

Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren.

Von

Rudolf Franzé,

Assistent am Polytechnicum zu Budapest.

Mit Tafel VIII.

Unter jenen Merkmalen, welche den Mastigophoren in den Augen der älteren Forscher den Stempel des thierischen aufdrückten, nimmt das häufige Vorkommen von Augenflecken oder Stigmata gewiss einen hervorragenden Platz ein.

Ältere Forscher, wie EHRENBURG, analogisirten diese Gebilde ohne Weiteres den Augen der Rotatorien und Cyclopiden, aber während die Kenntnis der Sehorgane der letzterwähnten Thiere durch eine Reihe vorzüglicher Untersuchungen (LEUCKART, ZENKER, LEYDIG, CLAUS u. A.) in hervorragender Weise gefördert wurde, blieb unser Wissen bezüglich der Stigmata der Mastigophoren weit zurück; erst in neuester Zeit erweiterten die Untersuchungen, besonders von KLEBS und KÜNSTLER unsere Vorstellungen von diesen Zellorganen.

Diese sich zum Theil widersprechenden Untersuchungen beziehen sich jedoch nur auf einen sehr kleinen Theil der Mastigophoren; insbesondere mangelte eine Zusammenfassung der bisherigen Forschungsergebnisse und ein einheitlicher Überblick jener Differenzirungen, welche bei den Mastigophoren zur Lichtperception geeignet erscheinen. Dies möge zugleich zur Berechtigung vorliegender Untersuchungen dienen.

I.

Die Verbreitung der Stigmata ist bei den Flagellaten¹ so ziemlich auf die mit Chromatophoren versehenen Formen beschränkt, nur eine

¹ Ich zog nur die Nudiflagellaten in den Kreis meiner Untersuchungen; es mangelte mir an geeignetem Materiale, um die Stigmata der Dinoflagellaten ver-

geringe Anzahl farbloser Formen zeigt ebenfalls ähnliche Differenzierungen; und zwar sind dies *Monas vivipara*, *Anthophysa vegetans*, *Polytoma uvella*, *Polytoma spicatum* Krass., *Diplomita socialis* und *Peranema trichophorum*; doch sind diese Verhältnisse für *Anthophysa*, *Polytoma uvella* und *Peranema* zweifelhaft.

Unter den mit Chromatophoren versehenen Mastigophoren sind es nur die Cryptomonaden, welche des Augenfleckes gänzlich entbehren; unter den Chrysomonadinen ist er bei *Stylochrysalis* und *Nephroselmis*, unter den Euglenoidinen bei *Coelomonas* und *Merotricha* nicht bekannt.

BÜTSCHLI¹ rechnet zu den Stigmata auch noch die sogenannte »Mundleiste« mancher Monaden; in wie fern diese Auffassung berechtigt ist, werde ich nach Darlegung meiner eigenen Untersuchungsergebnisse weiter unten darzuthun suchen.

Meine Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf chromatophorenhaltige Mastigophoren; von den farblosen Formen berücksichtigte ich nur jene näher, welche in dieser Hinsicht zweifelhaft sind; Alles in Allem habe ich folgende Arten untersucht:

Euglenoidina:	<i>Trachelomonas hispida</i> St.
<i>Euglena viridis</i> Ehrb.	» <i>volvocina</i> Ehrb.
» <i>spirogyra</i> St.	» <i>lagenella</i> Ehrb.
» <i>oxyuris</i> St.	<i>Lepocinclis ovum</i> (Perty).
» <i>deses</i> St.	Chlamydomonadina:
» <i>sanguinea</i> Ehrb.	<i>Chlamydomonas pulvisculus</i> Ehrb.
» <i>acus</i> Ehrb.	» <i>obtusa</i> A. Br.
» <i>Ehrenbergii</i> Klebs.	» <i>tingens</i> A. Br.
» <i>velata</i> Kl.	<i>Carteria multifilis</i> (Rost.) Franzé
» <i>tripteris</i> Kl.	<i>Chlorogonium euchlorum</i> Ehrb.
» <i>pisciformis</i> Kl.	Volvocineae:
» <i>minima</i> n. sp.	<i>Gonium pectorale</i> Ehrb.
<i>Phacus pleuronectes</i> (Ehrb.)	» <i>socialé</i> Cohn
» <i>longicauda</i> (Ehrb.)	<i>Pandorina Morum</i> Ehrb.
» <i>hispidula</i> (Stein)	<i>Eudorina elegans</i> Ehrb.
» <i>parvula</i> Kl.	<i>Volvox Globator</i> Ehrb.
» <i>pyrum</i> (Ehrb.)	» <i>minor</i> ² Ehrb.

gleichend morphologisch studiren zu können; für *Hemidinium nasutum* und *Peridinium pulvisculus* kann ich mit Bestimmtheit kein Stigma angeben; auch bei *Glenodinium* (= *Peridinium*) *cinctum* schien mir dasselbe zweifelhaft, entgegen der Angabe P. SCHILLING'S (Die Süßwasser-Peridineen. Flora 1891), bei welchem Autor wir unsere jetzigen Kenntnisse der einschlägigen Verhältnisse der Dinoflagellaten resumirt finden.

¹ BÜTSCHLI, Protozoen. p. 737.

² Letztere untersuchte ich in dieser Beziehung nur nach den Präparaten Prof. Dr. GÉZA ENTZ'S, dem ich hiermit meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Von farblosen Formen:

Oikomonas termo, Cyathomonas (= Goniomonas St.) truncata, Anthophysa vegetans, Polytoma uvella, Peranema trichophorum, auch berücksichtigte ich Bodo saltans und Cercomonas longicauda; studirte in dieser Hinsicht also im Ganzen 38 Mastigophoren.

Außerdem zog ich jedoch auch Rotatorien, wie Brachionus urceolaris, Philodina erytrophthalma, roseola, aculeata?¹, Euchlanis luna, Monostyla lunaris, Notommata vermicularis und Andere, von Turbellarien, Polycelis nigra, von Copepoden, Cyclops ornatus und phaleratus, sowie Naupliusformen in Betracht.

Das Stigma liegt bei den verschiedenen Mastigophoren nicht immer an derselben Stelle des Körpers.

Bei den Chrysomonaden liegt der Augenfleck immer an der Geißelbasis, eben so wie bei den Dinobryinen; bei den Chlamydomonaden und Volvocineen liegt er entweder ganz im vorderen Ende neben der Geißel, wie bei Gonium, oder etwas seitwärts unterhalb der pulsirenden Vacuole, wie bei Eudorina (Taf. VIII, Fig. 5), Chlamydomonas und Carteria.

Bei einigen Chlamydomonas-Arten (wie Chl. obtusa und tingens) liegt das Stigma zuweilen tief an dem unteren Drittel des Körpers. STEIN² gründete auf dieses Verhalten des Augenfleckes die Art Chl. metastigma, welche aber, wie ich nachzuweisen bereits Gelegenheit hatte³, nicht aufrecht erhalten werden kann. Mir sind aus eigenen Studien auch stigmalose Chl. pulvisculus- und obtusa- Individuen bekannt; der Augenfleck scheint hier also nicht konstant vorzukommen, wie auch BÜTSCHLI⁴ Ähnliches für Synura uvella angiebt.

Ein dem oben erwähnten gleiches Verhalten fand ich bei Chlorogonium euchlorum, wo der Augenfleck meist an dem vorderen mit Geißeln versehenen Ende liegt (Taf. VIII, Fig. 7); bei den Mierozoiden beobachtete ich jedoch auch solche Individuen, welche das Stigma im hinteren Theile des langgestreckten Körpers trugen (Taf. VIII, Fig. 15).

Gleiche Verhältnisse wie bei Chlamydomonas finden wir auch bei Chloraster und Cocomonas; bei Pteromonas alata jedoch konnte ich den von WILLE und GOLENKIN beschriebenen Augenpunkt gleich

¹ Die untersuchte Form scheint eine noch nicht beschriebene Philodina aus den warmen Quellen von Aquincum zu sein, welche sich am nächsten an Ph. aculeata Ehrb. anschließt.

² FR. STEIN, Der Organismus der Infusionsthier. III. Abth., 1. Hälfte. Leipzig 1878. Taf. XV, Fig. 46 (Figurenerklärung).

³ R. FRANZÉ, Systematische Studien über einige Chlamydomonaden. Naturhistorische Hefte. Bd. XV, 4. Heft.

⁴ O. BÜTSCHLI, Protozoen. p. 734.

SELIGO nicht wahrnehmen; auch hier scheint also Inkonstanz des Vorkommens vorzuwalten.

Die für die Chlamydomonaden geschilderte Lage der Stigmata gilt auch für *Eudorina* (Taf. VIII, Fig. 5) und *Volvox*, während wir sehr tiefliegende Stigmata bei dem nicht nur in dieser Hinsicht ungenügend bekannten *Spondylomorom quaternarium* finden; auch bei *Volvox Globator* und *minor* liegt das Stigma zuweilen im unteren Theile des Körpers.

Die Lage der Stigmata zu den anderen Organen des Körpers zeigt ebenfalls große Variabilität. Bei sämtlichen Euglenoidinen liegt der Augenfleck dem Behälter — oder um den Ausdruck CARTER'S zu gebrauchen, welchen ich auch im Folgenden benutzen werde — dem Sinus an; eine Ausnahme fand ich bei *Euglena acus* und *E. Ehrenbergii* Kl. (= *Amblyophis viridis* Ehrb.). Bei manchen Individuen der ersteren Form war der Augenfleck oberhalb der kontraktiven Vacuolen im farblosen Cytoplasma des Vorderendes situiert (Taf. VIII, Fig. 4); auch bei *E. Ehrenbergii* schienen mir manchmal ähnliche Verhältnisse vorzuwalten.

Das Stigma der Euglenen liegt nicht so oberflächlich, wie bei den Chlamydomonaden und Volvocineen, wo es zuweilen, wie bei *Gonium*, *Eudorina*, *Pandorina* (Taf. VIII, Fig. 6) etwas über die Körperoberfläche hervorragt¹.

Der Augenfleck liegt bei den Euglenen häufig im farblosen Cytoplasma, häufig jedoch wie bei *Trachelomonas*, *Lepocinclis* (Taf. VIII, Fig. 9), *Phacus* (Taf. VIII, Fig. 8, 4), *E. sanguinea*, *E. spirogyra* (Taf. VIII, Fig. 2) und anderen noch innerhalb des Chlorophors.

Sehr große Variabilität zeigt aber der Augenfleck hinsichtlich seiner Gestalt. Derselbe ist meist eine flache Scheibe, und nur seltener, wie bei *Chl. obtusa* (Taf. VIII, Fig. 12) und *Chlorogonium euchlorum* (Taf. VIII, Fig. 7) ein langgestrecktes Stäbchen²; aber auch hier scheinen mir diese Gebilde zuweilen nach dem oberwähnten Typus geformt.

Bei manchen Chlamydomonaden (*Chl. pulvisculus*, *tingens*) und den Volvocineen (Taf. VIII, Fig. 5) macht der Augenfleck den Eindruck eines soliden Sphäroides; wie leicht verständlich, hängt die Gestalt

¹ Nach BÜTSCHLI (p. 735) ist das Stigma bei den Volvocineen noch mit einer dünnen Plasmalage überzogen, was ich jedoch nicht bestätigen kann.

² GOROSHANKIN, Beiträge zur Kenntnis und Systematik der Chlamydomonaden. I. *Chl. Braunii* mihi. (B. S. N. Mosc. 1890), erwähnt für seine *Chl. Braunii* (= *Chl. pulvisculus*), welche sich von *Chl. pulvisculus* nur durch die Fortpflanzungsverhältnisse unterscheidet, ebenfalls einen stäbchenförmigen Augenfleck; ich kann diese Angabe nicht bestätigen.

des Stigma aufs innigste mit dessen Ausbildung zusammen, ich verweise daher bezüglich mancher Details auf die Struktureigenthümlichkeiten.

Das scheibenförmige Stigma ist in den meisten Fällen hohlkugelartig gewölbt; die größte Wölbung finden wir bei *Pandorina Morum* (Taf. VIII, Fig. 6), während *Euglena Ehrenbergii* (Taf. VIII, Fig. 3) und *E. acus* (Taf. VIII, Fig. 4) das andere Extrem repräsentiren.

Die Form variirt, wie für die Euglenen auch KLEBS¹ bemerkt, innerhalb der Gattungen, ist aber für dieselbe Form ziemlich konstant, wir finden kreisförmige (*E. oxyuris*, *Lepocinclidium ovum* [Taf. VIII, Fig. 9]), ovale (*Trachelomonas volvocina*, *Phacus Pyrum* [Taf. VIII, Fig. 4]), viereckige (*Phacus longicauda* [Taf. VIII, Fig. 8]), dreieckige (*E. deses*), fünfeckige (manche Formen der *Euglena viridis*) etc. Stigmata.

Die Stigmata finden sich bei den meisten Mastigophoren nur in der Einzahl, nur in wenigen Fällen sind zwei oder mehrere bekannt und auch ein Theil dieser Fälle lässt sich auf Theilungsstadien zurückführen. So lässt sich z. B. jene Angabe EHRENBERG'S und PERTY'S deuten, nach welchen diese Forscher bei *Volvox globator*-Individuen zuweilen zwei Augenflecke bemerkt haben wollen.

Zwei Augenflecke besitzen *Microglena* und *Syncrypta* beständig; aber auch *Synura* und *Uroglena* zeigen zuweilen zwei, die erstere Form meistens zahlreiche (bis zehn), *Uroglena* dagegen drei Stigmata.

Falls sich die Angabe STEIN'S² bestätigen sollte, haben wir jene in Ein-, Dreizahl, zuweilen aber in großer Menge vorkommenden blassröthlichen Körper, welche bei *Polytoma uvella* entweder im proximalen oder aber im Hinterende vorkommen, als Stigmata zu betrachten. Ich selbst habe bei *Polytoma uvella* häufig ein Stigma angetroffen (Taf. VIII, Fig. 43), welches scharf kontourirt und dunkelroth ist. Vielleicht sind STEIN'S blassrothe Körper Öltropfen, welche wir ja auch bei verschiedenen Flagellaten, wie von Chytridiaceen inficirten oder unter ungünstigen Verhältnissen lebenden Euglenen finden können.

Die Größe der Stigmata ist bei den einzelnen Arten sehr variabel. Als Ergebnis zahlreicher Messungen kann ich für die Euglenen folgende Daten mittheilen.

<i>Euglena velata</i> 5 μ	<i>Euglena spirogyra</i> 5 μ
» <i>viridis</i> 5 μ	<i>Phacus pleuronectes</i> 5 μ
» <i>oxyuris</i> 5 μ	» <i>longicauda</i> 5 μ

¹ G. KLEBS, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen etc. Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen. Bd. I. p. 260.

² FR. STEIN, l. c. Taf. XIV, Abth. V, Fig. 4—28.

Phacus pyrum 4 μ	Lepocinclis ovum 4 μ
» hispidula 2 μ	» obtusa n. sp. 4 μ .
Trachelomonas volvocina 5 μ	

Wie wir also sehen, wechselt bei den Euglenen das Mittel der Stigmagröße für Phacus zwischen 3—4 μ , bei Euglena ist dieselbe 5 μ , wie auch bei Trachelomonas, bei Lepocinclis dagegen 4 μ ; kleiner sind die Stigmata der übrigen grünen Formen, wie die Chlamydomaden und Volvocineen; relativ kolossal sind sie zuweilen bei Pandorina oder Eudorina (Taf. VIII, Fig. 5). Noch kleiner sind die Stigmata bei Volvox globator (Taf. VIII, Fig. 11) und minor, bei welchen Formen sie kaum 1 μ erreichen, auch bei den farblosen Formen wie Polytoma (Taf. VIII, Fig. 13) und Anthophysa ist die Größe des Stigma kaum 1 μ .

Bis in die neueste Zeit wurden die Stigmata immer als homogene stark lichtbrechende, rothe Scheiben, Punkte oder Stäbchen beschrieben, erst die Untersuchungen von GEORG KLEBS¹ wiesen für dieselbe eine Zusammensetzung aus Farbstoffkörnchen nach, was übrigens auch schon DUJARDIN und PERTY gelegentlich wahrnahmen.

Auch LEYDIG² beschrieb bereits 1856 von dem Augenfleck mancher Infusorien (Euglenen, Peridineen und Ophryoglenen), »dieselben bestehen aus kaum messbaren und stark lichtbrechenden Körnchen«.

Ferner beschrieb KÜNSTLER³ im Jahre 1882 eine eigenthümliche Struktur der Stigmata; ebenfalls auf die Struktur der Stigmata bezügliche Daten finden wir noch bei BALBIANI, POUCHET⁴ und SCHILLING⁵. Neuestens entfaltete besonders KÜNSTLER in dieser Hinsicht eine große Thätigkeit; seine im Jahre 1889 erschienenen »Recherches sur la morphologie des Flagellés«⁶ bestätigen seine bereits früher gemachten Angaben, wie auch seine Arbeit über die »Augen« der Flagellaten⁷.

Ich verzichte auf ein näheres Eingehen auf die Ergebnisse der genannten Forscher an dieser Stelle, da ich dieselben gelegentlich meiner Untersuchungsergebnisse ohnedies ausführlich erörtern werde.

Die Stigmata der Euglenoïdeen stellen, wie bereits erwähnt, eine,

¹ G. KLEBS, l. c. p. 262.

² FR. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie. p. 262.

³ J. KÜNSTLER, Contribution à l'étude des Flagellés. Bullet. soc. zool. de France 1882. 112 p. 3 Tafeln.

⁴ G. POUCHET, Nouvelle contribution à l'histoire des Périidiniens marins. Journ. de l'anatomie et la physiologie 1885. (War mir leider nicht zugänglich.)

⁵ P. SCHILLING, Die Süßwasserperidineen. Flora LXXIV. Bd. 1891. p. 245.

⁶ J. KÜNSTLER, Recherches sur la morphologie des Flagellés. Bullet. Scientifique 1889. (Sep.-Abdr.) p. 487—490.

⁷ J. KÜNSTLER, Les »yeux« des Infusoires flagellifères. Journ. de Micrograph. T. X. p. 493—496.

dem Sinus anliegende, und dem entsprechend gekrümmte flache Scheibe dar. Schon bei mittelstarker Vergrößerung erkennen wir bei jenen Arten, bei welchen der Augenfleck mehr als 5μ im Durchmesser hat, wie z. B. bei *Euglena Ehrenbergii* (Taf. VIII, Fig. 3), eine Zusammensetzung aus kleinen runden, ziemlich dicht liegenden Körnchen von hellrother Farbe (vgl. Taf. VIII, Fig. 17—24), die in einer blassen Protoplasmaschicht eingebettet sind. Diese Verhältnisse waren schon KLEBS und SCHILING bekannt.

An beiden Seiten des Stigma liegen die Körnchen scheinbar dichter, da hier der Augenfleck gekrümmt ist und die Pigmentkörnchen deshalb über einander in mehreren Schichten liegen (Taf. VII, Fig. 3).

Die Größe der Körnchen ist ungleich, neben größeren finden wir auch unmessbar kleine; es walten hier also dieselben Verhältnisse vor, wie in dem Pigmentbecher des Cyclops- oder des Polycelisauges.

Deutlich sichtbar und am größten waren die Pigmentkörnchen außer bei *Euglena Ehrenbergii* (Taf. VIII, Fig. 3) noch bei *E. oxyuris* (Taf. VIII, Fig. 4), *Phacus Pyrum* (Taf. VIII, Fig. 4), *Ph. longicauda* (Taf. VIII, Fig. 8), *Lepocinclis ovum* (Taf. VIII, Fig. 9), *L. obtusa* n. sp. (Taf. VIII, Fig. 14), bedeutend kleiner und daher nur bei starker Vergrößerung wahrnehmbar bei *Euglena velata*, *E. viridis* (Taf. VIII, Fig. 18, 19), *E. pisciformis*, *E. acus* (Taf. VIII, Fig. 4), *Trachelomonas volvocina*, *Tr. hispida* etc.; die Stigmen mancher der kleinsten Arten, wie *Ph. parvula*, oder die nur 27μ messende *Euglena minima* Franzé schien auch bei den stärksten Vergrößerungen homogen; es scheint daher —, da bei der überaus großen Zahl der Fälle, in welchen der Farbstoff an Körnchen gebunden war, ein Analogieschluss berechtigt ist —, dass zwischen der relativen Größe der Pigmentkörnchen und der Größe der betreffenden Euglenoide ein Zusammenhang waltet.

Die übrigen Flagellaten zeigen ähnliche Verhältnisse, jedoch ist hier meist das Stigma so klein, dass Differenzirungen der Pigmentschicht kaum wahrgenommen werden können; diese geringe Ausbildung des Pigmentes hängt aber mit weiteren Differenzirungen des Flagellatenstigmas zusammen, von welchen weiter unten die Rede sein wird.

Und zwar lässt eingehendere Untersuchung in den Stigmata stark lichtbrechende, runde oder ovale, bis stabförmige Körper erkennen, welche der Pigmentsubstanz entweder eingelagert sind oder aber derselben aufliegen. Diese Gebilde finden sich bei sämtlichen untersuchten Flagellaten, so dass wir dieselben als integrierenden Bestandtheil des Stigmas aufzufassen haben; je nach den einzelnen Arten jedoch zeigte die Ausbildung derselben in Form, Zahl, Größe, Lagerung erheb-

liche Variationen, wodurch eine eingehendere Schilderung der hier obwaltenden Verhältnisse geboten erscheint.

Schon innerhalb der Gattung *Euglena* finden wir bedeutende diesbezügliche Verschiedenheiten.

Wir können hier im Allgemeinen zwei Gruppen unterscheiden; in die erste gehören solche Arten, welche einen Krystallkörper¹, und solche, welche deren mehrere besitzen.

Zu dem ersten Typus gehören *Euglena Ehrenbergii* (Taf. VIII, Fig. 3), *E. deses* und wahrscheinlich auch *E. spirogyra* (Taf. VIII, Fig. 2); am wenigsten ausgebildet ist in dieser Hinsicht *E. Ehrenbergii*, am besten dagegen *E. deses* (Taf. VIII, Fig. 22). Bei dieser schönen, nicht allzu häufigen Art ist die Pigmentschicht des in der Flächenansicht dreieckig erscheinenden Augenflekes halbkugelförmig gebogen, und umhüllt einen kugeligen, ziemlich großen (3μ), stark lichtbrechenden Krystallkörper, von welchem man gewöhnlich nur etwa die Hälfte sieht (vgl. Taf. VIII, Fig. 17, 22); ähnlich verhält sich auch *E. spirogyra* (Taf. VIII, Fig. 2), doch ist bei dieser Art der Krystallkörper bedeutend kleiner; noch mehr reducirt finden wir denselben bei *E. Ehrenbergii* (Taf. VIII, Fig. 3), wo er nur etwas größer als die Pigmentkörner ist und hauptsächlich durch seine starke Lichtbrechung auffällt; seine lichtrosenrothe Farbe ist keine Eigenfärbung, sondern wird durch die rothen Farbstoffkörner reflektirt.

Der zweite viel häufigere Typus umfasst sämtliche übrigen untersuchten *Euglena*-Arten.

Mit Ausnahme der *E. minima* Franzé², bei welcher Form ich wegen der Kleinheit des Stigma keine weiteren Differenzirungen wahrnehmen konnte, liegt bei sämtlichen übrigen *Euglenen* in der Mitte des Stigma ein großer Krystallkörper, um welchen sich mehrere bis zahlreiche, bedeutend kleinere Linsenkörper³ lagern.

Eine Ausnahme bildet in dieser Beziehung *Euglena velata*. Bei dieser Form liegt der Hauptkrystallkörper nur manchmal im Centrum

¹ Mit diesem Namen benenne ich diese Gebilde wegen ihres krystallartigen Äußeren, während ich die Pigmentschicht kurz als Pigmentosa bezeichne.

² Diese Form, von welcher ich an anderem Orte eine eingehende, von Abbildungen begleitete Schilderung geben werde, weicht von allen bekannten Arten so sehr ab, dass ich dieselbe als besondere Art abzutrennen gezwungen bin. Ihre Charakteristik möge bis auf Weiteres lauten: *E. minima* n. sp. Körper in der Bewegung kurz spindelförmig, zuweilen hinten zugespitzt. Cilie Zellkern immer im hinteren Theile des Körpers, hinter dem Pyrenoide. Chromatophor in Gestalt spiraliger Bänder; in der Mitte des Körpers ein bis zwei Pyrenoide. Wenig metabolisch. Durchschn. Länge = 0,027 mm, Breite = 0,009 mm.

³ Als solche bezeichne ich diese Gebilde mit Rücksicht auf ihre physiologische Funktion und zum Unterschiede von den Krystallkörpern.

des Augenfleckes, meist jedoch excentrisch (Taf. VIII, Fig. 20), bei noch anderen Individuen dagegen finden wir überhaupt keinen Krystallkörper, sondern nur mehrere, drei bis neun, gleich große Linsenkörper (vgl. Taf. VIII, Fig. 24); da aber der letztere Fall meist bei mehrere Tage in der feuchten Kammer gehaltenen Individuen konstatirt werden konnte, bin ich geneigt, in dieser Erscheinung ein Degenerationsprodukt zu erblicken. Ähnliches finden wir zuweilen auch in den Stigmata der *Euglena viridis*.

Die typische Ausbildung des zweiten Falles zeigt folgende Lagerungsverhältnisse:

Wie der optische Durchschnitt des Stigmas ergibt, liegen sämtliche accessorischen Linsenkörper in einer Ebene, bei jenen Formen deren Stigmata wie eben dasjenige der *E. velata* ziemlich eben sind; aber auch bei solchen Arten, deren Pigmentosa halbkugelig gekrümmt ist, wie bei *E. spirogyra* (Taf. VIII, Fig. 2), *E. sanguinea*, *viridis* etc. finden wir die accessorischen Linsenkörper nicht in der Pigmentosa eingebettet, sondern derselben aufliegend, so dass wir im optischen Durchschnitte immer zwei Schichten unterscheiden können, die Pigmentosa und die Schicht der Linsenkörper, welche ich kurz als Linsenschicht bezeichnen will.

Der Krystallkörper liegt entweder der Pigmentosa an, wie z. B. bei *E. deses*, *E. spirogyra* (Taf. VIII, Fig. 2), *E. pisciformis* (vgl. Taf. VIII, Fig. 22), oder aber er durchsetzt dieselbe, so dass wir in diesem Falle jederseits der Pigmentschicht eine halbkugelige, stark glänzende Hervorragung gewahren, wie z. B. bei *Euglena acus* (Taf. VIII, Fig. 24). Ähnliches beschreibt auch KLEBS¹ von den »Paramylonkernen« mehrerer Euglenen, wie z. B. *E. velata*.

Die Gestalt der Linsenkörper ist meistens die einer Kugel, insbesondere ist der Krystallkörper fast immer kugelig, nur zuweilen etwas breitgedrückt (Taf. VIII, Fig. 22), oder wie bei *E. viridis* und *pisciformis* zuweilen ovoid. Größere Variabilität zeigen in dieser Beziehung die Körper der Linsenschicht. Ihre Gestalt, wie ihre Größe schwankt zwischen bedeutenden Grenzen. So finden wir sehr kleine, fast unmessbare, von den Pigmentkörnern durch die Größe fast gar nicht verschiedene, und wieder sehr lange, große, fast die Größe des Krystallkörpers erreichende Formen; bei *Euglena viridis*, wo zuweilen das ganze Stigma oval ist, finden wir die längsten Linsenkörper, und dies ist zugleich so ziemlich das einzige Beispiel für stabförmige Linsenkörper (Taf. VIII, Fig. 23), derartige ovale Gebilde kenne ich sonst nur von *E. velata*.

¹ G. KLEBS, op. cit. p. 265.

Die gegenseitige und die Lage der Linsen zu dem Krystallkörper ist ziemlich verschiedenartig. Als Typus können wir hier die Verhältnisse bei *Euglena viridis* und *E. oxyuris* betrachten.

Bei diesen Arten liegen je nach der Form des Stigma die accessorischen Linsenkörper um das Centrum herum. Und zwar finden wir bei beiden Arten sehr häufig fünfeckige Stigmata (Taf. VIII, Fig. 18), bei welchen dann in jeder Ecke ein — im Ganzen daher fünf — Linsenkörperchen liegt. Nicht minder häufig finden wir jedoch bei kreisförmigem Augenflecke in demselben auch sechs oder sieben accessorische Linsenkörper (Taf. VIII, Fig. 10).

Bei *Euglena viridis* finden wir jedoch zuweilen eine Abweichung von dem Typus, da bei manchen Individuen die Linsenkörper nicht an der Peripherie, sondern dem centralen Krystallkörper genähert liegen (Taf. VIII, Fig. 19).

Noch wechselnder ist die Zahl derselben bei *E. acus*, wo wir bis zwölf derselben finden können, welche dann in zwei Reihen an der Peripherie geordnet sind (Taf. VIII, Fig. 1); die größte Regellosigkeit finden wir endlich bei *E. velata*, wo die Linsenkörperchen in wechselnder Anzahl (drei bis zehn) zuweilen an der Peripherie, zuweilen gegen das Centrum des Stigma, meistens jedoch vollkommen regellos durch einander liegen (Taf. VIII, Fig. 24).

Ich will hier erwähnen, dass ich nach älteren Zeichnungen die Linsenkörper der *Euglena viridis* spiralig angeordnet zu sehen, und auch neuerdings bei *E. velata* Ähnliches zu sehen glaubte, doch konnte ich dies bei gründlichem Studium in der Mehrzahl der Fälle nicht konstatiren.

Weitgehende Modifikationen finden wir in dieser Hinsicht bei den übrigen Mastigophorengruppen.

Das Stigma von *Phacus* schließt sich im Allgemeinen eng an die bei *Euglena* geschilderten Verhältnisse an.

Nur einen Krystallkörper finden wir bei *Phacus parvula*, den für *Euglena viridis* als typisch geschilderten Bau dagegen bei *Phacus hispidula* (St.) (= *Chloropeltis hispidula* Stein).

Phacus longicauda (Taf. VIII, Fig. 8) besitzt einen ähnlich strukturrten Augenfleck, wie *E. spirogyra*, *Ph. pyrum* (Taf. VIII, Fig. 4) dagegen schließt sich in dieser Hinsicht eng an *E. velata* an.

Auch die übrigen Euglenen weichen nur durch sehr geringfügige Modifikationen ab, so z. B. *Lepocinclis ovum*, deren Stigma häufig einen Krystall- und neben diesem zwei accessorische Linsenkörper enthält (Taf. VIII, Fig. 9); die *Trachelomonaden* (*Trachelomonas volvocina*, *hispidula*, *lagenella*) zeigen auf einer grobkörnigen Pigmentosa einen

undeutlichen centralen Krystallkörper; die Untersuchung wird hier durch den stark lichtbrechenden rostbraunen Panzer erschwert; bei Untersuchung einer bisher unbeschriebenen *Lepocinclis*-Art¹, welche ich *Lepocinclis obtusa* Franzé nennen will, glaubte ich in dem Stigma derselben öfter eine spiralige Anordnung der Linsenkörper wahrnehmen zu können (Taf. VIII, Fig. 5).

Den Euglenoideen, welche durch ein, wie wir sahen, ziemlich complicirt organisirtes Stigma ausgezeichnet sind, können wir die Chlamydomonaden und Volvocineen als Vertreter bedeutend einfacherer Verhältnisse gegenüberstellen, nachdem es hier auch im besten Falle nicht zur Bildung accessorischer Linsenkörperchen kommt.

Die Stigmata sämmtlicher Chlamydomonaden und Volvocineen zeigen einen ungemein gleichförmigen Bau; wir können uns desshalb auf die Beschreibung der diesbezüglichen Verhältnisse eines typischen Vertreters dieser Gruppe, wie es z. B. *Chlamydomonas* ist, beschränken.

Das Stigma von *Chlamydomonas pulvisculus* besteht aus einem ziemlich großen, centralen kugeligen Krystallkörper und einer, denselben ganz umhüllenden sehr feinkörnigen Pigmentosa, diese Struktur finden wir auch bei *Carteria multifilis*, *Chl. tingens*, *Gonium pectorale*, *socialis*, *Eudorina elegans*, *Volvox globator* u. *V. minor*² (Taf. VIII, Fig. 41).

Die bereits erwähnten stabförmigen Stigmata von *Chlamydomonas obtusa* (Taf. VIII, Fig. 42), *Chlorogonium euchlorum* (Taf. VIII, Fig. 7) und *Spondylomorom quaternarium* sind, wie ich dies wenigstens für *Chlorogonium euchlorum* (= *Cercidium elongatum* Dang) behaupten kann, nicht stab- sondern eiförmig, und bieten nur in der Seitenansicht den Anblick eines ein wenig gebogenen Stäbchens (s. Taf. VIII, Fig. 12); ich glaube nicht irre zu gehen, wenn ich auch für sie einen centralen Krystallkörper annehme, obwohl ich, wie ich nochmals hervorhebe, mich diesbezüglich nicht auf positive Wahrnehmungen stützen kann; doch scheint auch die starke Lichtbrechung der fraglichen Gebilde zu Gunsten meiner Annahme zu sprechen.

Eine eigenthümliche Modifikation zeigt *Pandorina Morum*. Diese

¹ Ich werde von dieser bei Budapest in Tümpeln und Teichen nicht allzu seltenen hochinteressanten Art an anderem Orte eine ausführliche Beschreibung geben; ihre Charakteristik möge vorläufig lauten: *Lepocinclis obtusa* n. sp. Körper rund eiförmig, mit abgestutztem Hinterende und stark spiralig gestreifter Pellicula, ohne Endstachel. Cilie beiläufig doppelt so lang wie der Körper. Chlorophor in Gestalt zahlreicher, spiralig angeordneter, kleiner Scheiben. Zellkern in der Mitte des Körpers? Starr. Durchschn. Länge = 0,059 mm, Breite = 0,043 mm.

² Ich konnte das Stigma von *Volvox* nur nach Präparaten untersuchen; neue Beobachtungen sind daher nicht nur wünschenswerth, sondern nothwendig.

gemeine Volvocinee, deren Stigma $2\ \mu$ im Durchmesser misst, trägt dasselbe immer im Vorderende, nahe sowohl zur Geißelbasis als auch den kontraktilen Vacuolen. Das Stigma lässt schon bei mittelstarker Vergrößerung deutlich einen großen Krystallkörper erkennen, der einer ziemlich schwach entwickelten halbkugeligen Pigmentosa aufliegt (Taf. VIII, Fig. 6).

Den für *Chlamydomonas* geschilderten Bau des Augenfleckes fand ich auch bei allen untersuchten farblosen Mastigophoren, wie bei *Polytoma uvella* (Taf. VIII, Fig. 13) und *Anthophysa vegetans*, deren Individuen, entgegen der Angabe BÜRSCHLI'S, nach meinen Untersuchungen regelmäßig ein Stigma zukommt; die in dieser Hinsicht zweifelhafte *Peranema trichophorum* zeigte nie einen Augenfleck.

Der Krystall- und die Linsenkörper wurden bereits von mehreren Forschern an einzelnen Mastigophoren gesehen, jedoch in ihren Lageverhältnissen etc. nicht richtig erkannt, und deshalb falsch gedeutet, indem einzelne Autoren wie KÜNSTLER und POUCHET, denselben eine zu weit führende Bedeutung zuschrieben.

Die detaillirtesten diesbezüglichen Angaben verdanken wir KÜNSTLER, dessen Ergebnisse wir im Folgenden wiedergeben können¹.

Auf Grund einiger Untersuchungen an *Phacus* sp. und *Trachelomonas hispida* generalisirt KÜNSTLER seine Ergebnisse für alle übrigen Flagellaten.

Nach ihm besteht der Augenfleck bei *Phacus* aus einer vacuolären Plasmaschicht, welcher in dem gekrümmten Stigmenkörper nur an der einen Seite Pigmentkörner eingelagert sind (KÜNSTLER'S Chorioidea), während »auf der entgegengesetzten Seite des Körperchens die reticuläre Substanz licht, homogen und durchsichtig wird«².

Bei *Phacus* und *Trachelomonas* sah KÜNSTLER auch den Krystallkörper, der nach ihm durch die Umwandlung der Chorioidea gebildet wird.

Weniger enthalten die Untersuchungen von KLEBS³, welche ihn zu dem Ergebnis führten, dass der Augenfleck aus einer plasmatischen netzigen Grundmasse bestehe, in welcher das Pigment in Form tröpfchenähnlicher Körperchen die Maschen desselben ausfüllt; andere Differenzirungen nahm KLEBS nicht wahr, ihm war also nur die Pigmentosa bekannt.

Eine ziemlich richtige Beschreibung eines Augenfleckes verdanken

¹ J. KÜNSTLER, *Recherches* etc. p. 487—490.

² J. KÜNSTLER, l. c. p. 489.

³ G. KLEBS, l. c. p. 260.

wir BALBIANI¹. Genannter Autor beschreibt das Stigma von *Pandorina Morum* als eine stark lichtbrechende Kugel, welche theilweise von einer rothen Substanz umhüllt wird; Ähnliches schreibt auch POUCHET² von *Gymnodinium Polyphemos*, nur soll sich bei dieser marinen Dinoflagellate zwischen der Pigmentosa und der Linsenschicht noch ein Stiel vorfinden, welcher beide Theile verbindet.

Die weitaus richtigste Beschreibung einiger Stigmata gab jedoch G. ENTZ³, welcher die Krystall- und Linsenkörper einiger Flagellaten wahrnahm.

Die Substanz der Pigmentosa, — deren Farbe vom Lichtrosenrothen (junge *Euglena viridis*, E. Ehrenbergii [Taf. VIII, Fig. 3]) bis zum Dunkelpurpurrothen fast Schwärzlichen (*Anthophysa vegetans*, *Polytoma uvella* (Taf. VIII, Fig. 13) wechselt, — war schon oft Gegenstand mikrochemischer Untersuchungen (DUJARDIN, KLEBS, BÜTSCHLI, ENTZ etc.); trotzdem sind wir über deren eigentliche chemische Beschaffenheit noch ziemlich im Unklaren.

Der größte Theil der Reaktionen weist auf eine ölartige Substanz, welche in einer Plasmaschicht in Gestalt kleiner Tröpfchen suspendirt ist; darauf weist z. B. die leichte Löslichkeit in Alkohol und Äther und auch jene Beobachtung von G. KLEBS⁴, nach welcher die Stigmata der Euglenen bei hoher Temperatur missfarbig werden, während die Pigmenttheilchen zusammenfließen. Die Reaktionen, welche ich zum großen Theile bestätigen kann, lassen auch auf chemische Übereinstimmung mit dem Hämatochrom schließen.

Über die chemische Beschaffenheit der Linsenschicht finden wir in der Litteratur nur die Angabe G. ENTZ's⁵, dass die lichtbrechenden Körperchen, welche er von dem Stigma der *Eutreptia viridis* beschreibt, nach Jodbehandlung farblos bleiben und erst später gebräunt werden.

Meine diesbezüglichen Ergebnisse bei Eugleneen kann ich in Folgendem zusammenfassen⁶.

Die Substanz der Krystall- wie der Linsenkörper wird durch Einwirkung von Wasser oder Alkohol nicht verändert, dasselbe Resultat

¹ E. BALBIANI, Les organismes unicellulaires. Les Flagellés. Journ. de Micrograph. 1882. p. 428.

² G. POUCHET, l. c. (cit. nach P. SCHILLING p. 244).

³ G. ENTZ, Studien über Protisten. I. p. 308.

⁴ G. KLEBS, l. c. p. 261.

⁵ G. ENTZ, Die Flagellaten der Kochsalzteiche zu Torda und Szamosfalva. Naturhist. Hefte. Bd. VII. p. 160.

⁶ Ich benutzte zu diesen wiederholten Versuchen *Euglena viridis*, *Phacus pyrum* und *Ph. parvula*.

gaben auch, sowohl verdünnte, wie concentrirte Salzsäure und verdünnte Salpetersäure; Kalihydroxyd dagegen bewirkt eine fast augenblickliche Quellung und Lösung, wodurch die Farbstoffkörnchen der Pigmentosa aus einander gesprengt werden; endlich werden die Linsenkörper von Chlorzinkjod nicht gefärbt. All diese Versuche ergaben mit unumstößlicher Gewissheit, dass die Linsen- und Krystallkörper der Eugleneen aus *Paramylon* bestehen; dieselben sind daher Produkte des Stoffwechsels. Wir können also a priori annehmen, dass auch die Linsenkörper, betreffs der Größe und Zahl von der Intensität des Stoffwechsels abhängen; und thatsächlich finden wir, dass bei längere Zeit im Dunkeln gehaltenen Euglenen sowohl die Größe als auch Zahl der Linsenkörper im Verhältnisse des Verbrauches des Reserveparamylons abnimmt; darauf weist auch die so variable Zahl des Vorkommens, und der Umstand, dass bei soeben getheilten Eugleneen, welche nur minimale Paramylonkörner enthalten, auch das hellrothe Stigma keine oder doch wenige kleine Linsenkörper enthält.

Die oft so regelmäßige Lage der Linsenkörper haben wir demnach in der regelmäßigen Vertheilung der Entstehungscentren zu suchen.

Die Linsenschicht der Chlamydomonaden und Volvocineen wird durch Jod gebläut, eben so die der farblosen Mastigophoren, wie ich dies mit Bestimmtheit von dem Stigma der *Polytoma uvella* behaupten kann, die Stigmata dieser Flagellaten bestehen daher aus Amylum; Chrysomonaden standen mir leider nicht zur Verfügung, um sie in dieser Hinsicht untersuchen zu können.

Das für die Euglenoideen Gesagte hat demnach auch für grüne Mastigophoren seine Gültigkeit.

II.

Wie auch der größte Theil der Forscher mehr oder weniger Details an den Stigmata wahrnahm, so weichen auch die Meinungen über die physiologische Bedeutung dieser Gebilde weit aus einander. Der eine Theil der Autoren betrachtet die Stigmata nach v. SIEBOLD's¹ Vorgänge als zum Sehen kaum geeignet, so z. B. STEIN und KLEBS, andererseits wollen KÜNSTLER und POUCHET in den Stigmata sämtliche Bestandtheile des Wirbelthierauges wiederfinden und betrachten dieselben als zur Licht- und Farbenperception sehr geeignete, hochorganisirte Sinnesorgane.

Diesen zwei, sich so schroff und unvermittelt dastehenden Ansichten gegenüber ist es am zweckmäßigsten von ihnen unabhängig,

¹ TH. v. SIEBOLD, Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 1845. p. 44.

auf Grund der von mir für den Augenfleck der überwiegenden Mehrzahl der stigmaführenden Mastigophoren nachgewiesenen Struktur-eigenthümlichkeiten zu ergründen, in welchem Maßstabe die Organisation der Stigmata Licht- und Farbenempfindung zulässt, dass, und in welch' hohem Grade die chromatophorenhaltigen Flagellaten lichtempfindend sind, brauche ich nicht weiter zu erörtern.

Die allen Autoren bekannte feinkörnige Pigmentosa, welche sich immer von dem umgebenden Protoplasma scharf abgrenzt, ist, vermöge ihres rothen Pigmentes besonders zur Absorption und in Folge dessen — wie dies zuerst G. JÄGER¹ bezüglich des Wirbelthierauges hervorhob — wie auch durch ihre plasmatische Grundsubstanz zur Lichtempfindung geeignet. Da nun bisher bei Protozoen kein Nervensystem bekannt ist, welches durch seine Sensibilität Sinneswahrnehmungen gestattet, und ferner im Mastigophorenkörper keine andere zur Lichtabsorption so geeignete Stelle, als eben das Stigma sich findet, können wir mit Bestimmtheit annehmen, dass durch die Pigmentosa Lichtempfindungen vermittelt werden; diese beschränken sich freilich nur auf das allgemeine Gefühl des Lichtes oder der Dunkelheit².

Durch die plasmatische Pigmentosa werden aber auch noch andere Reize zum Bewusstsein gebracht, da einem allgemein bekannten physikalischen Gesetze zufolge dunkle Körper nicht nur mehr Licht, sondern auch Wärmestrahlen absorbiren, so dass die Pigmentosa nicht nur zur Licht-, sondern auch Wärmeperception geeignet erscheint.

Es ist nun schon a priori wahrscheinlich, dass bei den Mastigophoren Licht- und Wärmereize dasselbe nur verschieden intensive Gefühl erzeugen, daher als Empfindung nicht von einander geschieden werden können.

Diese Voraussetzung wurde durch meine in dieser Hinsicht angestellten und mehreremals wiederholten Versuche³ vollkommen bestätigt.

¹ G. JÄGER, Die Organanfänge. I. Kosmos. Bd. I. 1877. p. 98.

² ENGELMANN (Über Licht- und Farbenperception niederster Organismen. PFLÜGER's Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. XXIX. 1882. p. 387) giebt für Euglena auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchungen an, dass die unmittelbar vor dem Auge liegende Schicht lichtempfindlich sei. Vor dem Stigma liegt entweder das farblose Cytoplasma oder Theile des Chlorophors; bei der allgemeinen Sensibilität des Protoplasmas sind diese, ja auch, wenn zwar nur wenig, lichtabsorbirende Differenzirungen lichtempfindlich.

³ Ich benutzte zu diesen Versuchen eine lange, dünne Glasröhre, welche an beiden Enden verschlossen werden konnte, an dem einen Ende jedoch von — je nach den einzelnen Versuchen — verschieden temperirtem (30—55° C.) Wasser bespült wurde; die ganze Vorrichtung befand sich in einem verfinsterten Raume.

Ich ließ nämlich auf im Dunklen gehaltene Eugleneen¹ eine einseitige Wärmequelle successive bis zu 55° C. einwirken, bei welcher Temperatur dann bei den Eugleneen meist die Wärmestarre eintritt, während bei niederen Temperaturen (30—40° C) sich die Individuen der Wärmequelle größtentheils näherten. Zur Vorsicht ließ ich die Wärme auf der entgegengesetzten Seite der früheren Beleuchtung einwirken, so dass eine Nachwirkung der früheren Lichtquelle ausgeschlossen erscheint.

Diese Versuche ergaben aber gleichzeitig, dass die Eugleneen auf Wärmewirkung weder so prompt noch so intensiv reagierten, wie auf Lichteinwirkungen; die Thermotaxie² steht daher der Phototaxie an Intensität weit nach. In beiden Fällen muss jedoch auch das Athmungsbedürfnis in Betracht gezogen werden, da bei längerem Verweilen unter dem Deckglase Athmungsgasmangel eintritt, die Eugleneen daher naturgemäß sich an den Rand der Flüssigkeit begeben werden, wie wir Ähnliches auch bei anderen Protozoen bemerken können.

Der zweite Bestandtheil des normal gebauten Stigma ist die Linsenschicht, in welcher wir zwei Bestandtheile unterscheiden können, welche aber physiologisch übereinstimmen.

Diese Bestandtheile sind der Krystall- und die Linsenkörper; betrachten wir die Funktionen beider Differenzirungen.

Der Krystallkörper liegt entweder innerhalb der dann meist halbkugelförmig gebogenen Pigmentosa, oder er ragt an beiden Seiten über dieselbe hervor, wie ich dies für *Euglena acus* (Taf. VIII, Fig. 24) zeigte. In keinem Falle kann durch ihn ein wahrnehmbares Bild erzeugt werden, da bei der minimalen Größe desselben kein Bild auf die Pigmentosa geworfen werden kann. Eben so stehen die Verhältnisse, wenn der Krystallkörper der Pigmentosa aufliegt, sowie auch bei den accessorischen Körperchen.

Die Stigmata der farblosen Formen, sowie der Chlamydomonaden, zahlreicher Volvocineen, Dinobryineen (und sehr wahrscheinlich gehören auch die Chrysomonaden hierher) sind nur einfache, kugelige Linsen, welche von einer feinkörnigen Pigmentosa ganz umgeben werden. Diese Krystallkörper können aus derselben Ursache, wie die Linsenkörper der Eugleneen keine Bilder zu Stande bringen; wir haben auch in ihnen nur solche Gebilde zu erblicken, welche lediglich zur Lichtconcentration dienen.

Die Funktion der Stigmata besteht daher nur darin, dass die

¹ Ich machte diese Versuche mit *Euglena viridis*, *Phacus pyrum* und *Ph. parvula*, welche alle das gleiche Ergebnis gaben.

² Wie wir das Reagiren auf Wärmeeinwirkungen bezeichnen können.

Lichtstrahlen nach ihrer Intensität als verschieden starke Lichtempfindung zum Bewusstsein gebracht werden¹.

In Anbetracht der ziemlich complicirten Struktur könnten wir geneigt sein, den Stigmata der Mastigophoren ein bedeutendes Sehvermögen zuzuschreiben, wie z. B. KÜNSTLER, der die Stigmata direkt »Augen« nennt². Doch dem ist nicht so.

Wir können die Frage, welcher Art sind die von den Mastigophoren empfundenen Lichteindrücke, dahin beantworten, dass die Stigmata nicht zum Erkennen der Gegenstände, sondern nur zur Unterscheidung von Licht und Dunkel dienen können, keineswegs nicht einmal eine scharf umschriebene Silhouette des betreffenden Gegenstandes bieten; Farbenempfindung ist in Anbetracht, dass nicht einmal so hoch organisirte Thiere wie Mollusken zur Farbenperception geeignete Augen haben, jedenfalls ausgeschlossen.

Die Hauptaufgabe der Stigmata besteht jedenfalls darin, die Richtung des Lichtes und eventuell der Wärme zum Bewusstsein zu bringen, um so dem hohen Sauerstoffbedürfnis der Mastigophoren entgegenzukommen.

KÜNSTLER vindicirt den Stigmata eine bedeutend höhere Aufgabe und führt zur Unterstützung seiner Ansicht an, dass die Augenflecke bei den in Dunkelheit gehaltenen Flagellaten schwinden³.

Meine diesbezüglichen Versuche führten mich jedes Mal zu einem negativen Resultat; ich konnte die Stigmata auch an wochenlang im Dunkeln kultivirten Eugleneen konstatiren. Durch die ungünstigen Ernährungsverhältnisse wurde natürlich das Paramylon verzehrt und auch das Chlorophor größtentheils degenerirt; die so geschwächten Individuen waren meistentheils von Chytridiaceen inficirt, wodurch sich sehr häufig rothes Öl bildete; in Folge der dadurch eingetretenen Degeneration waren auch die Stigmata häufig in die einzelnen Pigment-

¹ Interessant und zu Gunsten meiner Ansicht sprechend ist in dieser Beziehung das Vorkommen von wirklichen Ocellen bei Protozoen, und zwar bei der von R. HERTWIG (*Erythrospis agilis*. Eine neue Protozoe. Morphol. Jahrbuch, Bd. X, 1884, p. 204—213, Taf. VI) entdeckten *Erythrospis*, welche marine Form auf der linken Seite »eine ocellusartige Bildung« trägt, welche aus einer kugeligen und concentrisch geschichteten Linse, und einem nach innen scharf begrenzten, rostbraunen Pigmentkörper besteht (BÜTSCHLI, Protozoen, p. 1772). METSCHNIKOFF (Zur Streitfrage über *Erythrospis agilis*. Zool. Anz., VIII, 1885, p. 433—434) glaubte außerdem noch eine unter der Pigmentosa liegende »nervöse« Plasmaschicht bemerken zu können. Es sind jedoch noch weitere Untersuchungen abzuwarten.

² J. KÜNSTLER, Les »yeux« des Infusoires flagellifères. Journ. de Micrographie. T. X. p. 493—496.

³ O. BÜTSCHLI, Protozoen, p. 736.

körnchenzerfallen, und dies mag wohl KÜNSTLER als Beginn des Stigmenchwundes aufgefasst haben; doch ist dies, wie ich nochmals hervorhebe, nur ein Symptom der Chytridiaceeninfektion, und keineswegs bei jedem Individuum der Fall. Interessant war, dass bei den meisten Individuen die Linsenkörper mehr oder weniger fehlten, ein neuerlicher Beweis, dass diese Gebilde aus Paramylon bestehen, indem sie in diesem Falle eben so, wie die anderen Reserveparamylonkörper aufgezehrt wurden.

Von den eigentlichen Stigmen leiten einige eigenthümliche Gebilde zu jenen Organen des Mastigophorenkörpers, welche STEIN als »Mundleiste« bezeichnete, und welchen BÜTSCHLI¹ ebenfalls Lichtempfindung zuschreibt.

Hier wäre in erster Linie jenes blassröthliche Körperchen zu nennen, welches CLARK² als Stigma auffasst und welches er bei *Peranema trichophorum* immer gefunden haben will, eine Angabe, welche auch PERRY für einige Fälle bestätigt. Ich meinerseits habe bei meinen vielfachen Untersuchungen des *Peranemeeen*körpers nie ein derartiges Gebilde bemerkt, auch KLEBS³ erwähnt in seiner Euleneenmonographie nichts davon; wahrscheinlich beruhen die Angaben obgenannter Forscher auf Interferenzerscheinungen eines wenig achromatischen Mikroskopes, welches ein Plasmakörnchen mit einem rosenrothen Saum versehen als Stigma vortäuschte.

Hierher gehört auch jener farblose Augenfleck, welchen PELLETAN⁴ nicht selten bei *Dinobryon* fand, hierher gehört auch die von mir beschriebene saline *Chlamydomonas halophila*⁵, welche zuweilen am Vorderende vis-à-vis dem normal gebauten rothen Augenfleck auch ein ungefärbtes Stigma trug.

Wir können uns diese Verhältnisse so erklären, dass hier die Bildung des Farbstoffes in der Pigmentosa unterblieb, so wie wir Ähnliches von den Augen mancher blinden Krebse wissen, wo auch die Pigmentschicht, die Choroïdea mangelt. Ich will übrigens noch bemerken, dass ich sowohl bei *Dinobryon sertularia*, wie auch bei *Dinobryon stipitatum* immer nur den einfach gebauten rothen Augenfleck bemerken konnte.

¹ O. BÜTSCHLI, op. cit. p. 737.

² J. CLARK, On the Spongiae ciliatae as Infus. Flagell. etc. Annals a. magaz. nat. hist. 4 ser. Vol. I. p. 250. Tab. VI, Fig. 45.

³ G. KLEBS, op. cit. p. 324—326.

⁴ J. PELLETAN, Note sur la reproduction du *Dinobryon stipitatum*. Journ. de Micrograph. T. VII. 1883. p. 77—80.

⁵ R. FRANZÉ, Studien zur Systematik einiger Chlamydomonaden. Naturhistor. Hefte etc. Budapest. Bd. XV, 4. Heft.

Diesen Bildungen ähnlich ist jenes eigenthümliche strich- oder leistenförmige Organ, welches STEIN mit dem Namen »Mundleiste« bezeichnet.

Diese Gebilde sind bisher nur von *Monas guttula*, *M. vivipara* und *Cyathomonas* (= *Goniomonas* St.) *truncata* St. bekannt, und stellen ein dunkel erscheinendes stark lichtbrechendes und häufig etwas gebogenes Stäbchen dar, welches immer in der Nähe der Geißelbasis in etwas schiefer Richtung situirt ist.

BÜTSCHLI¹ war der Erste, der für *Cyathomonas* (seine *Spumella*) *truncata* nachwies, dass deren Mundleiste »aus einer Anzahl stark lichtbrechender, neben einander gereihter Körner besteht«; Weiteres finden wir bei FISCH².

Ich habe dieses Gebilde sowohl bei der in Infusionen gemeinen *Oikomonas termo*, als auch bei *Cyathomonas truncata* eingehend untersucht (Taf. VII, Fig. 46), und habe auch bei *Oikomonas* eine Zusammensetzung aus mehreren (bis fünf) kleinen, stark lichtbrechenden Körnchen gefunden, so dass das Gleiche auf für die mir leider nicht zu Gebote stehende *Monas vivipara* wahrscheinlich ist.

Die Bedeutung dieser noch wenig bekannten Gebilde ist noch völlig im Unklaren. BÜTSCHLI³ hält dieselbe für farblose Stigmata, doch scheint mir diese Auffassung aus folgenden Gründen unzulässig.

Die langgestreckte Gestalt weicht von dem bisher bekannten allgemeinen Typus der Stigmata ab, und nähert sich den noch unklaren Verhältnissen der *Chlamydomonas obtusa* und *Chlorogonium euchlorum* (vgl. Taf. VIII, Fig. 7 mit Taf. VIII, Fig. 46 und Taf. VIII, Fig. 42); zu Gunsten der Auffassung als Stigmata spräche zwar die Zusammensetzung aus Körnchen. Es ist jedoch sehr fraglich, ob wir der Mundleiste die Bedeutung eines Stigmas zu vindiciren berechtigt sind, wenn wir in Betracht ziehen, dass bei der mundleistenführenden *Monas vivipara* ein schön rubinrother Augenfleck bekannt ist; ferner kommen farblose Stigmata, wie bei *Chlamydomonas* und *Dinobryon* nur ausnahmsweise und vereinzelt neben der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von rothen Stigmata vor, während die Mundleiste der Monaden immer farblos ist. Auch die konstante Lage der Mundleiste spricht für meine Auffassung.

Selbstverständlich ist die Mundleiste auch zur Lichtperception

¹ O. BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 213.

² FISCH, Untersuchungen über einige Flagellaten etc. Diese Zeitschr. Bd. XLII 1. Heft.

³ O. BÜTSCHLI, Beiträge etc. p. 214. — Cf. Protozoen. p. 727.

geringen Grades geeignet, nämlich nur in dem Maßstabe, wie wir dies von jedem stark lichtbrechenden Körnchen des ohne Nerven sensiblen Protoplasmas annehmen können.

Möglicherweise steht die Mundleiste mit den Geißelverhältnissen oder mit dem Collar (über dessen Vorkommen bei zahlreichen Monaden ich demnächst ausführliche Mittheilungen machen werde) in Verbindung; auffällig ist es auch, dass die Mundleiste nach den Untersuchungen CIENKOWSKY'S¹ bei *Oikomonas termo* (die *Spumella vulgaris* CIENKOWSKY'S), von der Geißelbasis immer in der Richtung gegen die kontraktile Vacuole führt (Taf. VIII, Fig. 16), was jedoch nach meinen Untersuchungen durchaus nicht immer der Fall ist.

Welch' immer aber auch die Bedeutung der Mundleiste sein mag, so viel erscheint mir sicher, dass wir in ihr nicht ein specificirtes Lichtempfindungsorgan zu erblicken haben; dass sie ein wichtiges Organ des Körpers ist, zeigt ihr nahezu konstantes Vorkommen und der Umstand, dass sie sich, wie wenigstens aus den Zeichnungen CIENKOWSKY'S² hervorgeht, bei der Theilung vermehrt.

Während die Aufgabe der Stigmata bei den chromatophorenhaltigen Formen sich hauptsächlich darauf richtet die Individuen dem Lichte zuzuführen, scheinen die farblosen Flagellaten eben im Gegentheile sich vor dem Lichte zu flüchten. So ergaben meine wiederholten Versuche mit *Polytoma uvella* mit Bestimmtheit Photophobie, obwohl die Individuen auf Lichteinwirkung nicht so prompt reagierten, wie die hoch photophilen Euglenen.

Ähnliche, weniger bestimmte Ergebnisse wie für *Polytoma* erhielt ich auch für *Oikomonas termo*, *Bodo saltans*, *Cyathomonas truncata* und *Cercomonas longicauda*, doch war bei allen diesen Monadinen und Cryptomonaden die Photophobie weniger ausgesprochen; jedenfalls müssen wir hier das, wie es scheint, ziemlich hohe Sauerstoffbedürfnis sehr in Betracht ziehen.

Aus diesen Versuchen ging aber auch außerdem hervor, dass stigmafreie Formen wie *Bodo* und *Cercomonas* dennoch, wenn auch in geringem Grade, lichtempfindlich sind; dies ist eben der allgemeinen Sensibilität des Protoplasmas zuzuschreiben.

Bei allen den oben angeführten stigmataführenden Mastigophoren scheint daher dem Stigma eine andere, eben entgegengesetzte Aufgabe zuzufallen, wie bei den chromatophorenhaltigen, stigmataführenden Formen; der Augenfleck dient hier dazu, um die Individuen eben vom

¹ CIENKOWSKY, Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Archiv für mikr. Anat. Bd. VI. p. 432—434. Taf. XXIV, Fig. 44—56.

² CIENKOWSKY, op. cit. Taf. XXIV, Fig. 52, 54.

Licht fernzuhalten, gewissermaßen als »Warnorgane«, wie wir Ähnliches von gewissen schlammbewohnenden Turbellarien wie z. B. *Plagiostomum Girardi* (Schmarda) Graff kennen.

Thermotaktische Versuche mit den farblosen Formen führten zu keinem positiven Resultate, jedoch scheint im Allgemeinen Thermophilie vorzuherrschen; das Verhältnis zwischen Thermotaxis und Phototaxis einerseits, und Chemotaxis andererseits ist noch ganz im Unklaren; dieses noch sehr vernachlässigte Feld der Physiologie verspricht späterer Forschung reichen Lohn.

Es bleibt noch die Frage, können wir in den Stigmata Homologa der Sehorgane der Metazoen sehen, und wenn ja, welche Thiergruppe stimmt in dieser Beziehung mit den Mastigophoren überein?

Schon von EHRENBURG¹ wurden die Augenpunkte der Infusorien den Augen der Daphnien und Cyclopiden homologisirt; während jedoch die spätere Forschung in dem Auge der letzteren eine verhältnismäßig große Komplikation erkannte, blieben unsere Kenntnisse über die Stigmata bis in neuester Zeit so ziemlich auf dem Standpunkte EHRENBURG'S, wodurch jeder Versuch einer Vergleichung beider Organe im Keime erstickt wurde. Erst KÜNSTLER² homologisirt das »Auge« der Flagellaten in jeder Beziehung mit den Sehorganen der Turbellarien, wie auch KLEBS³ »eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem Rotatorien- und Cyclopsauge« zugiebt.

Betrachten wir zuerst die Sehorgane der genannten Thiere näher, um sie dann mit den Stigmata vergleichen zu können.

Bei den Turbellarien besteht das entweder ein- oder mehrzellige Auge, wie dies aus den Untersuchungen J. CARRIÈRE'S⁴, — welche ich durch eigene Untersuchungen ebenfalls an *Polycelis nigra* bestätigen kann, — hervorgeht, im einfachsten Falle aus einer einzigen Zelle, »deren vorderer, peripherer Theil Pigment, deren centraler, oder axialer, den hyalinen Innenkörper abgeschieden hat«; zu diesen einfachen Organen führt ein Nerv, welcher vor dem Auge zu einem Ganglion anschwillt.

Diese Augen leiten durch die bei den Rhabdocölen vorkommen-

¹ CHR. G. EHRENBURG, Über die Entwicklung und die Lebensdauer der Infusionsthiere etc. Abhandl. der Berl. Akad. 1834. p. 12. — Dritter Beitrag zur Erkenntnis großer org. Ausbild. etc. Ibidem. 1833. p. 193. — Infusionsthierchen etc. p. 494.

² J. KÜNSTLER, Recherches sur la morphologie etc. p. 487.

³ G. KLEBS, Organisation einiger Flagellaten. Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen. Bd. I. p. 262.

⁴ J. CARRIÈRE, Die Augen von *Planaria polychroa* und *Polycelis nigra* Eb. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX. p. 160—174.

den höchst einfachen, jedoch mehrzelligen Augen¹, zu den Sehwerkzeugen der Rotatorien.

Diese noch wenig erforschten und weiterer Forschung noch ein weites Arbeitsfeld bietenden Augen schließen sich, wie ich nach meinen Untersuchungen an *Philodina erythropthalma*, *roseola*, *aculeata*?, *Notommata vermicularis*, *Monostyla lunaris*, *Euchlanis luna*, *Brachionus urceolaris* und Anderen mittheilen kann, in morphologischer Hinsicht am nächsten an die Stigmata der Mastigophoren an.

Diese Gebilde stellen nämlich rothe, in Ein- oder Mehrzahl vorkommende, immer scharf kontourirte, verschieden geformte Körper dar, welche entweder dem Gehirnganglion aufliegen, oder, wie bei *Stephanops* zu beiden Seiten des Körpers, jedoch immer dorsal situiert sind.

Sie bestehen ausnahmslos aus einer rothen Pigmentschicht, welche sowohl in chemischer, als auch morphologischer Hinsicht vollkommen mit der Pigmentosa der Mastigophoren übereinstimmt.

Diese in zahlreichen Fällen halbkugelig gebogene Pigmentschicht umschließt einen großen Krystallkörper, welcher entweder in der Einzahl, wie bei *Stephanops lamellaris*, *Monostyla lunaris*, und *Notommata vermicularis*², oder aber wie bei *Euchlanis luna*, *Philodina erythropthalma*, *roseola*, *aculeata*? etc. von kleinen, peripherischen Linsenkörperchen umgeben ist.

Interessant ist, dass auch die Augen mancher Räderthierembryonen, welche schon in einem frühen Entwicklungsstadium vorhanden sind, später aber schwinden — so dass sie bei dem ausgebildeten Thiere nicht mehr vorhanden sind —, dieselbe Struktur zeigen, wie die Augen der anderen Räderthiere; wie ich dies für die Larvenaugen von *Floscularia ornata* behaupten kann, welche aus einer grobkörnigen Pigmentosa und einem großen centralen, durch die Pigmentschicht halb verdeckten Linsenkörper bestehen.

Wir finden also manches Übereinstimmende zwischen den Augen der Rotatorien und den Augenflecken der Flagellaten, was jedenfalls, da die Bedeutung des Räderthierauges außer allem Zweifel steht, dafür spricht, in den Stigmata physikalisch zur Lichtempfindung geeignete Organe zu betrachten.

In mancher Hinsicht übereinstimmend scheint mir auch das

¹ Cf. L. v. GRAFF, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.

² Cf. diesbez. S. BARTSCH, Die Räderthiere etc. (Ungarisch.) p. 32. Diese Augenverhältnisse bedürfen den widersprechenden Angaben LEYDIG'S und DUJARDIN'S zufolge noch weiterer Untersuchungen.

Turbellarienaugē gebaut zu sein. Wir können dieses Organ auf eine Zelle zurückführen, welche durch theilweise Modifikationen zur Licht-perception geeignet wurde. Der tiefgreifende wichtige Unterschied zwischen den Augen dieser Würmer und den Stigmata der Mastigophoren beruht meiner Meinung nach darin, dass die Linsenschicht bei den letzteren nicht ein Sekret der Pigmentosa, sondern ein Produkt des Stoffwechsels, Paramylon, respektive Amylon ist, welches sich auch an anderen Stellen des Körpers bilden kann; dass wir die Stigmata der Mastigophoren immer mit Linsenkörpern versehen finden ist nun eine Folge des Kampfes ums Dasein, in welchem die mit, originell vielleicht nur zufällig Linsenkörperchen enthaltenden Stigmen versehenen Individuen durch höhere Lichtempfindung, also besseres Sehen den Platz behaupteten; die Linsenkörper der Würmer dagegen sind im Laufe der phylogenetischen Entwicklung geerbte, und nicht originell, neu erworbene Bestandtheile des Auges, dessen Linsenkörper ein Sekret der Pigmentosa ist.

Darin, und in dem Umstande, dass die Augen der Turbellarien und Rotatorien auch im ungünstigsten Falle immer wenigstens den morphologischen Werth einer Zelle besitzen, während die Stigmata ausnahmslos Zellenorgane sind, liegt der morphologische Unterschied beider Differenzirungen; die Funktionen beider Organe sind jedoch gleich, auch das Sehen der Rotatorien und Turbellarien kann sich nur auf Wahrnehmung von Licht und Dunkel beschränken. Eben aus der gleichen Funktion erklärt sich die morphologische Ähnlichkeit, wie wir hierfür im Thierreiche zahlreiche andere Beispiele finden können.

Noch höhere Differenzirungen treten im Auge der Copepoden speciell der Cyclopiden auf.

Die Augen der letzteren¹ sind immer mehrzellig, und bestehen nach CARRIÈRE², »aus einem unpaaren, medianen, bauchständigen und zwei rückenständigen, kugeligen Theilen, deren jeder von einer Anzahl durchsichtiger, stark lichtbrechender Zellen und einer großen schalenförmigen Pigmentplatte, in welcher die ersteren Zellen eingesetzt sind, gebildet wird«. Weiter auftretende Differenzirungen sind Wölbungen der Cuticula über dem Augenbulbus, welche eine Cornea darstellen, und eine Hülle, welche das ganze Auge umgiebt und Bindegewebe-fasern und Muskeln enthält, mit deren Hilfe das Auge bewegt werden kann, wie z. B. bei *Diaptomus* oder *Temora*³, eine Einrichtung, welche an das zusammengesetzte Auge der Cladoceren erinnert.

¹ Vgl. C. CLAUS, Die freilebenden Copepoden etc. Leipzig 1863. p. 44—52.

² J. D. CARRIÈRE, Sehorgane etc. p. 177.

³ C. CLAUS, op. cit. p. 45. — Cf. J. DADAY, Monographia Eucopepodorum etc. Budapest 1882. p. 159.

Ich will noch hinzusetzen, dass nach meinen Untersuchungen an *Cyclops ornatus* und *C. phaleratus*, die Pigmentbecher von einer netzigen Protoplasmamasse gebildet werden, in welcher kleine, rothe Pigmentkörner eingelagert sind¹.

Eben so sind auch die Pigmentbecher der Naupliusformen gebaut. Innerhalb jedes Pigmentbechers finden sich hyaline Sehzellen mit großem ovalen Kerne; über diese wölbt sich endlich die stark lichtbrechende Cornea.

Die Sehorgane der Cyclopiden stehen bezüglich ihrer Komplikation gegenüber den Flagellaten, aber auch den Rotatorien, auf einer hohen Stufe der Organisation; sie haben mit den Lichtempfindungsorganen dieser gar keine Homologitäten, wie dies die älteren Forscher und neuerdings KLEBS annahmen, als vielleicht die gleiche Struktur der Pigmentschicht und deren noch zweifelhafte chemische Übereinstimmung.

Es blieben nur noch einige Worte über das Auge der Cladoceren, speciell der Daphniden s. str., in welchen ältere Forscher, wie EHRENBURG, ein Homologon der Stigmata erblicken wollten, es ist überflüssig nochmals zu betonen, dass zwischen diesen Gebilden keinerlei Übereinstimmung herrscht.

Das originell paarig angelegte Daphnia-Auge² ist hoch organisirt, seine Krystallkegel, Retinulae, Rhabdome, sein besonderes Ganglion opticum, von welchem die Nervenfasern an die Retinulae treten, seine Muskeln etc., all dies weist mehr auf das Fächerauge der Arthropoden, als auf das einfachste Camera obscura-Auge der niederen Würmer. Mehr Beziehungen zu dem Cyclopsauge hat das sogenannte Nebenaug, welches von LEYDIG³ den oberwähnten Gebilden gleichgestellt wird, aber weder dieses, noch das eigentliche Auge der Daphniden zeigt nicht einmal in der Ausbildung der Pigmentosa auch nur entfernte Ähnlichkeit zu den einfachsten Sehorganen der Mastigophoren.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Stigmata der Flagellaten sind die einfachsten Sehorgane und bestehen aus einer plasmatischen, feinmaschigen Grundsubstanz, in welche zahlreiche, öltartige, rothe Körnchen eingelagert sind (Pigmen-

¹ Worauf auch G. KLEBS (Organisation, p. 262) hingewiesen hat. Neue Untersuchungen sind auch in dieser Hinsicht höchst wünschenswerth.

² cf. DADAY, Crustacea Cladocera Faunae Hungaricae. 1888. p. 45—47.

³ F. LEYDIG, Naturgeschichte der Daphniden. 1860. p. 36—41. — Vgl. auch D. CARRIÈRE, Sehorgane etc. p. 172—174.

tosa), und aus entweder einem oder einigen bis zahlreichen stark lichtbrechenden, bei den Euglenoideen aus *Paramylum*, bei den übrigen Mastigophoren aus *Amylum* bestehenden Körnchen, welche meist regelmäßig, zuweilen jedoch regellos gruppiert eine Sonderung in größere, centrale oder acentrale Krystall- und kleinere immer zahlreiche Linsenkörper erlauben. Die größeren Körnchen liegen meist in der Pigmentosa eingebettet, oder durchsetzen dieselbe, die kleinen Linsenkörper liegen der Pigmentosa auf.

Außer diesen Stigmata können wir auch solche unterscheiden, welche aus einem größeren Amylonkorn, und einer dasselbe allseitig umhüllenden Pigmentosa bestehen; derartige Stigma sind die Regel bei den Chlamydomonaden, Volvocineen, Dinobryineen und wahrscheinlich Chrysomonaden, sowie bei den farblosen Formen, eine Ausnahme bildet bisher *Pandorina morum*.

Bei den Flagellaten dienen die Stigmata zur Lichtempfindung; der Krystallkörper concentriert das Licht, auch die Linsenkörper dienen zur Concentration der Lichtempfindung; die Pigmentosa ist nicht nur eine lichtabsorbirende, sondern auch lichtempfindende Schicht.

Die Stigmata dienen außer der Lichtwahrnehmung auch noch zur Wärmeempfindung; die Wärmeeinwirkung bringt thermotaktische Bewegungen hervor; dieselben äußern sich entweder als Thermophilie oder Thermophobie.

Die Augen der Turbellarien und Rotatorien sind keine Homologa der Stigmata, sondern die äußerliche Ähnlichkeit beider Differenzirungen wird durch die gleichen Funktionen bedingt; noch viel weniger ist eine Vergleichung mit den Augen der Harpactiden und Cladoceren statthaft.

Die sogenannte »Mundleiste« mancher Monaden ist wahrscheinlich bei sämtlichen dieses Organ besitzenden Mastigophoren, so auch bei *Oikomonas* aus stark lichtbrechenden Körnchen zusammengesetzt; die eigentliche Funktion ist bis jetzt noch zweifelhaft, gewiss ist nur, dass sie keine specificirte Lichtempfindungsorgane sind.

Budapest, den 3. November 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Sämtliche Figuren sind nach der Natur, bei — wo nicht anders angegeben — 650 facher Vergrößerung gezeichnet. Die Cuticularstreifen sind, um die Deutlichkeit des Bildes nicht zu stören, meistens nicht angegeben.

Fig. 1. *Euglena acus* Ehrb. Ausnahmefall, in welchem das Pyrenoid hoch über den Vacuolen liegt.

Fig. 2. *Euglena spirogyra* Ehrb. Von der Seite gesehen; die halbkugelige, dem Sinus anliegende Pigmentosa enthält nur einen Krystallkörper.

Fig. 3. *Euglena Ehrenbergii* Kl. Von der Seite gesehen. Der außerordentlich große Augenfleck lässt deutlich die großen Pigmentkörnchen der Pigmentosa, sowie den kleinen centralen Krystallkörper erkennen.

Fig. 4. *Phacus pyrum* Stein. Der Augenfleck zeigt einen excentrischen Krystall und vier unregelmäßig gelagerte Linsenkörper.

Fig. 5. *Eudorina elegans* Ehrb. Ein Individuum der Kolonie von der Seite gesehen. Das abnorm große Stigma besteht nur aus einem großen Krystallkörper und einer kugeligen Pigmentosa.

Fig. 6. *Pandorina morum* Ehrb. Halbschematisch. Das Stigma wird durch die halbkugelige Pigmentosa, welche den großen Krystallkörper nur an seinem unteren Theile umschließt, gebildet.

Fig. 7. *Chlorogonium euchlorum* Ehrb. 800fach vergr. Das stäbchenförmige Stigma liegt etwas oberhalb des Pyrenoides.

Fig. 8. *Phacus longicauda* Duj. Das viereckige Stigma lässt einen centralen Krystall- und fünf seitliche Linsenkörper erkennen.

Fig. 9. *Lepocinclis ovum* Stein. Das große Stigma ist eine runde, gebogene Scheibe mit drei Paramylonkörnchen.

Fig. 10—17 bei 650facher Vergr., Fig. 18—24 bei 800facher Vergr. gezeichnet. Sämtliche Abbildungen sind aus zahlreichen Zeichnungen kombinirt.

Fig. 10. *Euglena oxyuris* Schmarada. Von der Seite gesehen. Der gekrümmte Stigmenkörper lässt sieben Paramylonkörnchen erkennen.

Fig. 11. *Volvox Globator* Ehrb. Nach einem Präparate Prof. Dr. Géza Ertz's. Ein Individuum des Coenobiums von der Seite gesehen, mit dem kleinen kugeligen Stigma.

Fig. 12. *Chlamydomonas obtusa* A. Br. Die mit zahlreichen Pyrenoiden versehene Form, mit einem langgestreckten Stigma.

Fig. 13. *Polytoma uvella* Ehrb. Im Vorderende liegt der beinahe schwarzpurpurne, kugelige Augenfleck.

Fig. 14. *Lepocinclis obtusa* Franzé. Das große Stigma lässt zahlreiche, der Pigmentosa aufliegende, regellos zerstreute Linsenkörper erkennen.

Fig. 15. *Chlorogonium euchlorum* Ehrb. Microzoid mit sehr tief liegendem Stigma.

Fig. 16. *Oikomonas termo* Ehrb. Mit einem Faden angeheftetes und mit Collar versehene Individuum. Die Mundleiste lässt deutlich die Zusammensetzung aus Körnchen erkennen.

164 Rudolf Franzé, Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren.

Fig. 17. Stigma von *Trachelomonas volvocina* Ehrb. mit der feinkörnigen Pigmentosa und dem centralen Krystallkörper.

Fig. 18. Stigma von *Euglena viridis* Ehrb. Typische Form.

Fig. 19. Stigma von *Euglena viridis* Ehrb. mit einwärts liegenden Linsenkörperchen.

Fig. 20. Stigma von *Euglena velata* Klebs.

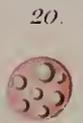
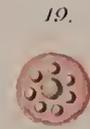
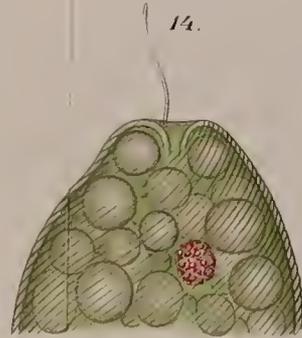
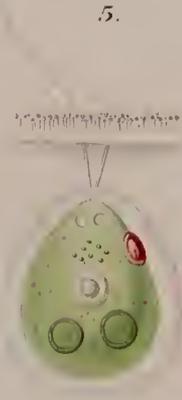
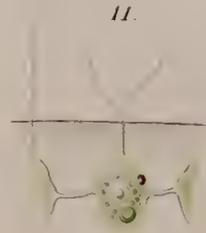
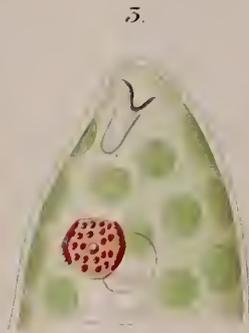
Fig. 21. Stigma von *Euglena acus* Ehrb. in der Seitenansicht; der Krystallkörper ragt zu beiden Seiten über die Pigmentosa hervor.

Fig. 22. Stigma von *Euglena deses* Ehrb. Der Krystallkörper liegt der Pigmentosa auf.

Fig. 23. Stigma von *Euglena viridis* Ehrb. Die Linsenkörper sind stäbchenförmig.

Fig. 24. Stigma von *Euglena velata* Kl. Die Linsenkörper liegen der Pigmentosa ganz regellos an.

Fig. 17—24 sind halbschematisch gehalten.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Franze Rudolf H.

Artikel/Article: [Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. 138-164](#)