehen.

Die Cuticula, die, wie wir gesehen haben, außer diesen zackenförmigen Ausbuchtungen keine deutlich sichtbare Struktur besitzt, ist, wie weiter näher ausgeführt werden soll, als die äußere, oberflächliche und verdichtete Schicht des eigentlichen Protoplasmas aufzufassen.

Da das Kortikalplasma fehlt, so sind auch keine Trichocysten vorhanden. Statt dessen kommt bei den Chilodontinen ein Gebilde vor, das nach den Anschauungen der Autoren, die sich mit diesen Fragen beschäftigt haben, den Trichocysten homolog sein soll. Das ist der Reuseapparat, der als fixe Basis dem Cytopharynx dieser Infusorien dient. Der Reuseapparat besteht aus mehreren, in unserem Falle aus achtzehn Stäbchen. die kreisförmig angeordnet, ein trichterförmig sich verschmälerndes Gebilde darstellen. Der Eingang des Reuseapparates hat. von oben gesehen, die Gestalt eines doppeltkonturierten Ringes, auf welchem in regelmäßigen Abständen radiär angeordnete, mit der Heidenhain'schen Methode sich stark tingierende Streifen liegen, welche den oberen Querschnitt der einzelnen Stäbchen repräsentieren. Die Anwesenheit der Widerhacken, welche Stein im Reuseapparate der Chilodontinen beschreibt. konnte ich in keinem einzigen Falle konstatieren. Deswegen halte ich die Ansicht Bütschli's in dieser Beziehung für

www.dlibra.wum.edu.pl

wahrscheinlicher. In seinem großen Werke über die Protozoen äußert sich Bütschli über die Meinung Stein's folgendermaßen: „Das, was er (Stein) als Häckchen deutet, edürfte sicher nur die Flächenansicht (Querschnitt) der Oralenden der Stäbchen sein".

Die Stäbchen des Reuseapparates nähern sich im weiteren Verlaufe immermehr der langen Achse des ganzen Apparates, so daß sie einen Trichter bilden, dessen Ende spiral nach oben aufsteigend. dem ganzen Apparate die Gestalt eines am Ende gewundenen Hornes gibt. Mir scheint aber, daß der Reuseapparat nur im Ruhezustande diese Gestalt hat. Sein innerer Abschnitt kann sich nämlich im Augenblicke der Nahrungsaufnahme auch ziemlich stark erweitern und ausstrecken.

Der Reuseapparat, der normalerweise bis in die Gegend des Macronucleus reicht, kann auch seine Lage verändern, indem er mehr in die Tiefe dringt oder nach außen gedrängt wird. In einem Falle aber habe ich auf fixierten Präparaten beobachtet, daß der Reuseapparat soweit hinausgedrängt wurde, daß er nur mit seinem spiralen Ende im Körper des Infusoriums steckte.

Die zwei Exkretionsvakuolen liegen in der Längsachse des Körpers einander gegenüber. die linke in dem oberen oder vorderen, die rechte in dem unteren oder hinteren Körperabschnitt, wenn wir das Infusorium von der Bauchseite, d. h. von der mit Cilien bedeckten Körperseite betrachten. Diese Vakuolen sind ganz konstante Gebilde. und nehmen immer dieselbe Lage im Körper dieses Infusoriums ein, so daß man sie auch als ein systematisches Merkmal des *Chilodon hexastichus* und der ihm verwandten Arten betrachten kann. Die Vakuolen sind stets von einer deutlich sichtbaren Membran umschlossen. Kontraktile Elemente waren an denselben nicht zu finden.

Im Gegensatz zu den Exkretionsvakuolen, die wie gesagt, ganz konstant auftreten, sind die Nahrungsvakuolen für diese Form sehr selten und schwer auffindbar. Wenn man aber eine größere Menge von Individuen, sei es im Leben oder im fixierten Zustande betrachtet, so findet man stets solche, die eine Nahrugsvakuole besitzen. Die Ernährungsvakuole ist viel größer, als die Exkretionsvakuolen und ist vom Entoplasma des Infusoriumskörpers durch eine sehr deutliche Membran abgegrenzt.

Das inkonstante Auftreten der Nahrungsvakuole steht im Zusammenhange mit der Ernährungsweise dieser Infusorien; wir müssen

www.dlibra.wum.edu.pl

uns also hier mit dieser Frage ein wenig eingehender befassen, wenn wir uns Klarheit über die Erscheinung des temporären Auftretens der Vakuolen verschaffen wollen. Die ganze Ernährungsfrage des *Chilodon hexastichus* verdient aber um so größeres Interesse, da wir dieses Infusorium als einen direkten oder indirekten Krankheitserreger der Fische ansehen müssen und uns nur die Art des Verhältnisses zwischen diesem Infusorium und dem von ihm befallenen Organismus auf diese Frage Antwort geben kann.

Auf Grund der Qualität der Nahrung und der Art und Weise der Nahrungsaufnahme trennt Bütschli (1) die Ciliaten in zwei Kategorien. „Die erste Kategorie umfaßt alle Ciliaten mit einfacher Mundstelle, Mundspalt oder unbewimpertem Schlund. Es gehören demnach hieher sämtliche Euchelinen, Trachelinen und Chlamydodonten. Alle diese Formen verschlingen relativ ansehnliche, z. T. sogar sehr große Nahrungskörper, welche sie durch eine Art Schlingprozeß aufnehmen, wobei sie Mund und Schlund gewöhnlich sehr erweitern.

Zu der zweiten Kategorie gehören im allgemeinen sämtliche übrigen Ciliaten, deren Mund und Schlund Wimperorgane verschiedener Art zur Einstrudelung der Nahrungskörper besitzen, bei welchen der Mund und Schlund auch fast dauernd offen steht, so daß der ununterbrochene Nahrungsstrom, welchen die Wimperorgane erzeugen, d. h. Wasser samt kleineren oder auch größeren Nahrungskörpern fortgesetzt durch den Schlund in das Endoplasma getrieben wird..... Das Hauptmerkmal dieses Modus der Nahrungsaufnahme ist jedoch, daß stets erhebliche Wassermengen mit der Nahrung aufgenommen werden, letztere also wohl immer gleich in Nahrungsvakuolen liegt, welche aus dem gleichzeitig eingetretenen Wasser entstehen."

Wenn wir also diese Einteilung der Ciliaten annehmen, so müssen wir vom morphologischen Standpunkte aus den *Chilodon hexastichus* der ersten Kategorie zurechnen. Das Vorhandensein des Reuseapparates als eines stets auftretenden, den Cytopharynx unterstützenden Gebildes ist ja neben anderen peristomalen Apparaten, die bei den übrigen Ciliaten vorkommen, das morphologische Merkmal dieser Gruppe. Deswegen finden wir auch bei Bütschli unter anderen Familien die zu dieser Kategorie gehören, auch die Familie *Chlamydodonta* erwähnt, in welcher die Chilodontinen eine Unterfamilie bilden.

www.dlibra.wum.edu.pl

Vom dem ernährungs-physiologischen Standpunkte aus charakterisiert sich wiederum diese Gruppe durch Aufnahme von größeren Nahrungskörpern. Als solche Nahrungskörper hat man Algen, Flagellaten und Ciliaten zu verstehen, die dieser Gruppe wirklich als Nahrung dienen. Als Beispiel eines Infusoriums dieser Gruppe wäre *Prorodon ovum* zu erwähnen. Die Bakterien dagegen sind kleine Nahrungskörper, die mit dem Wasserstrome aufgenommen werden und die Nahrung der zweiten Kategorie der Ciliaten liefern. Auf diese Weise ernährt sich z. B. *Paramoecium* u. a.

Die Ernährungsweise wird auch bei *Chilodon hexastichus* entscheiden, in welche von den beiden Kategorien wir ihn einreihen werden.

Nun muß ich betonen, daß ich trotz sehr langen und genauen Untersuchungen niemals gesehen habe, daß dieses Infusorium Algen, die doch in großen Mengen in der Kiemenhöhle vorkommen, Flagellaten oder andere Ciliaten verspeist hätte, während ich feststellen konnte, daß sich die Infusorien immer in größerer Anzahl an den Stellen der Kiemen ansammeln, wo man größere Anhäufungen von Bakterien begegnet. Diese Stellen lieferten mir eben das reichste Beobachtungsmaterial. Die Bakterien bilden also unstreitig die wichtigste Nahrung dieses Infusoriums, obwohl es nicht ausgeschlossen ist, daß es sich auch von den Sekreten der Haut und der Kiemendrüsen ernähren kann. Hauptsächlich ist dabei, daß das Tier nur kleine Nahrungskörper verspeist und nach der Bütschli'schen Einteilung der zweiten Kategorie zugerechnet werden muß. Diese intermediäre Stellung, welche *Chilodon hexastichus* im Verhältnis zu den Bütschli'schen Kategorien einnimmt, kann man sich auf diese Weise erklären, daß das Infusorium, welches zur Familie freilebender, d. h. nicht parasitisch oder symbiontisch lebender Formen gehört, in den Zustand der Abhängigkeit von einem anderen Wesen übertritt [1]). *Chilodon hexastichus* besitzt also noch dieselben morphologischen Merkmale, wie andere Arten dieser Familie, seine Lebensweise ist aber den Bedingungen gemäß, in welchen er lebt, etwas abgeändert. Die Änderung der neuen Lebensweise wird dadurch veranlaßt, daß sich derselbe auf eine ganz bestimmte Nahrung

[1]) Die Art dieser Abhängigkeit wollen wir hier nicht berühren, da wir an einem anderen Orte noch Gelegenheit dazu haben werden.

www.dlibra.wum.edu.pl

beschränkt, was den ersten Schritt zur obligatorischen Symbiose oder zum Parasitismus bildet.

Die zweite Kategorie der Ciliaten charakterisiert sich ferner nach Bütschli durch Anwesenheit der Ernährungsvakuole. Da auch die Nahrungsweise des *Chilodon hexastichus* derjenigen der zweiten Kategorie entspricht, so wird auch das Auftreten der Vakuole bei diesem Infusorium verständlich.

Daraus ergibt sich also, daß *Chilodon hexastichus* eine vermittelnde Stellung einnimmt. da er morphologisch der ersten, physiologisch der zweiten Kategorie der Bütschli'schen Einteilung entspricht.

In dem oben angeführten Bütschli'schen Zitate lesen wir. daß infolge des mit der Nahrung aufgenommenen Wassers. die Nahrung „wohl immer in Nahrungsvakuolen liegt, welche aus dem gleichzeitig eingetretenen Wasser entstehen". Aus diesen Worten. die für die ganze Frage der Vakuolenentstehung nicht ohne Bedeutung sind, kann man eine doppelte Folgerung ziehen. erstens, daß die Nahrungsvakuole ein inkonstantes Gebilde sein muß, und zweitens, daß sie durch das aufgenommene Wasser gebildet wird. Während aber die erste Konsequenz mit den Verhältnissen, die wir an *Chilodon hexastichus* gefunden haben, vollkommen übereinstimmt, ist die andere etwas zu allgemein gehalten. Zur Charakteristik der Ernährungsvakuole des *Chilodon hexastichus* gehört nämlich die Vakuolenmembran. Diese Vakuolenmembran muß sich jetzt im Augenblicke der Nahrungsaufnahme bilden, und zwar dann, wenn die Nahrung mit dem Wasserstrome durch den vom Reuseapparat gestützten Cytopharynx hindurchgetrieben wird, sie muß aber andererseits in dem Augenblicke, wenn die verdauten Nahrungskörper durch die Cytopyge nach außen ausgeschieden werden, verschwinden.

Das Verhalten der aufgenommenen Nahrung stellt sich, unter dem Mikroskope gesehen, folgendermaßen dar. Die Nahrung, die mit dem Wasserstrome aufgenommen wird, passiert den Cytopharynx und dringt in das Entoplasma ein. Im Augenblicke des direkten Kontaktes mit dem letzteren wird sie von einer Membran eingehüllt und dadurch von dem Körper des Infusoriums abgeschlossen. Während des ganzen Verdauungs- und Resorptionsprozesses ändert die Vakuole fortwährend ihre Lage, bis sie zur Cytopyge gelangt und hier ihren Inhalt entleert. Die im Körper des Infusoriums nach

www.dlibra.wum.edu.pl

der Entleerung verbleibende Membran verschwindet dann nach einiger Zeit vollständig.

Wenn wir nun die Frage entscheiden wollen, wie alle die Vorgänge zustande kommen, die in der Vakuole und bei deren Bildung sich abspielen, so sehen wir sofort ein, daß wir mit der bloß beobachtenden und beschreibenden Methode nicht weit kommen können, sondern daß wir vielmehr zur Aufklärung dieser Erscheinungen die Resultate der experimentellen Untersuchungen und speziell der Untersuchungen über die Bildung und die Eigenschaften der s. g. organischen Membranen in Betracht ziehen müssen.

d) Entstehung der Vakuolenmembran.

Mit der Frage nach der Entstehungsart der Vakuolen haben sich bereits verschiedene Forscher wie de Vries, Pfeffer, Rhumbler u. a. beschäftigt. Nach Pfeffer (9) ist die Plasmahaut als verdichtetes Cytoplasma aufzufassen, gebildet durch Molekularänderungen in der Berührungsfläche des Protoplasmas mit einer anderen Flüssigkeit, welche durch die Wirkung der Oberflächenspannung hervorgerufen werden. Daß er aber diese Erscheinung nicht als einen rein physikalischen Vorgang auffaßt, ergibt sich aus seinen Äußerungen in der Arbeit „Zur Kenntnis der Plasmahaut u. s. w.“ S. 251.: „Daß aber die Plasmahaut kein einfaches physikalisches Oberflächenhäutchen sein kann, wie solches an der Grenzfläche homogener Flüssigkeiten entsteht, ist schon aus den Isolierungsversuchen zu entnehmen, welche mit dem Erstarren die Plasmahaut als eine feste Membran von meßbarer Dicke liefern“, und Seite 244: „.... daß die Plasmahaut nicht etwa einfach ein physikalisches Spannungshäutchen ist und daß die diosmotischen Verhältnisse nicht durch eine Ölschicht bedingt werden, wie es neuerdings von Quincke angenommen wird.“

Seit der Pfefferschen Arbeit ist aber eine Reihe von experimentellen Arbeiten erschienen, die uns ein helles Licht auf diese Vorgänge in der lebenden Zelle werfen können. Wir wollen daher im kurzen noch alles zusammenstellen, was wir über die Beschaffenheit und Entstehungsart der Vakuolenhaut wissen, und es in Einklang mit den experimentell erhaltenen Resultaten zu bringen versuchen.

Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß nackte Protoplasmamassen sich von einem flüssigen Milieu durch einen Saum von hyalinem Plasma abschließen. Dieser hyaline Saum, auch Plasma-

www.dlibra.wum.edu.pl

haut genannt, muß aber hier von ganz besonderer Beschaffenheit sein, da er sich, wie das aus seinem Verhalten bei verschiedenen Beobachtungen hervorgeht, einmal wie eine feste Membran verhält, ein andermal aber Eigenschaften einer zähflüssigen Substanz erkennen läßt. Schon aus dem Grunde kann die Membranbildung nicht als einfacher physikalischer Vorgang aufgefaßt werden.

Diese Bemerkung bezieht sich aber auf die Cytoplasmahaut und nicht auf die Vakuolenmembran, die uns speziell in diesem Falle interessiert. Da aber die Bedingungen der Bildung der Vakuolenmembran, aus ihrem Verhalten zu urteilen, ähnlich sein können, so wurde die Bemerkung über die Entstehung der Cytoplasmahaut vorausgeschickt. Daß diese Anschauung auch von anderen Forschern geteilt wird, ergibt sich aus den Worten Pfeffers („Osmotische Untersuchungen" S. 147.): „Nach den empirischen Erfahrungen wird eine Plasmamembran überall vorhanden sein, wo Protoplasma an eine andere wässerige Flüssigkeit stößt". Diese Bemerkung kann sich implicite auch auf die Vakuolenhautbildung beziehen; übrigens wird diese Ansicht in einer anderen Arbeit desselben Verfassers „Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen etc." vielfach hervorgehoben.

Besonders wichtig sind Pfeffer's Experimente über die Bildung der künstlichen Vakuolenhaut vermittels der Asparagin-, Vitellin- und anderer Kriställchen, die dem Myxomyceten *Chondrioderma difforme* einverleibt wurden. Im Augenblicke des Auflösungsprozesses der betreffenden Kriställchen bildete sich eine diese Kristalle mit Flüssigkeit einschließende Membran, also eine Art von Vakuole, die sich ganz wie eine natürliche verhielt. Pfeffer hat auch ein Zusammenfließen von künstlichen und natürlichen Vakuolen gesehen, ja sogar ein Zusammenfließen mit einer pulsierenden Vakuole.

Ähnliche Erscheinungen sehen wir bei Nahrungsaufnahme durch Infusorien und Amöben; auch in diesen Fällen wird die aufgenommene Nahrung von einer Membran umschlossen, die den Inhalt der so gebildeten Vakuole von dem Entoplasma trennt. Wir können also beide Erscheinungen so lange unter demselben Gesichtspunkte betrachten, als nicht bewiesen wird, daß die Membranbildung in protoplasmatischen Körpern auf verschiedenen Wegen zustande kommen kann.

Die Resultate der bisherigen Forschungen stimmen insofern

www.dlibra.wum.edu.pl

untereinander überein, daß die Membran sich nur dann bilden kann, wenn die zusammenstoßenden Flüssigkeiten heterogen sind. Diese Empfindlichkeit der Heterogeneität der zusammenstoßenden plasmatischen Substanzen geht sogar so weit, daß zwei von verschiedenen Individuen herstammende Protoplasmamassen sich voneinander durch eine Membran trennen, dagegen zwei einem und demselben Individuum angehörende Massen, wie dies durch Jensen's Untersuchungen bestätigt wird, zusammenfließen. Hieher gehört auch die Beobachtung, die ich der weiter unten zitierten Arbeit von Metcalf entnehme und die von Höber gemacht worden sein soll: „Wenn ein Tropfen Protoplasmas von einer Protozoenspezies in ein anderes Individuum derselben Spezies eingebracht wird, so verliert er seine Persönlichkeit. Wenn er jedoch in ein Individuum einer anderen Spezies gebracht wird, so umschließt er sich mit einer Membran und bleibt unterschiedlich. Höber schreibt dies der Oberflächenspannung zu. Im ersten Falle sind die zwei Protoplasmamengen identisch, und es kann zwischen ihnen keine Trennungsfläche bestehen, diese beiden müssen sich folglich vermischen. Im zweiten Falle dagegen sind die beiden Protoplasmen chemisch verschieden und deshalb besteht an ihrer Trennungsfläche eine Oberfläche mit wohldefinierter Oberflächenspannung".

Wir haben aber schon früher gesagt, daß man die Membranbildung nicht nur als eine physikalische Erscheinung auffassen darf, da die Membran als ein gut definierbares Gebilde auftritt, das man durch entsprechende Mittel isolieren kann (Rhumbler gelang dies mit KOH), während an der Berührungsfläche von zwei homogenen aber nicht mischbaren Flüssigkeiten keine morphologisch bestimmte Membran sich zu bilden pflegt. Die Festigkeit und Elastizität dieser Trennungsschicht soll nur ein Ausdruck der in dieser Schicht wirkenden Kräfte sein. Die Plasmahaut und Vakuolenmenbran sind aber echte Membranen, deren wirkliche Existenz sehr leicht zu konstatieren ist, sowohl auf fixierten Präparaten oder noch besser, wie es Rhumbler durch seine Untersuchungen festgestellt hat, durch Einwirkung von verdünnter Kalilauge auf den Körper der *Amoeba verrucosa* (Fig. 15, 40, 48 in Rhumbler's Arbeit) (10).

Bei dieser Behandlung des Amöbenkörpers geht alles Entoplasma zugrunde und verschwindet gänzlich, es bleiben nur ektosplasmatische Bestandteile, und zwar sowohl das Hyaloplasma, das den ganzen Körper umhüllt, wie auch die Vakuolenmembran, die, wie wir

www.dlibra.wum.edu.pl

später sehen werden, dem Hyaloplasma homolog ist. Wir können daher das Verhalten der Vakuolenoberfläche nicht als den Ausdruck der dort wirksamen Kräfte rein physikalisch auffassen, denn die in oben geschilderter Weise nachgewiesene tatsächliche Existenz dieser Membran ist über jeden Zweifel erhaben. Da aber alles Entoplasma durch Behandlung mit Kalilauge verschwunden und nur das Ektoplasma und ihm verwandte Gebilde geblieben sind, so erscheint auch die für uns wichtige Schlußfolgerung Rhumbler's (a. a. O. S. 143): „daß eine chemische Differenz zwischen Ekto- und Entoplasma vorliegen muß" ganz berechtigt. Und etwas weiter lesen wir: „Da nun das Ektoplasma aus der Substanz des Entoplasmas seinen Ursprung genommen hat, da sich aber das Ektoplasma von dem Entoplasma unterscheidet, so muß offenbar auch seine chemische substantielle Umwandlung mit den in das Ektoplasma eingetretenen Entoplasmasubstanzen vor sich gegangen sein. Diese chemische Umwandlung hat sich an der Oberfläche vollzogen, also da, wo der Amöbenkörper mit einem fremden Medium in direkte Berührung tritt. Nichts liegt näher als der Einwirkung des äußeren Mediums direkt diese Verdichtung zuzuschreiben".

In welcher Weise das äußere Medium den verdichtenden Einfluß auf das Entoplasma ausübt, darüber äußert sich Rhumbler nicht. Die Antwort finden wir dagegen bei Metcalf „Über feste Peptonhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung" Aus fünf Hypothesen, die zur Erklärung der Entstehung fester Membranen auf der Wasserfläche aufgestellt worden sind, kann die 4. und 5. Hypothese, wie es Metcalf getan hat, zu Hilfe genommen werden. Die Hypothese beruht auf zwei von Gibbs in seiner Abhandlung „Über das Gleichgewicht heterogener Substanzen" (1876) aufgestellten Prinzipien. Von diesen besagt das eine, „daß ein gelöster Stoff, der die Oberflächenspannung seines Lösungsmittels vermindert, das Bestreben hat, sich in der Oberfläche anzusammeln"; das andere dagegen lautet: „Wenn die Stoffe einer Lösung fähig sind, eine chemische Umsetzung zu bewirken, die die Oberflächenspannung erniedrigen würde, so liegt eine Neigung zum Statthaben dieser Umsetzung vor".

Dieses Prinzip wurde dann von einigen Forschern, wie Zawidzki, Benson, Ramsden und Metcalf experimentell bestätigt und zur Erklärung der Entstehung fester Oberflächenhäutchen herangezogen. Es stellte sich dabei heraus, daß Proteinlösungen die-

www.dlibra.wum.edu.pl

sem Gesetz vollständig gehorchen, d. h., daß sie eben solche Substanzen sind, welche die Eigenschaft der Verminderung der Oberflächenspannung besitzen. Da aber das Protoplasma auch als eine Proteinlösung aufgefaßt werden muß, so müssen die entsprechenden Vorgänge in ihr demselben Prinzip unterworfen sein, und wir können daher annehmen, daß im Augenblicke des Zusammenstoßens des Plasmas mit einem nicht mischbaren, chemisch verschiedenen Körper aus dem ersteren gewisse Substanzen, die man allgemein als membranogene bezeichnen kann, in die Grenzfläche diffundieren und sich dort verdichten.

Ob jede beliebige Protoplasmapartie als Material zur Membranbildung dienen kann, oder ob speziell „membranogene" Substanzen von dem Plasma abgeschieden werden, ist schwer direkt zu entscheiden. Ich möchte aber die erstere Behauptung schon aus dem Grunde als die wahrscheinlichere annehmen, da wir die Erscheinung der Membranbildung nicht als eine spezifische vitale Eigenschaft des lebenden Plasmas auffassen, sondern auf rein mechanische Umstände zurückführen. Daß eine solche Membran auch für die vitalen Vorgänge in der Zelle von besonderer Bedeutung ist, kann noch nicht als ein triftiger Einwand gegen die mechanische Auffassung der Entstehungsart der Membran gelten, denn meiner Meinung nach äußert sich das Leben oder, wenn man will, die „Vitalität" nicht in speziellen Einrichtungen, die als materielles Substrat der Lebenserscheinungen dienen und durch physikalisch-chemische Faktoren hervorgebracht werden können, sondern in der harmonischen Beherrschung der ihr zu Gebote stehenden Mittel. Hier ist aber auch nicht der Ort, sich weiter darüber zu verbreiten.

Da jedoch das Protoplasma aus verschiedenen eiweißartigen Körpern besteht, welche auch verschiedenen Wert der Oberflächenspannungverminderung haben, so werden sich auch in der Grenzfläche nur diese Stoffe ansammeln, die den größten Wert dieser Fähigkeit haben, wenn wir von ihrer Diffusionsgeschwindigkeit, sowie von den Verhältnissen absehen, die mit innerer Reibung im Zusammenhange stehen. Wir können also bis zum gewissen Grade von membranogenen Substanzen im Protoplasma sprechen, indem wir an denjenigen Bestandteil der lebenden Substanz denken, der bei der Einwirkung der Oberflächenspannungskräfte sich in eine feste aber umkehrbare Phase verwandeln läßt. In diesem Sinne könnte man diesen Theorien, welche die Existenz von gewissen

www.dlibra.wum.edu.pl

präformierten Membranbildnern im Protoplasma annehmen, auch gewissermaßen Recht geben.

Das heißt aber allerdings noch nicht die Anwesenheit solcher Membranbildner im Protoplasma, wie es die de Vries'schen Tonoplasten sind, anerkennen, und zwar deshalb nicht, weil die Unzulänglichkeit dieser Hypothese Pfeffer in seiner Arbeit nachgewiesen hat, ferner weil wir mit einer solchen Hypothese, die mit präformierten strukturellen Einheiten operiert, nicht viel weiter kommen können und dabei noch weitere Annahmen machen müssen, um die Erscheinung der Membranbildung verständlich zu machen [1]). Bei solchen Untersuchungen handelt es sich gar nicht um die Erkenntnis der molekulären oder metastrukturellen Bauelemente der betreffenden Gebilde, es genügt vollkommen, wenn man die Bedingungen feststellen kann, unter welchen sie zustande kommen.

Da die von Metcalf gegebene Erklärung der Membranbildung von allen die beste ist und da sie auch andere Vorgänge, die wir weiter berühren werden, erklärt, so wollen wir uns an diese halten, von anderen möglichen Erklärungen absehen und jetzt zur Besprechung der gebildeten Vakuole übergehen [2]).

[1]) Bei diesem Suchen nach solchen speziellen strukturellen Teilchen, welche irgend eine Erscheinung uns erklären sollen, ist aber indessen immer ein logischer Fehler unvermeidlich, da wir ihnen solche Eigenschaften zuzuschreiben pflegen, welche die vorausgesetzte Annahme verlangt, ohne zu prüfen (was auch fast niemals, sogar indirekterweise, möglich ist), ob diese ihnen wirklich zukommen.

Wir begehen hier also einen Fehler, der in der Logik den Namen „Petitio principii" trägt und welcher als charakteristisches Merkmal allen Präformationshypothesen zu grunde liegt. Alle Bioblasten, Archiplasten, Plasome, Pangene, Biophoren u. s. w. besitzen solche Eigenschaften, die ihnen lediglich auf Grund dieses logischen Fehlers, den einzelnen Anschauungen der betreffenden Forscher gemäß, zugeschrieben werden. Es leuchtet aber ein, daß man sich in der Weise alles mit größter Genauigkeit erklären kann, denn man braucht nur solche metastrukturelle nichtempirische Einheiten anzunehmen und sie mit Eigenschaften auszustatten, welche der gebildeten Voraussetzung entsprechen. Übrigens glaube ich nicht, hier auf den Unterschied der in der Physik und Chemie eingeführten Begriffe der Atome und Moleküle und der biologischen Einheiten näher eingehen zu müssen.

[2]) Ich will noch folgende Beobachtungen über die Bildung des hyalinen ektoplasmatischen Saumes erwähnen Schaudinn hat bei *Trichosphaerium* und Doflein bei *Myxosporidien* beobachtet, daß das Ektoplasma durch Auspressung des Wassers aus der oberflächlichen Schicht zustande kommt. Ich glaube, daß diese Art der Bildung des Ektoplasmas in gar keinem Widerspruche mit der

www.dlibra.wum.edu.pl

Wie wir gesagt haben, bleibt die Vakuolenmenbran bei *Chilodon hexastichus* so lange bestehen, als die Vakuole ihre Cyclose ausführt. Wenn aber die Vakuole nach Vollendung des Verdauungsprozesses bis an die Afteröffnung gekommen ist, birst sie und ihr Inhalt wird nach außen ausgeschieden. Die Membran bleibt aber im Körper des Infusoriums und wird mit fortschreitender Abscheidung durch das nachrückende Entoplasma immer mehr zu einem gefalteten Gebilde zusammengedrückt und verschwindet nach einiger Zeit. Eine ähnliche Beobachtung über eine kontraktile Vakuole bei *Amoeba verrucosa* beschreibt Rhumbler (S. 259) folgendermaßen: „Es läßt sich am vordringenden Rande des Protoplasmas eine die Vakuole als Blasenwand umfassende hautartige Verdichtung wahrnehmen, die sich mit dem Verschwinden der Vakuolenflüssigkeit zusammenzieht und schließlich, wenn alle Flüssigkeit entleert ist, noch als ein kleines rundliches Körperchen sichtbar bleibt, das erst nach einer Minute etwa verschwindet".

Die beiden beschriebenen Fälle beweisen, daß die Membran nach außen mit dem Vakuoleninhalt durchaus nicht ausgeschieden wird, sondern daß sie vielmehr im Körper des *Chilodon*, bezw. der *Amoeba verrucosa* zurückbleibt, um später im Körper der betreffenden Formen sich zu verflüssigen. Sie besteht also nur so lange, als die Bedingungen bestehen, die sie hervorgerufen haben.

Analoge Erscheinungen können wir bei der Verwandlung des Ektoplasmas in Entoplasma und vice versa beobachten, wie sie uns Rhumbler in seiner schon zitierten Arbeit S. 150, Kap. 4. „Verwandlung des Ektoplasmas während der Amöbenbewegung theore-

obigen Hypothese steht und daß diese Auspressung überhaupt und immer bei Pektisation des Plasmas vorhanden sein muß. Mit dem Wasser werden auch Mikrosomen und andere apoplasmatische Einschlüsse aus dem koagulierenden Teile ausgepreßt, und damit kann man sich auch die allgemein bekannte Erscheinung, welche beim Absterben der einzelligen Wesen auftritt, nämlich die Brown'sche Molekularbewegung, erklären. Die Mikrosomen und andere kleinere Partikeln, welche im lebendem Plasma wegen der großen Viskosität desselben die molekuläre Bewegung nicht ausführen können, beginnen im Anfange des Absterbens und der gleichzeitigen Koagulation des Plasmas, indem sie mit Wasser ins Innere der Zelle ausgepreßt werden, die charakteristische zitternde Bewegung. Die Menge des abgegebenen Imbibitionswassers wächst beim Absterben immer mehr, der Zusammenhang der einzelnen koagulierten Plasmapartikeln wird immer lockerer, und es kommt endlich zur totalen Desintegration der einst lebenden Zelle und zum körnigen Zerfall derselben.

www.dlibra.wum.edu.pl

tisch erschlossen und empirisch nachgewiesen" liefert, besonders wenn wir die Bildung der Plasmahaut und Vakuolenmenbran auf gemeinsame Ursachen zurückführen, was mit den Pfeffer'schen und Rhumbler'schen Anschauungen und auch mit denen vieler anderen Autoren, die sich mit dem Gegenstande beschäftigt hatten, zusammenfällt.

Rhumbler sieht in der Verwandlung des Ektoplasmas in Entoplasma den Ausdruck der „ektoplasmalösenden Kraft des Entoplasmas", ich glaube aber, daß diese „geheimnisvolle Kraft" des Entoplasmas sich auch anders begreifen läßt. Der Membranbildungsprozeß beruht auf einer chemischen Umwandlung der in der Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten sich ansammelnden Protoplasmabestandteile, einer Umwandlung von reversibler Natur, welche so lange verläuft, als auch die Oberflächenkräfte wirken, oder bis die sich bildende Membran so dick wird, daß die gegenseitige Beeinflussung der in Kontakt stehenden Flüssigkeiten gleich Null wird. Dann tritt in der Grenzfläche ein Gleichgewicht ein, das durch zwei Prozesse, den Auflösungs- und den Neubildungsprozeß, reguliert wird. Jede Auflösung der Membran stört das Gleichgewicht und verursacht infolgedessen eine neue Konzentrierung der membranogenen Substanz in der Grenzfläche; zu starke Konzentrierung wird durch Auflösung ausgeglichen. Solange die Bedingungen der Membranbildung bestehen, oszillieren die beiden Prozesse um ihren Gleichgewichtspunkt, sobald sie aber weichen, gewinnt der Auflösungsprozeß die Oberhand, und die gebildete Membran wird gänzlich in der Mutterlauge, das heißt im Entoplasma gelöst. Solange also die Vakuole eine Flüssigkeit umschließt und solange das Ektoplasma in direkter Berührung mit dem Wasser steht, bleibt sowohl die Vakuolenmembran und der hyaloplasmatische Saum bestehen, hat aber die Vakuole ihren Inhalt entleert und wird das Ektoplasma von Entoplasma umflossen, wie dies Rhumbler bei der Bewegung v. *Amoeba blattae* und *limicola* und Penard bei *Amoeba proteus* und *undosa* beobachtet hat, so lösen sich beide, d. i. sowohl Vakuolenmembran wie Ektoplasma, auf.

Wir wollen daher keinen prinzipiellen Unterschied zwischen den zwei morphologisch differenten Plasmaarten, d. h. dem Ento- und dem Ektoplasma annehmen, das letztere wäre ja nur ein von Mikrosomen befreites, durch die Wirkung der Oberflächenspannung verändertes Entoplasma, welches auf der Oberfläche des ganzen

www.dlibra.wum.edu.pl

Körpers oder der Vakuole eine mehr oder weniger resistente Hülle bildet, die aber wieder morphologisch gesagt, in granulöses Entoplasma zurückverwandelt werden kann. Aus dem Grunde kann man auch die Cuticula der Flagellaten und Infusorien als eine solche an der Oberfläche verdichtete Entoplasmaschicht auffassen, die eine äußere Körperhülle bildet und ihrem Körper eine mehr beständige Gestalt verleiht, die aber den metabolischen Körperbewegungen der Flagellaten oder Infusorien keinen Widerstand entgegensetzt.

Ich hatte zweimal Gelegenheit, mich von der Richtigkeit dieser Anschauung durch direkte Beobachtung zu überzeugen: einmal beim Studium der Umwandlung einer mir unbekannten Flagellatenspezies aus der Gruppe der Protomonadinen, die ich durch mehrere Tage auf dem Objektträger kultivierte, wobei ich ihre ganze Verwandlung vom Amöbenstadium durch ein astasiopsisähnliches Stadium bis zur Erreichung der erwachsenen birnförmigen Form beobachten konnte, ein andermal aber noch prägnanter bei einer Beobachtung an einem Exemplar von *Stentor viridis*, welches ich mit einigen anderen Individuen derselben Art zu Versuchszwecken auf den Objektträger isoliert hatte. Das zuletzt erwähnte Exemplar, das meine Aufmerksamkeit auf sich lenkte, war das größte von allen und unterschied sich von den übrigen, von der Größe abgesehen, durch seine Trägheit, ja geradezu Bewegungslosigkeit. Nach einiger Zeit, während welcher ich das Tier ununterbrochen beobachtete, begann es plötzlich durch das Peristom Partikeln seines eigenen Leibes in periodisch abgegebenen Stößen herauszuwerfen. Dann trat ein gänzlicher Zerfall seines hinteren Endes in der Weise ein, wie man das beim Tode der Infusorien immer sehen kann. Der Zerfall kam aber nicht zum Abschluß, sondern es wurden auf die Weise nur zwei Drittel des Körpers zerstört, so daß vom Infusorium nur die Peristomal-Gegend mit ihren während der ganzen Zeit sehr stark schlagenden Cilien, das vordere Drittel des Körpers mit vier Gliedern seines rosenkranzförmigen Kernes intakt blieben. In diesem Augenblicke bedeckte sich der hintere, der Zerfallslinie angrenzende Teil mit einer Cuticula, und das Infusorium schwamm mit großer Eile vom Zerfallsorte fort. Die Bildung der Cuticula nahm ihren Anfang nicht von der alten übriggebliebenen, auch hat sich der Körper nicht durch Zusammenrücken der frei stehenden Enden der alten Culticula von dem

www.dlibra.wum.edu.pl

Medium abgeschlossen, sondern es bildete sich eine neue Plasmahülle, durch direkte Verwandlung der entblößten Protoplasmaschicht.

Das weitere Verhalten des Stentoren interessiert uns hier nicht mehr; es war mir daran gelegen, aus dieser Beobachtung nur das mitzuteilen, was als Beweis für die Richtigkeit der oben angeführten Anschauung herangezogen werden kann. In diesem Sinne äußert sich auch Pfeffer in seiner Arbeit: „Zur Kenntnis der Vakuolenhaut etc". S. 235. „So ist der äußere Grenzwall des Protoplasten in der Memhran, der sog. Cuticula von Euglenen und Infusorien zu einer festeren und schärfer begrenzten, aber immerhin noch mit dem Protoplasma zusammenhängenden Haut geworden, welche auch besonders sichtbare Strukturen auszubilden vermag und wenigstens normalerweise sich nicht mehr in Cytoplasma zurückzuverwandeln schien".

e) Mechanismus der Vakuolenentleerung.

Die gebildetete Vakuolenmembran erreicht eine Dicke, die das Gleichgewicht zwischen der beiderseitigen Einwirkung der in der Vakuole eingeschlossenen Flüssigkeit und des angrenzenden Protoplasmas erhält, die also die Wirkung der Oberflächenspannung ganz aufhebt.

Nach Vollendung der Cyclose gelangt die Vakuole dann zur Afteröffnung, der Cytopyge, welche nach Maier beständig bei den Chilodontinen existieren soll.

In diesem Augenblicke verändern sich die Bedingungen, welche auf die Vakuole einwirken. Solange die Vakuole in dem Protoplasma des Infusoriumkörpers verbleibt, befindet sich ihre Membran unter gleichmäßigem Drucke, der sowohl von außen, das heißt von dem Entoplasma, wie von innen, nämlich von der Vakuolenflüssigkeit, einwirkt. Darum hat auch die Vakuole eine regelmäßig kugelige Gestalt. Gelangt sie jedoch bis zur Afteröffnung, dann ist der kleine, der Cytopyge anliegende Teil der Membran nur dem inneren Drucke ausgesetzt, der jetzt überwiegt und das Gleichgewicht stört. An der von dem Drucke des Entoplasmas befreiten Stelle muß es zur Deformation der Kugelgestalt der Vakuole kommen, die Membran bildet hier eine Ausbuchtung, die infolge des sich immer mehr steigernden Druckes des Entoplasmas endlich birst und dabei den Inhalt der Vakuole ausströmen läßt. Wir dürfen jedoch nicht außer acht lassen, daß sich an dieser Stelle

www.dlibra.wum.edu.pl

keine neue Membran bilden kann, da dort weder das Material noch die Bedingungen zu einer Membranbildung vorhanden sind. Auch könnte man an die Anwesenheit der osmotisch wirkenden Körper im Vakuoleninhalt denken, die das Wasser aus dem Medium aufsaugen und dadurch noch mehr den Druck auf die Vakuolenmembran von innen steigern und den ganzen Prozeß beschleunigen.

Die den Entleerungsprozeß der Vakuole einleitende Ausbuchtung ist bei Infusorien sehr schwer zu sehen, wir besitzen aber eine von Rhumbler an *Amoeba verrucosa* gemachte Beobachtung, die auf S. 259 seiner schon mehrmals zitierten Arbeit folgendermaßen geschildert wird. „Hat die Vakuole eine große aber nicht genau bestimmte Größe erreicht, so erfolgt ihre Entleerung nach außen, zunächst gewahrt man fast immer — nur dann nicht, wenn sie ungünstig liegt — eine kleine kuppelartige Aussackung gegen das Ektoplasma hin". Rhumbler schreibt die Ausbuchtung der Veränderung der Oberflächenspannung an der betreffenden Stelle der Vakuole zu; es wäre aber zu bemerken, daß bei der *Amoeba verrucosa,* die keine präformierte Afteröffnung besitzt, die Bedingungen der Vakuolenentleerung ein wenig modifiziert sein müssen, da hier der Entoplasmadruck überwunden werden muß. Diese Modifizierung braucht aber nur quantitativ gedacht zu werden.

Nach Beendigung der Defäkation zieht sich die Membran zusammen und erliegt der „ektoplasmalösenden Kraft des Entoplasmas" oder anders gesagt, sie verschwindet, wenn die Tendenz zur Auflösung die Tendenz zur Verdichtung überwiegt, d. h. wenn die auflösenden Prozesse das Übergewicht über die verdichtenden gewinnen, oder endlich wenn das Gleichgewicht dieser zwei parallel verlaufenden Prozesse zugunsten des auflösenden Prozesses gestört wird.

Auf diese Weise kann man sich die Erscheinungen der Entstehung und des Verschwindens der Vakuolenmembran erklären und, um auf das eigentliche Thema dieser Arbeit zurückzukommen, das temporäre Auftreten der Ernährungsvakuole bei *Chilodon hexastichus* verständlich machen. Die Ernährungsvakuole bildet sich nur im Augenblicke der Nahrungsaufnahme und persistiert im Infusorium nur so lange, als die Bedingungen seiner Entstehung vorhanden sind. Verschwinden diese, so verschwindet sie auch; deshalb begegnen wir bei der Untersuchung Individuen mit oder ohne Vakuole.

www.dlibra.wum.edu.pl

Der Kernapparat.

In der Beschreibung der einzelnen Organe des *Chilodon hexastichus* kommen wir in weiterer Folge zum Kernapparat dieses Infusoriums. Der Micronucleus hat meistens eine homogene Struktur, die jedoch bisweilen eine gewisse Differenzierung aufweist, und zwar in dem Sinne, daß das Chromatin in Form eines einheitlichen Ringes an der Oberfläche der Micronucleus zu liegen kommt und sich stark färbt, während das Innere ungefärbt bleibt. Außer diesem Ringe kann man in der farblosen Mitte noch die Anwesenheit von einem, zwei oder drei chromatophilen Körnchen konstatieren. Der Micronucleus liegt gewöhnlich in einer Einsenkung des Macronucleus, der Micronucleus ist oft gar nicht zu sehen.

Der Bau des Macronucleus von *Chilodon hexastichus* ist sehr veränderlich und verschieden. Wenn man auf einer ganzen Reihe von Präparaten die Bauverhältnisse des Macronucleus von *Chilodon hexastichus* untersucht, findet man so mannigfaltige Bilder, daß man, wenn es sich um Genauigkeit handelte, fast jedes gesehene Bild beschreiben müßte; ich will mich daher nur auf die wichtigsten Formen derselben beschränken. Der typische Kern, oder richtiger gesagt, das am häufigsten vorkommende Bild der Bauverhältnisse des Macronucleus, das für die ganze Gruppe der Chlamydodonten gemeinsam zu sein scheint, sieht folgendermaßen aus. Der Macronucleus hat eine kugelförmige Gestalt und ist von einer Kernmembran deutlich umgeben. Das Chromatin liegt an der Oberfläche des Kernes, dicht unter der Membran in Form von groben Körnern oder Brocken. Weiter nach innen finden wir ein helles, nicht tingierbares Feld, dessen Zentrum ein großes chromatinreiches, rundliches oder unregelmäßig gebautes Gebilde einnimmt. Das letztere wird von verschiedenen Autoren verschieden genannt. Rhumbler nennt es Binnenkörper, wir finden aber in der Literatur dafür auch Namen wie Nebenkörper, Nucleolus oder sogar Karyosom. Da wir aber mit dem letzteren Namen ein gewisses Gebilde im Kern der Sporozoen zu bezeichnen pflegen, welchem man auf Grund der Sporozoenforschungen aus letzter Zeit eine ganz bestimmte Bedeutung bei den Lebensprozessen dieser Formen zuschreibt, erscheint es angezeigt, diesen ganz spezifizierten Namen „Karyosom“ zu vermeiden und sich für den von Rhumbler eingeführten, gar nichts voraussetzenden Namen „Binnenkörper“ zu entscheiden. Aber auch

www.dlibra.wum.edu.pl

aus anderen Gründen erscheint es geraten zu sein, eine Verwechslung dieses Gebildes, nämlich des Karyosoms der Sporozoen mit dem „Binnenkörper“ der Chilodontinen zu vermeiden, erstens weil der Binnenkörper des *Chilodon hexastichus* aus einer kompakten Chromatinmasse aufgebaut ist, in welcher man die für das Karyosom der Sporozoen beschriebenen zwei Schichten, nämlich eine kortikale, chromatinreiche und eine plastische Rindenschicht nicht unterscheiden kann, und zweitens da das Karyosom der Sporozoen dem ganzen Macronucleus der Infusorien entsprechen soll. Moroff sagt in seiner Arbeit: „Über die bei den Cephalopoden vorkommenden Aggregatarten“ auf S. 169. folgendes: „Funktionell entsprechen sie (die Karyosome) dem Macronucleus der Ciliateninfusorien, welch letzterer wohl als ein in viele kleine Körnchen zerfallener Nucleolus angesehen werden kann“.

Wir wollen also für derartige Gebilde. wie wir sie bei *Chilodon hexastichus* beschrieben haben, den Namen Binnenkörper beibehalten.

Alle Veränderungen in der Struktur des Macronucleus sind von zwei Momenten abhängig, und zwar von der Art und Lage der

a b c

Figur 2.

Chromatinkörner und von der Anwesenheit des Binnenkörpers. Die nebenstehenden Figuren, auf welchen die Macronuclei dargestellt sind, geben uns die Vorstellung von den Veränderungen der chromatophilen Substanz im Macronucleus des *Chilodon hexastichus*. Wir haben vor uns dicht mit Chromatinkörnern gefüllte, kompakte Kerne (a), in welchen noch keine Differenzierung in oberflächliche Chromatinkörner und einen zentralen Binnenkörper stattgefunden hat, ferner sehen wir solche, in welchen das Chromatin in Form von groben Körnern über den ganzen Macronucleus zerstreut ist und welche außer diesen Chromatinkörnern noch zwei größere chromatische Kügelchen als Anlagen des Binnenkörpers besitzen (b). Der Binnenkörper soll nämlich nach Rhumbler aus der Vereinigung kleinerer Chromatinpartikeln in ganz mechanischer Weise entstehen.

www.dlibra.wum.edu.pl

Endlich sehen wir einen Kern mit Binnenkörper und Chromatosphäriten (c).

Wir wollen uns aber nicht länger bei dem Bau des Macronucleus aufhalten und betonen nur, daß der Bau des Macronucleus durchaus nicht in allen Lebensstadien des *Chilodon hexastichus* unverändert bleibt, sondern verschiedene Gestalten annimmt.

Es wäre noch das Verhältnis des Chromatins zu der achromatischen Substanz im Macronucleus zu besprechen. Über dieses Verhältnis bei anderen Repräsentanten dieser Gruppe sagt Bütschli auf S. 1509 seines Werkes folgendes: „In einigen neueren Untersuchungen, so in denen Gruber's über den sog. *Chilodon curvidentis* (*Ch. dentatus* Frommer), sowie denen Stein's und Schneider's über *Anoplophrya branchiarum* St. und *Nyctitherus cordiformis* wird eine Zusammensetzung der Nucleosubstanz aus dicht zusammengedrängten, kleinen und stark färbbaren Kügelchen, den sog Chromatosphäriten Schneider's beschrieben. Schneider behauptet bestimmt, daß die Kügelchen voneinander ganz isoliert seien. Ich glaube sicher annehmen zu dürfen, daß die Struktur dieser Kerne keineswegs von der der übrigen so abweicht, wie angegeben wird. Es bedarf jedoch noch weiterer Untersuchungen, um zu entscheiden, ob ihr besonderes Aussehen auf Einlagerung distinkter Elemente in das Wabengerüst oder nur auf einer eigentümlichen Ausbildung desselben beruht". Bütschli behauptet also, daß in jedem Falle die Alveolen der achromatischen Substanz, die an sich mit ihren Wänden zusammenstoßen, ein wabiges Gerüst für Chromatinkörner oder Chromatinbrocken bildet. Aus meinen Untersuchungen geht aber hervor, daß die achromatische Substanz gar keine Waben oder Netze bildet, sondern im Macronucleus gleichmäßig verteilt ist und daß darin die Chromatinpartikeln eingebettet liegen. Ich konnte die Wabenstruktur der Lininsubstanz nie konstatieren, auch in den Fällen nicht, wo der Macronucleus einen mehr lockeren Bau besaß und wo zwischen den an der Oberfläche des Kernes liegenden Chromatinkörnern und dem Binnenkörper eine helle chromatinfreie Zone bestand. In anderen Fällen sind die Chromatinkörner so dicht aufgelagert, daß sie das Liningerüst des Kernes total verschleiern und deswegen ist es ganz verständlich, daß Schneider die Chromatosphäriten als isoliert im Kerne liegende Körner beschreibt Man kann wenigstens auf gut erhaltenen Macronucleen, wo die Chromatinsubstanz durch die technische Behandlung der Objekte

www.dlibra.wum.edu.pl

gar nicht angegriffen war, ein Liningerüst kaum zu sehen bekommen. An beschädigten Präparaten dagegen, wo die oberflächlich liegenden Chromatingranula oder, wie Schneider sie nennt, Chromatosphäriten, zufällig beseitigt worden sind, erhalten wir ein Bild, auf welchem die achromatischen Fäden radiär von der Oberfläche des Kernes zum Binnenkörper verlaufen. Man kann aber auf Grund solcher Bilder keine Vermutungen über die eigentliche Struktur der achromatischen Substanz im Macronucleus aufstellen.

So viel über die Morphologie von *Chilodon hexastichus*. Ich muß am Ende dieses Abschnittes noch einmal wiederholen, daß ich meistens mit lebendem Material gearbeitet habe und daß ich mich bemühte, die Bauverhältnisse nach Möglichkeit an intakten frischen Tieren zu studieren.

Die Konjugationserscheinungen und Zellteilung.

Es sollen in diesem Abschnitte die Erscheinungen behandelt werden, die mit der Fortpflanzung dieses Infusoriums im Zusammenhange stehen. Wir werden uns aber mit diesen Erscheinungen nicht in bezug auf die Veränderungen, welchen der Kernapparat unterliegt, befassen, sondern sie von der allgemein biologischen Seite behandeln.

Da ich eine große Anzahl von Exemplaren untersuchte, so hatte ich auch sehr oft Gelegenheit, sowohl die sich teilenden, wie die konjugierenden Infusorien zu beobachten. Die Erscheinung der Konjugation ist äußerst selten, besonders wenn wir das Material zur Untersuchung der Kiemenhöhle der Fische direkt entnehmen. In solchen Proben sind daher die sich teilenden Infusorien keine Seltenheit. Und dieses Verhalten der Infusorien wird auch sehr leicht erklärlich, wenn wir alles das, was die Untersuchungen über die Ursachen der Konjugation ans Licht gebracht hatten, in Betracht ziehen. Allgemein gesagt, tritt die Konjugation der Infusorien nur dann ein, wenn der erschöpfte Organismus seine durch die fortdauernde Teilung und die vegetativen Prozesse abgeschwächte Lebensfähigkeit wiedergewinnen soll, was durch die Erneuerung sowohl des in generativen Prozessen seine Rolle spielenden Idiochromatins, wie des vegetativen Trophochromatins erreicht wird. Den Beweis dafür liefert einerseits der aktive Anteil, welchen der Micronucleus an der Konjugation nimmt, andererseits die Veränderungen, welche

www.dlibra.wum.edu.pl

während dieses Prozesses den Macronucleus betreffen. Der Konjugationsprozeß spielt ähnlich wie der Befruchtungsvorgang eine doppelte Rolle, indem er in inniger Beziehung zu den Fortpflanzungserscheinungen steht, die zur Erhaltung der Art dienen, indem er aber gleichfalls seine Bedeutung für die Erhaltung des Individuums hat, da er dessen verlorene oder mindestens abgeschwächte Lebensfähigkeit wiederherstellt. Es beweisen dies einerseits die Beobachtungen, welche uns belehren, daß die Teilungsfähigkeit der Infusorien durchaus nicht unerschöpflich ist und daß sie nach einer gewissen Zeit durch Konjugation abgelöst werden muß, andererseits sehen wir, daß entsprechende Veränderung der Nahrung, wie es Calkins gemacht hat, die erschöpfte Teilungskraft der Infusorien wiederherstellt und sie zur weiteren Teilung in ganz analoger Weise wie der Konjugationsprozeß befähigt. Wir wissen aber auch, daß man eine ganz junge, also noch nicht erschöpfte Kultur von Infusorien künstlich zur Konjugation, und zwar durch Temperaturerhöhung, durch Hunger etc. anregen kann.

Im Leben des *Chilodon hexastichus* müssen wir zwei Perioden unterscheiden, die eine des üppigen vegetativen Lebens in den Kiemen der Fische und die zweite Periode eines lethargischen Lebens im Zustande der Encystierung. Die besonders günstigen Lebensbedingungen, in welchen die Infusorien in der Kiemenhöhle leben, sind der ungeschlechtlichen Fortpflanzung günstig und machen daher die Konjugation wenigstens auf einige Zeit überflüssig, umsomehr da diese Periode des vegetativen Lebens bei einem Organismus, der auf einen anderen angewiesen ist, gar nicht lang sein kann. Während dieser Periode begegnen wir auch sehr oft sich teilenden Individuen, während konjugierende, besonders im Anfange der Infektion, vollständig fehlen. Geht aber der Wirtsorganismus zugrunde, so verlassen die Infusorien nach einiger Zeit nach dem Tode der Fische die Kiemenhöhle und schwimmen frei im Wasser, um einen neuen Wirt aufzusuchen. Finden sie einen solchen nicht, so endet auch die vegetative Periode, und die Infusorien treten in die zweite, in die der Encystierung ein. Bevor aber der Encystierungsprozeß beginnt, konjugieren sie und dies ist der Zeitpunkt, in welchem man die meisten konjugierenden Paare für die Untersuchung gewinnen kann. Im encystierten Zustande müssen also die Infusorien so lange leben, bis die Cysten mit dem Wasserstrome in die Kiemenhöhle eines neuen Wirtes gelangen. Von diesem Augen-

www.dlibra.wum.edu.pl

blicke an setzt wieder die Periode des vegetativen Lebens mit ungeschlechtlicher Vermehrung ein.

Zum Schluß sei mir über die Konjugation noch eine Bemerkung gestattet, nämlich daß ich bei Beobachtung der konjugierenden Infusorien immer den Eindruck empfing, als ob die Konjuganten von ungleicher Größe wären. Es würde das auf die Verschiedenheit der an der Konjugation teilnehmenden Individuen hinweisen, die aber noch nicht als Geschlechtsunterschied aufgefaßt zu werden braucht.

Waren die konjugierenden Individuen in der Kiemenhöhle selten zu treffen, so konnte man dort sich teilende Infusorien um so häufiger finden. Besonders interessant ist die Beobachtung des Verlaufes des ganzen Teilungsprozesses an lebenden Individuen, denn sie gibt uns gute Gelegenheit, in das Wesen des Mechanismus der Teilung einzudringen. Der Fall, den ich hier beschreiben will, erscheint um so interessanter und wichtiger, da ich beim Durchsuchen der reichhaltigen Literatur über die Theorien der Zellteilung nirgends etwas ähnliches erwähnt finden konnte. In der schon oftmals zitierten Arbeit Rhumbler finde ich zwar die Beschreibung eines ähnlichen Falles, doch seine Angaben beziehen sich nicht auf den Teilungsvorgang, sondern auf den Modus des Ausschlüpfens aus der Cyste des Infusoriums *Colpidium colpoda*. Wir werden ihn auch später erwähnen, vorerst wollen wir aber alle die Erscheinungen des Teilungsprozesses der Reihe nach beschreiben, wie wir sie unter dem Mikroskope verfolgen konnten.

Das Infusorium, welches in die Teilungsperiode eintritt, verliert vor allem seine Beweglichkeit, schwimmt immer langsamer und endlich bleibt es an einer Stelle stehen. Diese Bewegungslosigkeit und Schwerfälligkeit des Infusoriums kann man teilweise dadurch erklären, daß die am hinteren Teile seines Körpers sich befindenden Cilien immer langsamer schlagen und endlich ihre Bewegungsfähigkeit verlieren. Die am vorderen Ende gelegenen Cilien bleiben jedoch beständig in Bewegung, und das ist auch für den ganzen Teilungsprozeß sehr wichtig, da sie, wie wir später sehen werden, eine nicht geringe Rolle dabei spielen. Wenn wir ein in diesem Stadium der Teilung befindliches Infusorium betrachten, können wir uns des Eindruckes nicht erwehren, als wenn dieser hintere Teil einen unnützen und schweren Balast für den vorderen bildete. Der vordere Teil macht nämlich während der ganzen Teilungszeit fortwährend kurze gewaltige, stoßartige Bewegungen, als wollte er sich

www.dlibra.wum.edu.pl

von dem hinteren trennen und befreien. Der hintere dagegen bleibt unbeweglich wie eine träge Masse mit dem vorderen beweglichen Teile verbunden, wie ein fremder Körper, der dem vorderen Teile anhaftet und dessen Beweglichkeit hemmt. Der ganze Teilungsvorgang macht in der Tat den Eindruck eines aktiven Prozesses, der durch die Bewegungen des vorderen Teiles, aber auch durch Kontraktionen des Plasmas selbst oder der Myoneme realisiert wird.

Den Bewegungen entsprechend, beginnt sich der Körper des Infusoriums auf der Grenze des beweglichen und des unbeweglichen Teiles abzuschnüren, und zwar durch sprunghafte Einsenkung der Pellicula gegen die Mitte des Infusoriumskörpers, so daß endlich nur ein sehr schmaler Plasmastrang bestehen bleibt, der beide Tochterindividuen verbindet.

Die Durchreißung dieses Plasmastranges kommt dadurch zustande, daß der vordere Teil mit einer schnellen Bewegung von der Stelle hinwegrückt und den Strang in einen langen zähen Faden auszieht, welcher dann an irgend einer Stelle durchreißt. Die abgerissenen freihängenden Enden ziehen sich dann schnell, sowohl in den vorderen wegschwimmenden, wie den zurückbleibenden hinteren Teil ein und werden in der Weise dem Körper beider Tochterindividuen einverleibt. Dieses Durchreißen und Einziehen des Fadens geschieht sehr schnell, und darin liegt auch der Unterschied zwischen dem Schlußeffekt des von mir beschriebenen Falles und der Rhumbler'schen Beobachtung, von der noch weiter die Rede sein wird.

Nach der Lostrennung ergänzen die beiden Tochterorganismen den fehlenden Teil der Pellicula und beginnen ein selbständiges Leben zu führen. Während aber das aus dem vorderen Teile entstandene Tochterindividuum aus dem Teilungsprozeß gleich als vollkommen in seiner Organisation hervorgeht, da es den Cytopharynx und Reuseapparat von dem Mutterorganismus vererbt, muß das aus dem hinteren Teile hervorgegangene Individuum diese Organellen vom neuen ausbilden. Darum verbleibt es noch einige Zeit an der Teilungsstelle bewegungslos bis zur Neubildung der fehlenden Teile, während das vordere Tochterindividuum gleich nach Beendigung des Teilungsprozesses sich von der Stelle entfernt.

Der ganze Teilungsprozeß des Plasmaleibes dieses Infusoriums scheint also ganz aktiv zustandezukommen, der gar nicht von einem speziellen Apparate oder Mechanismus nach der Art und

www.dlibra.wum.edu.pl

Weise der ziehenden oder stemmenden achromatischen Fäden regiert wird. Das einzige, was dem Teilungsprozeß zu Hilfe kommt und ihn mechanisch unterstützt, das sind die Bewegungen des sich teilenden Individuums, die durch Kontraktion der Myoneme und durch Schlagen der Cilien hervorgerufen werden.

Der Teilungsprozeß des *Chilodon hexastichus* ist ein aktiver Vorgang, der unter dem Einflusse gewisser Impulse steht, die ihrerseits wieder in den inneren Zuständen des Infusoriums ihren Anfang nehmen und nach außen in Form von motorischer Reaktion sich äußern. Das Ziel der motorischen Reaktion ist aber die Halbierung des Körpers, oder anders gesagt die Lostrennung und Befreiung der zwei miteinander gekuppelten Individuen. Denn schon in den ersten Augenblicken der Teilung verhalten sich die beiden Teile einander gegenüber wie zwei verschiedene Individuen, die zufälligerweise aneinander gekuppelt sind und die voneinander loskommen wollen. Im Augenblicke, in welchem der Kernapparat schon geteilt ist, was immer beim *Chilodon hexastichus* der Plasmateilung vorangeht, erscheint auch das mütterliche Individuum in zwei Individuen differenziert, in zwei abgesondert individualisierte und empfindende, aber noch verbundene Totalitäten zu sein, welche aufeinander durch Kontakt wirken. Dieses Kontaktgefühl, diese, man kann sagen, mechanische Reizung, welche die zwei schon differenzierten, aber noch in Berührung stehenden Plasmapartien aufeinander ausüben, kann als die Quelle der beschriebenen motorischen Reaktionen, welche wir während des Teilungsvorganges beobachten können, aufgefaßt werden. Dieses Kontaktgefühl, diese gegenseitige Einwirkung ruft eine ganze Reihe von Bewegungen hervor, welche zur Vernichtung dieses durch innere Teilung, durch Differentiation im Plasmagebiete gebildeten Zusammenhanges, d. h. zur Teilung des Infusoriums und zur Lostrennung der durch die Teilung entstandenen Tochterindividuen, führen.

Daß bei der Teilung der vordere Organismus eine aktive Rolle spielt, während der hintere sich passiv verhält, darf uns nicht wundern, wenn wir beachten, daß der motorische Apparat des vorderen Teiles während der Teilung nicht nur intakt bleibt, sondern sogar fortwährend in Bewegung begriffen ist, der des hinteren dagegen seine Beweglichkeit einbüßt. Wenn ich aber von der Bewegungslosigkeit des hinteren Teiles spreche, so will ich damit auch die Bewegungen der Myoneme oder allgemeiner gesagt, die Kontraktio-

www.dlibra.wum.edu.pl

nen des Plasmas noch nicht bestreiten. Diese sind aber im Verhältnis zu der lebhaften Beweglichkeit des vorderen Teiles weit weniger auffallend.

Es drängt sich aber jetzt die Frage auf, auf welche Weise diese Duchschnürung oder Lostrennung der beiden Tochterorganismen zustande kommt? Es ist ja doch klar, daß bei bloßer Berücksichtigung der Bewegungen, die wir als Reflexe der Kontaktwirkung beider neu gebildeten Plasmagebiete betrachtet haben, die Behandlung des ganzen Teilungsvorganges nur einseitig ist. Man muß noch auch die andere Seite in Betracht ziehen, d. h. den Zelldurchschnürungsprozeß. Bevor wir aber die Frage beantworten, müssen wir uns alles das vergegenwärtigen, was wir über die Pellicula der Infusorien bei Gelegenheit der Besprechung des Wesens und der Entstehungsart der Vakuolenhaut gesagt haben.

Auf Grund eigener und fremder Beobachtungen, die sich auf das Verhalten und Entstehen der Pellicula beziehen, sind wir zu der Überzeugung gekommen, daß die Pellicula und Vakuolenhaut homologe Gebilde sind, die aus demselben Material und unter denselben Bedingungen gebildet werden. Wir müssen aber noch weiter berücksichtigen, daß die Pellicula im Gegensatz zur Vakuolenhaut eine Hülle ist, die wie Pfeffer (a. a. O.) sagt, „zu einer festeren und schärfer begrenzten Haut geworden“, deren Starrheit also etwas zugenommen hat, die aber „wenigstens normalerweise sich nicht mehr in Cytoplasma zurückverwandeln kann“.

Wenn wir dies alles in Betracht ziehen und denselben Standpunkt wie vorher einnehmen, daß der Durchschnürungsprozeß als ein aktiver, durch die Bewegungen des sich teilenden Infusoriums hervorgerufener Vorgang aufgefaßt werden soll, dann stellt sich der Durchschnürungsprozeß, diese sprungweise verlaufende Einsenkung der Pellicula zwischen die entstehenden Individuen, etwas schematisch aufgefaßt, folgenderweise dar.

Wir denken uns ein Infusorium von ovaler Gestalt, das eben in die Teilungsperiode eintritt, und nehmen an, daß jeder Bewegung eine entsprechend tiefe Einsenkung der Pellicula in den sich teilenden Organismus folgt. Die spätere Durchschnürungsebene ist gleichzeitig die ideale Grenzebene zwischen den zwei schon in bezug auf den Kernapparat und Plasmaleib differenzierten Tochterorganismen, die erst in den ersten Augenblicken des Durchschnü-

www.dlibra.wum.edu.pl

rungsprozesses durch die an der Peripherie des Mutterorganismus entstehende Furche sich kennzeichnet.

Die Ebene, die im beistehenden Schema die Punkte *a* und *b* miteinander vereinigt, stellt uns eben die spätere Teilungsebene dar. In dem Augenblicke, wenn in dem Protoplasma des mütterlichen Organismus alles zur Teilung vorbereitet ist, also in dem Augenblicke, wenn die beiden protoplasmatischen Tochterteile aufeinander zu wirken beginnen, werden beide Tochterplasmen kontraktorisch erregt,

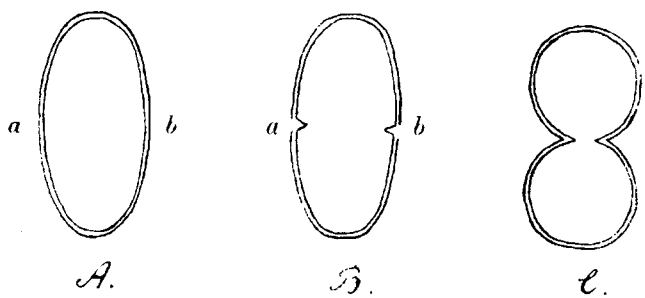

Fig. 3.

sie bestreben sich voneinander zu befreien, und daher erfolgt eine Zerreißung der Pellicula in den Punkten *a* und *b*, beziehungsweise am ganzen Umfange der Teilungsebene. Dieser Zerreißung der Pellicula und der gleichzeitigen das Auseinanderweichen beider Teile bezweckenden Bewegung entsprechend, senkt sich die entblößte Protoplasmazone nach innen ein, wie man das auf dem Schema *B* sehen kann. Dadurch aber kommt das Endoplasma in Berührung mit Wasser und infolgedessen muß sich im Sinne dessen, was wir früher über die Entstehung der organischen Membranen gesagt haben, das Entoplasma mit gleichzeitiger Auspressung der Mikrosomen und anderer Einschlüsse zu der homogenen, s. g. ektoplasmatischen Oberflächenschichte verdichten, die die fehlende Pellicula in dieser Zone ergänzt. Dieser Zerreißungsprozeß mit nachfolgender Neubildung der Pellicula wiederholt sich weiter mit jeder neuen Bewegung des sich teilenden Organismus und da er aus leicht verständlichen Gründen immer in der Äquatorialebene verlaufen wird, so muß auch die neu gebildete Pellicula immer tiefer zwischen die zwei Tochterindividuen eindringen und sie voneinander abschnüren.

Um die möglichen Mißverständnisse, welche aus dieser ganz

www.dlibra.wum.edu.pl

schematisch gehaltenen Darstellung der Neubildung der Pellicula auf den sich einsenkenden Partien des sich teilenden Protoplasmaleibes hervorgehen könnten, zu vermeiden, muß ich ausdrücklich betonen, daß ich diesen Modus der Pelliculaeinsenkung und deren Entwicklung deswegen angenommen habe, da er sich zur schematischen Darstellung am besten eignet, obwohl er auch anders gedacht werden kann. Wenn ich von einem Zerreißungsstadium der Pellicula spreche, so ist dies eine Annahme, die ich aber an Präparaten nicht zu beweisen brauche; denn, wenn wirklich des Zuwachs der Pellicula in der von mir angenommenen Weise verläuft, ist er selbstverständlich gar nicht mit dem Auge erfaßbar.

Jedoch schon direkte Beobachtung kann lehren, daß die Pellicula während des Teilungsaktes sich vergrößert, daß sie also in irgend welcher Weise wächst, sei es durch Anlagerung neuer Membranstücke an der Zerreißungsstelle, sei es durch eine Art Intussuszeption. Aus diesem Grunde sind auch zwei Momente für uns wichtig, und zwar erstens, daß die kürzere Breitenachse der beiden sich teilenden Individuen während der ganzen Teilungszeit unverändert bleibt, und zweitens, daß die Lostrennung der beiden Tochterindividuen sich nicht durch ein einfaches, sondern durch ein doppeltes Septum vollzieht, von denen das eine die hintere Wand des vorderen Individuums, das zweite die vordere Begrenzung des hinteren bildet (Schema *C*). Aus diesen beiden Beobachtungen, d. i. aus dem Verhalten der kürzeren horizontalen Achse und dem Auftreten des doppelten Septums geht die wichtige Tatsache hervor, daß der Umfang der Pellicula stets bei der Teilung zunehmen muß. Wenn wir mit U den primären Umfang der Pellicula des Mutterindividuums, mit $u+u'$ die beiden Umfänge der Tochterindividuen bezeichnen, so ist U keineswegs gleich der Summe der beiden kleineren Umfänge $u+u'$, sondern es ist kleiner als diese Summe ($U<u+u'$). Daraus ergibt sich also, daß die Pellicula während des Teilungsprozesses sich vergrößert haben muß. Bliebe nämlich die Oberfläche der Pellicula vor und nach der Teilung gleich groß und würde sich die Mutterpellicula zu gleichen Teilen auf die Tochterorganismen verteilen, so müßten die sich teilenden Individuen der Progression des Teilungsprozesses entsprechend stets kleiner werden, um sich mit der vom Mutterorganismus ererbten Pellicula zu umhüllen. Die Beobachtung beweist aber, daß die durch die erste Einsenkung der beginnenden Furche bestimmten Dimensionen der bei-

www.dlibra.wum.edu.pl

den Tochterindividuen sich im weiteren Verlaufe des Durchschnürungsprozesses gar nicht verändern, sondern, daß die ursprünglichen Dimensionen von Anfang an gleich bleiben.

Die Notwendigkeit einer Annahme des Zuwachses der Pellicula während des Teilungsprozesses ergibt sich aber von selbst aus dem Prinzip der Inkompressibilität der Flüssigkeiten, welches seinen Ausdruck darin findet, daß die Oberfläche einer Kugel, welche in zwei kleinere Kugeln geteilt wird, stets kleiner ist, als die Oberflächensumme der aus der ersteren entstandenen kleineren Kugeln.

Daß der Durchschnürungsprozeß des Infusoriums *Chilodon hexastichus* sich wirklich unter Mitwirkung der Bewegungen des sich teilenden Individuums vollzieht, ist im Anfange dieses Vorganges aus leicht begreiflichen Gründen schwer zu konstatieren. Die Beobachtung belehrt uns nur soviel, daß die motorischen Reaktionen und der Durchschnürungsprozeß einander parallel verlaufen, sie geben uns aber gar nicht die Möglichkeit, eine kausale Verknüpfung dieser zwei parallelen Erscheinungsreihen zu erfassen. Dieser kausale Zusammenhang, diese innige Abhängigkeit, äußert sich erst am Ende des Furchungsprozesses, wenn sich die letzte und totale Lostrennung der beiden Tochterindividuen vollziehen soll.

Der letzte Akt des Durchschnürungsprozesses wird, wie gesagt, dadurch hervorgerufen, daß der die beiden Tochterindividuen verbindende Plasmastrang durch eine energische Bewegung des vorderen Individuums in einen langen dünnen Faden ausgezogegen wird, der endlich zerreißt. Hier unterliegt die tätige Rolle des Infusoriums bei Lostrennung der Individuen keinem Zweifel mehr; sind die Bewegungen aber am Ende wirksam und behilflich, so können sie auch im Anfange und den mittleren Stadien des Durchschnürungsprozesses mitwirken.

Ich benütze den Ausdruck „mitwirken", da es mir fern liegt, die Bewegungen als die einzige und ausschließliche Ursache des Durchschnürungsprozesses anzunehmen, vielmehr betrachte ich, was ich nochmals betonen will, als die eigentliche Ursache die inneren Zustände des Protoplasmaleibes des sich teilenden Individuums, diese innere Differenzierung des Mutterorganismus in zwei Tochterindividuen, diese Verschiedenheit der noch verbundenen aber schon individualisierten und deswegen selbstempfindenden Plasmapartien.

Eine Bestätigung meiner Beobachtung und der daran geknüpften theoretischen Erörterungen finde ich in einem analogen von

www.dlibra.wum.edu.pl

Rhumbler in seiner Arbeit (a. a. O.) beschriebenen Fall. Dieser Forscher beobachtete das Ausschlüpfen des Infusoriums *Colpidium colpoda* aus der Cyste. Aus der zum frühzeitigen Aufplatzen gebrachten Cyste quoll ein Tropfen undifferenzierten Protoplasmas hervor, welcher das übrige Protoplasma aus der Cyste „mehr und mehr herauszog, so daß schließlich nur noch ein kleiner Rest des Weichkörpers in der Cyste eingeschlossen war".

Dieser Rest war mit dem ausgeschlüpften Teil vermittels eines plasmatischen Stranges verbunden. Der Strang „wurde durch die Arbeit der Cilien zu einem langen Faden dadurch ausgezogen, daß das Tier sich von der Cyste abzureißen suchte. In wildem Taumel schurrte es, wie an einem Seil festgebunden, um die Cyste herum, dabei den Strang in Kreisschlingen legend, bis schließlich der Strang durchriß. Bei dem schließlich befreiten Tier war der Faden zu einem langen Dorn erstarrt, den das Tier noch zehn Minuten lang mit sich herumtrug, bis er beim Durchzwängen durch einen Bakterienhaufen abgestoßen wurde. Auch der in der Cyste verbliebene Rest behielt ein Ende des Stranges, das sich zu einem dickeren Faden zusammenzog und noch nach Stunden aus der Cyste hervorsah"

Wir sehen also, daß die letzten Effekte dieser beiden Beobachtungen einander sehr nahe stehen. Es besteht zwischen ihnen nur der Unterschied, daß der Plasmafaden, der in dem letzten Teilungsaugenblicke die beiden Tochterorganismen vereinigt hatte, sich bei dem Teilungsvorgang von *Chilodon hexastichus* sogleich nach dem Durchreißen in die beiden Tochterplasmen zurückgezogen hat, dagegen beim *Colpidium* erstarrte und einige Zeit in Form eines Dornes, der vom Tier und seinem Reste noch weiter getragen war, bestehen blieb. Dieses verschiedene Verhalten können wir auf Grund der Beobachtung nur insoweit erklären, daß der erste Vorgang eine sehr kurze Zeit dauerte, der zweite dagegen eben so lange, daß sich schon eine neue und starre Pellicula an der Oberfläche des Fadens gebildet, oder sogar der ganze Faden in pelliculaartige Substanz umgebildet hatte. Rhumbler scheint auch derselben Meinung zu sein, indem er sagt: „...er (d. h. der Dorn) verhielt sich also in dieser Beziehung ganz wie die formbeständige Pellicula" und weiter, in dem letzten Abschnitte dieses Kapitels: „Die Einwirkung des äußeren Mediums, des Wassers, scheint, kurz gesagt, auch hier die Verfestigung der äußeren mit dem Wasser in Berührung ste-

www.dlibra.wum.edu.pl

henden Plasmaschicht auf dem Dorn bewirkt zu haben, so daß die Pellicula selbst als eine unter mittelbarer oder unmittelbarer Beihilfe des Wassers zustande gekommene Protoplasmaverdichtung aufgefaßt zu werden verdient".

Warum aber das eine Mal der Vorgang so kurz, das andere Mal aber so lange gedauert hat, daß überhaupt die Pelliculabildung zustande kommen konnte, das sind Fragen, die nicht näher erörtert zu werden brauchen. Es sind verschiedene Ursachen möglich, die entweder in den inneren Zuständen des Infusoriums, in der physikalischen Beschaffenheit beider Plasmaarten, in der Stärke der Bewegungen beider Organismen u. dergl., zu suchen sind. Ich will noch hinzufügen, daß das Verhalten des Dornes im Rhumbler'schen Falle einen neuen Beweis für die von Pfeffer angenommene Umbildungsunfähigkeit der Pellicula im Cytoplasma liefert. Dieser starre, wenig elastische Dorn bildet also ein ganz zufälligerweise „neu erworbenes Merkmal" und muß von dem Tiere herumgeschleppt werden, bis er endlich an irgend einem mechanischen Hindernis abgebrochen wird.

Indem ich im obigen eine Erklärung des Teilungsmodus beim *Chilodon hex.* auf Grund der Beobachtung und der theoretischen Erwägungen zu geben versuche, habe ich durchaus nicht die Absicht und wenigstens nicht in dieser Arbeit, diese Erklärung zu generalisieren, weder in bezug auf die Zellteilung nach Ablauf der amitotischen oder mitotischen Kernteilung, noch in bezug auf andere Infusorien. Ich will dies aus folgenden zwei Gründen nicht tun, erstens da mir persönlich die dazu nötigen Beobachtungen in dieser Beziehung fehlen, und zweitens da ich über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde. Ich möchte nur noch hinzufügen, daß die Theorien der Zellteilung, die den Mechanismus der Zellteilung in speziellen achromatischen Einrichtungen sehen wollen, uns ebensowenig alle möglichen Arten der Zellteilung erklären können. Man müßte doch, um nur einiges zu erwähnen, von dieser Interpretation alle die Fälle ausschließen, wo die Zellteilung ohne radiäre Strukturen zustande kommt, und solche, wo trotz der mitotischen Kernteilung, trotz der exquisiten Ausbildung der Spindeln, Astrospheren, Polstrahlen u. dergl. die Plasmateilung ausbleibt. Und wenn wir beim letzten Beispiel bleiben, dann fragen wir, was die achromatische Figur bei der Plasmateilung einmal aktiviert, oder besser gesagt, brauchbar und tätig und ein andermal untätig macht? Kann

www.dlibra.wum.edu.pl

sich aber das Protoplasma in Riesenzellen, Syncytien, bei allen amitotischen Zellteilungen und bei Teilung vieler Protozoen ohne Hilfe der achromatischen Figur, ohne alle die organischen ziehenden oder stemmenden Radien selbständig teilen, so kann es auch seine Selbständigkeit bei Anwesenheit der achromatischen Figur behalten. Die Zellteilung und Kernteilung mit allen karyokinetischen Bildern können doch zwei verschiedene Prozesse, die nebeneinander, oder richtiger gesagt, nacheinander gewöhnlich verlaufen, die aber gar nicht im notwendigen kausalen Zusammenhange miteinander zu stehen brauchen. Ätherisiert man Echinodermeneier, wie es Wilson getan hat, so teilen sich die Kerne, das Plasma bleibt aber ungeteilt; Lillie beschreibt eine interessante Beobachtung der Entwicklung eines Chactopteruseies bis zum Trochophorastadium, bei der den Kernteilungen die Plasmateilung gar nicht nachfolgte, und endlich vor kurzer Zeit beobachtete Kostanecki in parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Mactra* die mitotische Kernteilung ohne Zellteilung.

Wir sehen daraus, daß nicht jeder Kernteilung eine Zellteilung nachfolgen muß, d. h. daß die beiden Vorgänge trotz der gewöhnlichen Aufeinanderfolge noch gar nicht in einem streng kausalen Verhältnis zueinander stehen, und zwar so wenig, wie z. B. die Kürze des Tages und die niedrigere Jahrestemperatur in unserer Zone, die doch immer und beständig zusammenfallen, trotzdem aber einander nicht bedingen. Beide sind nur zeitlich zusammenfallende Erscheinungen, welche eine und dieselbe Ursache haben, aber voneinander unabhängig sind.

Braucht also Kernteilung an sich noch nicht die notwendige Ursache der Plasmateilung zu sein, so ist es noch weniger die achromatische Figur, die man künstlich in ganz indifferenten (sc. biologisch) kolloidalen Körpern durch entsprechende Mittel hervorrufen kann.

Nehmen wir aber ganz allgemein an, daß die Ursache der Plasmateilung in der Kernteilung zu suchen ist, so müssen wir wiederum fragen, wo die Ursache der Kernteilung liegt. Erst jetzt sind wir an die richtige Stelle gelangt, nämlich zu der Frage nach der gemeinsamen Ursache, die die Teilung des ganzen Zellkörpers bewirkt [1]).

[1]) Ob wir wirklich die Antwort auf diese Frage in der Hertwig'schen Kern-

www.dlibra.wum.edu.pl

Das Verhältnis des Chilodon hexastichus zu den von ihm befallenen Fischen.

In dem ersten Teile dieser Arbeit wurde unter den Krankheitssymptomen der Fische, die an Chilodonkrankheit leiden, erwähnt, daß die Fische ihre Beweglichkeit einbüßen, daß sich ihre Haut mit einem bläulichen Belag überzieht und daß sie endlich unter Erstickungserscheinungen mit weit geöffneten Kiemendeckeln zu grunde gehen. Es drängen sich nun drei verschiedene Fragen auf, nämlich: Ist der *Chilodon hexastichus* ein primärer Krankheitserreger der Fische, ferner auf welche Weise wird der Tod der Fische durch ihn verursacht und drittens, im Falle, wenn auf die erste Frage eine bejahende Antwort erfolgt, welche Art von Parasitismus zwischen diesen zwei Organismen besteht. Es leuchtet nämlich ein, daß das Infusorium irgend einen Nutzen von den Fischen zieht, d. h. es muß daraus geschlossen werden, daß das Infusorium in einem solchen Verhältnis irgend welche günstigere Lebensbedingungen für sich findet.

Wir wollen zunächst erwägen, welchen Vorteil das Infusorium aus dem Verhältnis mit den Fischen zieht. Es kann sich in diesem Falle wohl keineswegs um Ausnützung der besseren Bedingungen der Atmung handeln, da das Wasser innerhalb der Kiemenhöhle an Sauerstoffgehalt ärmer, oder zum mindesten dem umgebenden Wasser gleich ist. Es ist aber an Kohlensäuregehalt reicher; doch das könnte für die Infusorien eher schädlich als nützlich sein, da sie der Chloroplasten entbehren und gar nicht autotroph sind.

Die Erscheinung des sogenannten Raumparasitismus kann auch nicht in Betracht gezogen werden, da diese Infusorien selbständig sich bewegende Organismen sind, bei welchen der Bewegungsapparat vollkommen ausgebildet und tätig ist; anderseits ist es Tatsache, daß sie ohne die Fische nicht leben können, was auf eine innige Abhängigkeit von Fischen hinweist.

Es bleibt also nur die einzige Möglichkeit übrig, nämlich daß Chilodon hexastichus in seinen Ernährungsbedingungen auf die Fische angewiesen ist. Was die Art der Nahrung anbelangt, so kommen

plasmarelation finden können, mag jetzt dahingestellt sein, da ich gegen die Hertwig'sche Formulierung des genannten Prinzips einige Bedenken trage, mit welchen ich mich aber hier nicht beschäftigen will. Dies soll in der nächstfolgenden Arbeit geäußert werden.

www.dlibra.wum.edu.pl

hier zwei Möglichkeiten in Betracht. Entweder entnehmen die Infusorien ihre Nahrung auf irgend welche Weise dem Fischkörper, oder sie finden reichliche Nahrung in der Kiemenhöhle der Fische ohne ihren Wirten irgend welchen Schaden zuzufügen. Wir sehen, daß diese Frage mit der ersten der drei oben gestellten fast identisch ist, denn von ihrer Beantwortung ist die Entscheidung abhängig, ob der *Chilodon hexastichus* ein Parasit ist oder nicht.

Versuchen wir also der Frage näher zu treten. Das Infusorium kann entweder das Gewebe vernichten und sich von der Zellsubstanz ernähren, oder es kann ihm der von Drüsenzellen der Kiemenhöhle und Haut sezernierte Schleim als Nahrung dienen. Um die erste Möglichkeit zu entscheiden. habe ich ganze Kiemenstücke fixiert und auf Schnittserien untersucht, ob wirklich das Kiemengewebe von diesen Infusorien vernichtet war. Die Untersuchung ergab einen negativen Befund. Trotz der großen Menge der durchgesehenen Präparate, die während der stärksten Infektion der Fische angefertigt worden waren. habe ich nie irgend eine Läsion des Kiemengewebes beobachten können. Die Infusorien waren in großer Menge in den Zwischenblätterräumen angehäuft, waren aber weder in der Wand, noch innerhalb des Gewebes zu finden. An der Wand krochen nur Cyclochaeten herum, und in dem Kiemengewebe waren seltsame mir unbekannte, kugelige Gebilde von homogonem Aussehen, die aber wahrscheinlich mit unserem Infusorium gar nichts zu tun haben.

Bei dieser Untersuchung habe ich gleich dabei mein Augenmerk auf die zweite oben berührte Möglichkeit gerichtet, jedoch auch mit negativem Erfolg. Man könnte annehmen, daß die Infusorien durch die Reizung der Kiemendrüsen eine erhöhte Produktion des Schleimes verursachen und daß der erstarrte Schleim die Kiemenwände mit einer dichten Hülle bedeckt, wodurch die Diffusion der Gase unmöglich gemacht wird, so daß die Tiere ersticken müssen. In der Tat ruft die Anwesenheit der Chilodontinen aber auch der Cyclochaeten eine stärkere Sekretion des Schleimes hervor, und man kann von Ort zu Ort erstarrten Schleimmassen begegnen, niemals aber bedecken sich die Kiemenblätter mit einer kontinuierlichen Decke. Übrigens ist die Produktion des Schleimes immer die Folge einer Hautreizung und kann nicht als ein spezifisches Symptom dieser Krankheit angesehen werden.

Alles das, was ich bei längerer, aufmerksamer Betrachtung der

www.dlibra.wum.edu.pl

zahlreichen Präparate in lebendem und fixiertem Zustande gesehen hatte, leitet mich auf den Gedanken, daß das Verhältnis dieser Infusorien zu den Fischen einen anderen Grund haben muß.

Ich habe schon in dem ersten Teile dieser Arbeit hervorgehoben, daß in der Kiemenhöhle der kranken Fische neben den zwei oben genannten Infusorienarten, d. i. den Chilodontinen und Cyclochaeten, auch andere Organismen, wie grüne Algen und Bakterien vorkommen. Es wurde auch gesagt, daß unsere Infusorien immer dort am zahlreichsten angetroffen werden, wo sich auch Bakterien in größeren Massen ansammeln. Man kann auch in ganz neu gebildeten Vakuolen, in welchen noch die Art der Nahrung zu erkennen ist, die Bakterien mit einer feingranulierten, schleimigen Masse vermischt sehen. Daher betrachte ich auch die Bakterien als die eigentliche Nahrung dieser Infusorien. Diese Bakterien gehören der Gruppe der Bazillen an; etwas näheres kann ich aber nicht angeben, da ich keine bakteriologischen Untersuchungen unternommen habe. Deswegen kann ich auch nicht alle die Erscheinungen, die mit der bakteriellen Infektion dieser Fische im Zusammenhange stehen, näher begründen und aufklären und muß mich in dieser Beziehung nur auf Vermutungen beschränken, die erst in entsprechender Weise nachgeprüft werden müssen.

Ich gehe also von der Annahme aus, daß die Infusorien sich von Bakterien ernähren und daß sie eben darum nur solche Fische aufsuchen oder auf solchen Fischen zur Entwicklung gelangen, wo sie die notwendige Nahrung finden. Die Infusorien wären also keine direkten Krankheitserreger und es ist wirklich schwer, sich für die Annahme zu entscheiden, wenn man einerseits den schnellen Tod der Fische, anderseits die Intaktheit der äußeren sowie der inneren Organe in Betracht zieht. Die Fische sterben bei einer kolossalen Entwicklung dieser Infusorien, ohne indessen ein Zeichen der Vernichtung ihrer Gewebe aufzuweisen; meiner Meinung nach müßte nur dies die einzig mögliche durch Infusorien hervorgerufene Ursache des Todes der Fische sein.

Aus diesen Gründen kann ich dieses Infusorium nicht als den direkten Krankheitserreger der Fische betrachten und, um gleich auch auf die zweite der drei oben gestellten Fragen eine Antwort zu geben, muß ich den Tod der Fische als die Folge einer bakteriellen Krankheit auffassen. Die Infusorien ernähren sich von diesen und sind ausschließlich auf diese Nahrungsqualität beschränkt,

www.dlibra.wum.edu.pl

darum fallen auch die Krankheitssymptome und das Auftreten der Infusorien zeitlich zusammen.

Was den *Chilodon cyprini* Moroff in der Beziehung betrifft, so scheint es mir, daß das Verhältnis dieser Form zu den kranken Fischen auch nicht ganz klar und endgültig entschieden wurde. Moroff äußert sich in seiner Notiz über den *Chilodon cyprini* folgendermaßen: „Es handelt sich jedoch um einen Parasiten, der nicht als Krankheitserreger angesehen werden kann, sondern um einen solchen, dem die nötigen Lebensbedingungen durch die Erkrankung eines Fisches aus anderen Gründen verschafft werden. Also bildet er die Folge der Erkrankung des Fisches. Versuche mit gesunden Fischen ergaben, daß er an gesunder Haut nicht leben kann. Daher auch die Erscheinung, daß er in den Aquarien unserer Station meistens bei den Karpfen so enorm verbreitet ist. Die erwähnten Aquarien werden mit Leitungswasser gespeist, das diesen Fischen zu kalt und hart ist. Infolgedessen gehen alle Karpfen früher oder später zugrunde. Stark erkrankte Fische sind die reinsten Kulturen dieses Parasiten, gewöhnlich kommt derselbe in so großer Menge vor, daß die Haut des Fisches geradezu von ihm wimmelt".

Im Jahre 1903 bespricht Hofer in der Allg. Fisch. Zeit. einen Fall von massenhaftem Auftreten des *Chilodon cyprini* auf Goldfischen, welche in einer Zahl von 35.000 infolge dieser Krankheit abstarben. Bei dieser Gelegenheit konstatierte Hofer, daß die Fische durch Abspülung in 0·5% NaCl-lösung von diesen Infusorien befreit werden können. Daraus zieht er den Schluß, „daß lediglich der *Chilodon cyprini* das große Fischsterben veranlaßt hatte", und sagt weiter: „Dieses parasitische Infusor ist daher als ein primärer Krankheitserreger anzusprechen". Trotzdem gibt er auch dem Zweifel in seinen weiteren Worten Raum, „ob dasselbe freilich an Fischen, die sonst völlig gesund sind und unter ihnen sehr günstigen Bedingungen leben, sich auch so massenhaft vermehren kann, daß er die Kiemen der Fische mit einer dicken Lage bedeckt und die Atmung derselben aufhebt, das bleibt noch fraglich, da in dem vorliegenden Falle die Goldfische einmal eine längere Reise durchgemacht hatten und möglicherweise bereits vor derselben unter ungünstigen Bedingungen gehalten waren".

Hofer nimmt also an, daß durch massenhaftes Auftreten der Infusorien in der Kiemenhöhle der Tod der Fische herbeigeführt wird, gibt

www.dlibra.wum.edu.pl

aber keine weiteren Gründe für dieses massenhafte Auftreten an. Er spricht auch die Vermutung aus, daß diese enorme Fortpflanzungsfähigkeit dieser Infusorien zur gewissen Zeit, vielleicht besonders dann auftritt, „wenn die Fische aus anderen Gründen, wie z. B. durch verbrauchtes, sauerstoffarmes Wasser geschwächt sind, dann gewinnt die Krankheit unter gleichzeitiger Verbreitung auf die Kiemen einen deletären Charakter und tritt sogar epidemisch auf". Ich glaube aber, daß damit jedoch noch wenig erklärt ist. Könnte wirklich die Fortpflanzungsfähigkeit der Infusorien in einem abgeschwächten Fischkörper gesteigert werden, so müßten wir auch annehmen, daß die gesunden Fische die Eigenschaft besitzen, in irgend einer Weise die Fortpflanzungsfähigkeit der Infusorien zu hemmen. Sonst wäre uns die Erscheinung, daß die Infusorien auch auf gesunden Fischen, aber immer in sehr spärlicher Zahl leben, ohne sich enorm zu vermehren, unverständlich. Und über solche Eigenschaften können wir keine oder nur lose Vermutungen aufstellen. Wenn aber die Infusorien auch auf gesunden Fischen leben können, ohne ihnen einen Schaden zuzufügen, ohne sich aber auch epidemisch fortzupflanzen, so muß man auf eine andere Weise sich von diesen Verhältnissen Rechenschaft geben. Ich glaube, daß meine Bemerkungen über *Chilodon hexastichus* in bezug auf die Abhängigkeit von der Art der Nahrung ihre Gültigkeit auch für den *Chilodon cyprini* haben können.

Chilodon hexastichus ernährt sich von Bakterien, welche in der Kiemenhöhle stets leben, aber in normalen Zuständen in ganz spärlicher Zahl vorhanden sind; da aber dieses Infusorium auf diese Nahrung beschränkt zu sein scheint, so ist es verständlich, daß bei normaler Infektion der Fische mit diesen Bakterien, wenn sie also nur in kleiner Zahl den Infusorien zur Verfügung stehen, auch die Infusorien sich nicht unbegrenzt vermehren können, da ihre Zahl durch die Nahrungsmenge beschränkt wird. Steigert sich aber die Infektion mit Bakterien aus irgend welchem Grunde, dann gestalten sich auch für die Infusorien die Nahrungsverhältnisse günstiger und bedingen die proportionelle Vermehrung der Bakterien. Dann fallen diese zwei Erscheinungen, d. i. die Schwäche des Fischkörpers und die enorme Fortpflanzung der Infusorien zusammen; daher empfängt man den Eindruck, als wären diese Infusorien die primären Krankheitserreger.

Wir müssen also, so wie es auch Moroff getan hat, die Chi-

www.dlibra.wum.edu.pl

lodonkrankheit als „eine Folge der Erkrankung der Fische“ ansehen. Ich muß aber noch einmal ausdrücklich hervorheben, daß dieses Verhältnis der Infusorien zu den Bakterien auf Grund bakteriologischer Methoden noch erforscht werden muß.

Beispiele einer solchen Abhängigkeit der Organismen und ihrer Entwicklung von Bakterien sind bereits bekannt. Pinoy (C. R. d. Ac. d. Ic. 1903. S. 580) berichtet, daß die Myxomyceten *Didymium effusum*, *Chondrioderma difforme* und *Dictyostellium mucroides* in reinen Kulturen ohne jegliche Anwesenheit von Bakterien weder keimen noch sich entwickeln können, vielmehr auf die Bakterien angewiesen sind. Dabei ist es durchaus nicht gleichgültig, welche Bakterien sich in der Kultur befinden, da die einen günstiger wirken als die andern. Es entwickeln sich die Sporen in Schwärmen und Myxoamöben und es bilden sich die Plasmodien und Sporangien dann am besten, wenn man die Kulturen von *Chondrioderma* und *Didymium* mit Sporen des *Bacillus luteus* Flügge impft, dagegen scheint für *Dictyostellium* die Varietät des *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge am geeignetsten zu sein. Der Verfasser schließt daraus auf eine Symbiose zwischen diesen Organismen und auf die notwendige Anwesenheit dieser Bakterien in der Kultur für die Entwicklung der genannten Myxomycetengattungen.

Obwohl die Behauptung Pinoy's in einer im Vorjahre erschienenen Arbeit von Bruck (Zeits. f. allg. Physiol. 1908) etwas eingeschränkt wird, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß „die Bedeutung der Bakterien für die weiteren Stadien der Myxomyceten damit noch nicht angefochten werden soll, umsomehr als es bis jetzt noch nie geglückt ist, in Reinkulturen Amöben oder gar Plasmodien zu züchten“.

Man könnte also in unserem Falle auch an die Stoffwechselsubstanzen der Bakterien denken und diese bis zu gewissem Grade als Reiz für die raschere und vermehrte Fortpflanzung der Infusorien auffassen. Das ist jedoch eine ganz andere Fragestellung, die wir jetzt nicht beantworten wollen, da dies uns zu weiterer Diskussion führen müßte.

Indem wir also auch bezüglich dieser Frage unseren Standpunkt beibehalten, rekapitulieren wir ganz allgemein die Resultate unserer Untersuchung folgendermaßen: *Chilodon hexastichus* ist, streng genommen, gar kein Parasit der Fische und steht mit diesen eher in einem symbiontischen Verhältnisse; er verweilt an den Fi-

www.dlibra.wum.edu.pl

schen nur deswegen, weil er dort eine ihm entsprechende und vielleicht spezifische Nahrung findet. In normalen Lebensbedingungen, wo er in spärlicher Zahl auftritt, kann er den Fischen durch Verzehren und Vernichten der an den Fischen lebenden Bakterien nützlich sein. es ist aber auch nicht ausgeschlossen. daß seine enorme Vermehrung bei starker bakterieller Infektion den rascheren Tod der Fische durch Erstickung herbeiführen kann.

Aus dem Vergl.-Anat. Instit. der Jagell. Universität, Krakau.

Literaturverzeichnis.

1) Bütschli. Bronnes Klassen und Ordnungen des Tierreichs: Protozoa.
2) Fauré-Frémiet Compt. Rendus de la Soc. de Biol. Année 1906.
3) Hofer. Ein neuer Krankheitserreger der Fische. Allg. Fisch. Zeit. Bd. XVIII, N. F. 1903.
4) Hofer. Handbuch der Fischkrankheiten. München 1904.
5) Maupas. Arch. Zool. Expér. 6. 1888.
6) Metcalf. Über feste Peptonhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung. Zeit. f. phys. Chem. Bd. 52. 1905.
7) Maier. Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protist.-Kunde 1903. Bd. II.
8) Moroff. Chilodon Cyprini nov. spec. Zool. Anz. 27. Okt. 1902.
9) Pfeffer. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen u. s. w. Abh. d. math. phys. Kl. d. königl. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. XVI.
10) Rhumbler. Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Ent.-Mech. Bd. 7. 1898.

Biblioteka Główna
WUM

www.dlibra.wum.edu.pl

B. Petschenko. Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. . Avril 1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des Azotobakters . . . . . Mai 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie, XIII . . Mai 1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II . . . . . Mai 1908
E. Rosenhauch. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neugeborenen . . . . . Mai 1908
J. Dunin-Borkowski. Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . . Juin 1908
J. Nusbaum. Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schädels etc. bei den Cyprinoiden . . . . . Juin 1908
J. Hirschler. Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . . Juin 1908
E. Godlewski jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz bei Echiniden . . . . . Juin 1908
*Vl. Kulczyński. Symbola ad faunam aranearum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . . Juin 1908
R. Nitsch. Microbes anticholériques dans l'air . . . . . Juin 1908
Ed. Janczewski. Anthères stériles des groseilliers . . . . . Juill. 1908
B. Namysłowski. Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . . Juill. 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV . . Juill. 1908
C. Rouppert. Discomycetum species novae tres . . . . . Juill. 1908
P. Wiśniewski. Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill. . . Juill. 1908
M. Siedlecki. Der javanische Flugfrosch (Rhacophorus reinw.) . . Juill. 1908
B. Konopacka. Gestaltungsvorgänge d. zentrifugierten Froschkeime Juill. 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung . . . . . Juill. 1908
K. Białaszewicz. Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen . Oct. 1908
St. Bondzyński, V. Humnicki. Verhalten von Salol und Distearylsalizylglyzerid im Organismus . . . . . Nov. 1908
W. Gawiński. Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn . . . . Nov. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und hinteren Körperende der Hirudineen etc. . . . . Nov. 1908
St. Kopeć. Entwicklung d. Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen Nov. 1908
R. Minkiewicz. Synchromatisme de Hippolyte varians Leach. . . Nov. 1908
S. Krzemieniewski. Untersuchungen über Azotobacter chroococcum Beij. . . . . Nov. 1908
J. Niedźwiedzki. Eine neue miozäne Austernart: Ostrea Leopolitana Déc. 1908
A. Maciesza. Anthracose des poumons et des organes abdominaux Déc. 1908
A. Maciesza. Angeborene abnorm weite Foramina parietalia . . Déc. 1908

* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

www.dlibra.wum.edu.pl

Biblioteka Główna WUM
Br.1582
000027060

www.dlibra.wum.edu.pl