

2 B  
K.T.

Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

---

Jahrgang 1911. 4. Abhandlung.

---

# Studien über Euglena Ehrenbergii, insbesondere über die Körperhülle

von

Clara Hamburger  
in Heidelberg

---

Mit 1 Tafel

Eingegangen am 21. Januar 1911

---

Vorgelegt von O. Bütschli



Heidelberg 1911  
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

# Sitzungsberichte

der

## Heidelberger Akademie der Wissenschaften

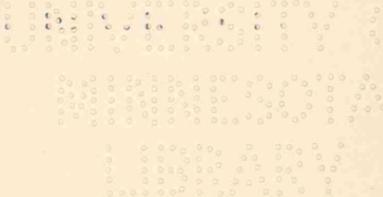
Stiftung Heinrich Lanz

Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Band II B

Biologische Wissenschaften

Jahrgang 1911



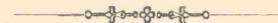
Heidelberg 1911

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

# Inhalt.

4. HAMBURGER, CLARA. Studien über Euglena Ehrenbergii, insbesondere über die Körperhülle. Mit 1 Tafel.
5. CAAN, ALBERT. Über Radioaktivität menschlicher Organe. Mit 5 Abbildungen und 1 Tafel.
6. COHNHEIM, OTTO, und GEORG MODRAKOWSKI. Zur Wirkung von Morphinum und Opiumpräparaten (Pantopon) auf den Verdauungskanal.
11. KÜHN, ALFRED, und W. VON SCHUCKMANN. Über den Bau und die Teilungserscheinungen von Trypanosoma brucei (Plimmer und Bradford). Mit 1 Tafel.
14. ARNOLD, JULIUS. Über die Resorption „vitaler“ Farbstoffe im Magen und Darmkanal. Mit 1 Tafel.
15. HALLER, B. Über den Großhirnmantel des Känguruh (Makropus rufus), eine Erklärung für das Fehlen des Balkens. Mit 2 Tafeln und 9 Textfiguren.
23. KLEBS, GEORG. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen.
28. BUDDENBROCK, W. v. Untersuchungen über die Schwimmbewegungen und die Statocysten der Gattung Pecten. Mit 9 Textfiguren.
30. COHNHEIM, OTTO. Zur Frage der Eiweißresorption III.
31. COHNHEIM, OTTO. Über den Gaswechsel von Tieren mit glatter und quergestreifter Muskulatur.
32. COHNHEIM, OTTO, und J. VON UEXKÜLL. Die Dauerkontraktion der glatten Muskeln.
38. NISSL, FR. Zur Lehre der Lokalisation in der Großhirnrinde des Kaninchens I.

Die in der obigen Aufzählung fehlenden Nummern sind Arbeiten aus dem Gebiete der mathematisch-physikalischen Wissenschaften und sind als Abt. II A in besonderem Bande vereinigt. Vom Jahre 1912 an zählen die mathematisch-physikalische Abteilung, sowie die biologische Abteilung ihre Arbeiten für sich fortlaufend.



JUL 1 '38 U OF M BINDER  
NOV 5 '31

Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

---

---

Jahrgang 1911. 4. Abhandlung.

---

---

# Studien über Euglena Ehrenbergii, insbesondere über die Körperhülle

von

Clara Hamburger  
in Heidelberg

---

Mit 1 Tafel

Eingegangen am 21. Januar 1911

---

Vorgelegt von O. Bütschli



Heidelberg 1911  
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

In folgendem möchte ich die Ergebnisse einiger Studien mitteilen, welche ich z. T. schon vor einigen Jahren angestellt habe, die aber auch heute noch nicht ganz abgeschlossen werden konnten, da das geeignete Material nicht immer zur Hand war und die Untersuchung zum Teil erhebliche Schwierigkeiten bot. Vor allem untersuchte ich *Euglena Ehrenbergii* KLEBS, welche wegen ihrer bedeutenden Größe besonders geeignet erscheint, obgleich sie sich nie in größeren Mengen findet, und auch nicht so verbreitet vorkommt wie zahlreiche andere namentlich die Häute bildenden Formen. — Ich fand stets nur eine beschränkte Anzahl von Individuen, die einzeln herausgesucht werden mußten. — Zur Ergänzung und Kontrolle untersuchte ich außerdem *Euglena viridis* EHRBG., *granulata* KLEBS und *Euglena spirogyra* EHRBG. und *deses* EHRBG.

Das Vorderende der Euglenen ist bekanntlich zu einem Trichter eingesenkt, der sich an seinem hinteren Ende zu der sogenannten Hauptvacuole oder Reservoir erweitert. Letztere ist von einer oder mehreren Nebenvacuolen umgeben.

Nach allen älteren Forschern soll die Hauptvacuole von dem Trichter durch eine dünne Plasmamembran vollständig geschieden sein. Erst WAGER hat im Jahre 1899 für *Euglena viridis* festgestellt, daß der Trichter in dauernder, offener Verbindung mit der Hauptvacuole oder dem Reservoir (wie wir es mit BÜTSCHLI [83—89] und WAGER [99] wohl richtiger nennen) steht.

Diese Befunde WAGERS erhielten eine Bestätigung durch die Ergebnisse STEUERS (03) an *Eutreptia Lanowi*, einer Euglenoide aus dem Canale grande bei Triest. Ich selbst kam bei *E. Ehrenbergii* und *granulata* zu Resultaten, die sehr mit denen der beiden eben genannten Beobachter übereinstimmen und kann dieselben noch in einigen Punkten erweitern.

Meine Untersuchungen wurden sowohl an lebenden Euglenen als an Schnittpräparaten angestellt; sie zeigten, daß die schmal trichterförmige Einsenkung des Vorderendes auch bei den

von mir untersuchten Arten in offener Verbindung mit dem sich anschließenden, blasenförmig erweiterten Reservoir steht (Fig. 1). Die Übergangsstelle von Trichter und Reservoir wird dorsal von dem gewölbten Augenfleck umfaßt (Fig. 1 u. 2A), der bei *E. Ehrenbergii* etwa die auf Fig. 5 dargestellte Form hat. Bis zu dieser Übergangsstelle erstreckt sich die äußere Körperhaut (Pellicula), welche die Wand des Trichters, nicht aber die des Reservoirs auskleidet (s. Fig. 1).

Das vordere oder orale Ende des Trichters sah ich am lebenden Tier von einem dunkleren Ring umzogen und auf Schnitten stets zwei entsprechende Durchschnitte durch dichteres, stärker färbbares Plasma (Fig. 1 S) an dieser Stelle.

Dieser dichtere Plasmaring scheint beim Öffnen und Schließen des Trichters, das man am lebenden Tier deutlich verfolgen kann, wie ein Sphincter zu wirken. STEUER und WAGER erwähnen hiervon nichts. Auch ich konnte den Ring nur bei *E. Ehrenbergii* auffinden, vermute aber, daß er auch den anderen Formen zukommt. Die Geißel, welche bei *Euglena Ehrenbergii* sehr kurz ist, durchzieht den Trichter als gleichmäßig dicker Faden, der sich beim Übergang in das Reservoir in zwei Äste spaltet, welche — sich kreuzend — das Reservoir durchlaufen und an seiner hinteren Wand sehr nahe beieinander in einem deutlich umschriebenen halbkreisförmigen, stark färbbaren Plasmabezirk (Fig. 1P) befestigt sind, in den ihre Enden sich zuweilen verfolgen lassen.

WAGER bildet nur auf zwei seiner Figuren etwas Ähnliches ab; auf den meisten seiner Bilder liegen die Geißelwurzeln entfernter von einander; das Plasma ist an diesen Stellen nicht besonders differenziert, was mit meinen Erfahrungen an *E. granulata* übereinstimmt. Die Verhältnisse bei *Eutreptia* — nach STEUER — scheinen sich denen von *E. Ehrenbergii* zu nähern, nur springt hier die dichtere Plasmamasse in das Lumen des Reservoirs vor.

Die Gattung *Eutreptia* hat im Gegensatz zu *Euglena* zwei Geißeln mit je einer Wurzel; man könnte sich daher vorstellen, daß *Euglena* schon einen Übergang zu zweigeißeligen Formen darstellt, die durch weitere Spaltung der zweiwurzelligen Geißel entstanden sind.

Die beiden Geißelwurzeln von *Euglena Ehrenbergii* und *granulata* unterscheiden sich, ebenso wie bei *Euglena viridis*

(nach WAGER), dadurch von einander, daß die eine kurz vor ihrer Vereinigungsstelle eine Verdickung zeigt, welche nach WAGER nur eine Anschwellung der Geißel selbst darzustellen scheint. Auf meinen Präparaten war diese Verdickung stets von halbmond- bis bohnenförmiger Gestalt (Fig. 1 und 10a. V.) und unterschied sich in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe sehr wesentlich von der Geißelsubstanz. Auf MALLORY-Präparaten z. B. färbt sich die Geißel mit Anilinblau, während die Verdickung leuchtend rot erscheint. Bei Haematoxylinfärbung nach HEIDENHAIN und Nachfärbung mit Säurefuchsin wird die Geißel rötlich und die Verdickung tief schwarz und zwar bei beiden von mir untersuchten Arten.

Es geht hieraus wohl hervor, daß die Verdickung chemisch von der Geißelsubstanz verschieden ist; daß sie der Geißel seitlich ansitzt und nicht nur eine Anschwellung von ihr ist, konnte man bei der größeren *E. Ehrenbergii* recht gut sehen; in einem Falle wurde jedoch auch bei *E. granulata* beobachtet, daß sich dieser Körper etwas losgelöst hatte, wodurch seine Selbständigkeit besonders deutlich hervortrat und es sich bestimmt zeigte, daß er der Geißel nur seitlich angelagert ist (Fig. 10a).<sup>1)</sup> Bei schwimmenden Tieren mit ausgestreckter Geißel liegt der bohnenförmige Körper etwa am Übergang des Trichters in das Reservoir und ist von dem Augenfleck zur Hälfte überwölbt, bei ruhenden Tieren zieht er sich mehr ins Reservoir zurück und liegt tiefer als der Augenfleck. Bei den lebhaft umherschwimmenden Formen (*Euglena viridis* und *E. granulata*) tritt dies deutlicher hervor als bei *E. Ehrenbergii*, welche sich nur träge am Boden hinbewegt. Daß seine Funktion zu der des Augenflecks in enger Beziehung steht, was auch WAGER annimmt, scheint sehr wahrscheinlich.

Das häufige Abwerfen der Geißeln, das für die meisten Euglenen so charakteristisch ist, scheint immer nur in der Weise zu geschehen, daß das aus dem Körper hervorragende Stück

---

<sup>1)</sup> Nach G. HAASE (10) soll *Euglena sanguinea* gleichfalls zwei Geißelwurzeln besitzen, welche jedoch beide mit je einer Verdickung versehen seien, und die Geißel selbst soll zwei Achsenfäden besitzen; ferner sollen sich die Wurzeln in den Körper hinein bis hinter den Kern verfolgen lassen, sich hier vereinigen und in einem Basalkorn enden. Bei den von mir untersuchten Arten ließ sich Derartiges nicht finden, trotzdem ich mir große Mühe gab, eine Fortsetzung der Geißelwurzeln ins Innere des Körpers zu finden. —

sich lostrennt, denn die sehr zahlreichen abgeworfenen Geißeln von *Euglena viridis* zeigten nie ein gespaltenes Hinterende.

Der Kern der *Euglena Ehrenbergii* ist von ellipsoidischer Gestalt und recht groß, etwa 40—45  $\mu$  lang, 20—30  $\mu$  breit, von einer deutlich sichtbaren Membran umgeben. In seiner Mitte liegen ein, meist mehrere Caryosome, welche Vacuolen enthalten, und von einem deutlich wabig gebauten Gerüst umgeben sind, in dessen Knotenpunkten kleine chromatische Körnchen eingelagert sind (Fig. 4). Nach Abtöten mit Jodalkohol und nachheriger Färbung mit saurem DELAFIELD'schem Haematoxylin treten im ganzen Plasma verteilt sehr kleine, aber zahlreiche sogenannte „BÜTSCHLI'sche Körnchen“ leuchtend rot hervor, bei *Euglena granulata* sind sie weniger zahlreich aber größer; der Kern dieser Art ist kugelig und enthält meist nur ein Caryosom; die Chromatinkörnchen sind relativ größer als bei *E. Ehrb.*, sonst ist der Bau der gleiche; auch hier ist eine Membran deutlich nachweisbar. — An in Jodalkohol konservierten Tieren zieht sich der Kontur des Kerns häufig in Zipfel aus, da diese Erscheinung bei in Sublimatalkohol konservierten und lebenden Tieren nicht zu beobachten ist, halte ich sie nur für eine Folge der Konservierung. Auch STEUER betont für *Eutreptia*, daß er nur an Eisenhaematoxylinpräparaten (die Konservierung ist nicht angegeben) derartige Bilder fand. Meine E. H.-Präparate zeigen nach Konservierung mit Sublimatalkohol einen runden Kern.<sup>2)</sup>

Die Paramylonkörner von *E. Ehrenbergii* erreichen zum Teil recht bedeutende Größe. Die lang stabförmigen, welche schon KLEBS (83) (neben den scheibenförmigen) beschreibt, erreichen bis 60  $\mu$  Länge; knieförmig gebogene fand ich gleichfalls, aber relativ selten.

Chemische Reaktionen wurden nur in beschränkter Zahl an gestellt; sie führten zu den gleichen Ergebnissen wie die von BÜTSCHLI (06) an *Euglena granulata*. Zum Studium des feineren Baus wurden die Körner in 20% Formalin oder Pankreatin zum Quellen gebracht; der schon von KLEBS (83) betonte geschichtete

<sup>2)</sup> G. HAASE beobachtete gleichfalls beide Kerngestalten; sie hält die Außenschicht der gelappten Kerne für Chromidien, nennt diese Individuen „Chromidialtiere“ und faßt sie als Depressionszustände auf. AWERINZEW hat 1907 eine ganz ähnliche Ansicht über den Kern von *Chilomonas paramacium* geäußert, indem er nur das Caryosom als Kern und die gelappte Außenschicht (im Gegensatz zu PROWAZEK und CALKINS) als Chromidien auffaßt.

Bau, sowie die von BÜTSCHLI (06) beschriebene spiralgige Art der Quellung der inneren Schichten war an den großen Körnern deutlich erkennbar (Fig. 3).

An den kleinen scheibenförmigen Chromatophoren ließ sich ein Pyrenoid bisher nicht mit Sicherheit feststellen. Ich konnte an mit Jodalkohol konservierten und mit Säurefuchsin gefärbten, isolierten Chromatophoren einen der Oberfläche der Chromatophoren anliegenden Körper sichtbar machen, der sich mit Säurefuchsin rot färbt (Fig. 11b. P.) und im Leben stark lichtbrechend erschien (Fig. 11a. P.); trotz seiner eigentümlichen Lage möchte ich ihn für ein Pyrenoid halten.

Von den äußerst charakteristisch gestalteten lappenförmigen Chromatophoren der *Euglena granulata*, deren Gestalt durch die Untersuchungen von SCHMITZ (84) bekannt ist, möchte ich nur erwähnen, daß die beiden Pyrenoide nach Färbung mit saurem DELAFIELD'schem Haematoxylin (kons. Jodalkohol) sehr schön leuchtend hellblau gefärbt erscheinen.

Die Haut der Euglenen hat KLEBS vergleichend untersucht. Ich habe hauptsächlich das Integument der *Euglena Ehrenbergii* zur Untersuchung verwendet, und werde das bei dieser Art gefundene daher zunächst schildern. Die Haut, oder besser gesagt Pellicula, der *E. Ehrb.* läßt sich durch Zerdrücken lebender Exemplare unter dem Deckglase sehr leicht von dem Plasmakörper trennen, welcher dabei herausfließt, so daß die glashelle Hülle zurückbleibt. Sie zeigt eine schon im Leben sehr deutliche schraubige Längsstreifung; an konservierten Individuen lassen sich die Streifen noch deutlicher hervorheben, da sie von Haematoxylin, Haemalaun, Dahlia, Gentianaviolett, Orcein etc. sehr stark tingiert werden, während die sie trennenden Zwischenstreifen sich gar nicht oder nur ganz schwach färben.

Die Gestalt der *E. Ehrb.* ist im ausgestreckten Zustande schmal, flach bandartig (zuweilen auch tordiert). Die Spiralstreifen (s. Fig. 7 S.), welche sich an dem hinteren Körperpole in einem Punkt vereinigen (Fig. 6), umziehen den Körper in steilen Windungen und senken sich vorn, wie erwähnt, in den Trichter hinein, um ebenso wie die Pellicula überhaupt am Übergang des Trichters in das Reservoir zu enden (Fig. 1x). Kontraktionen der Euglene rufen stets eine schraubige Drehung des Körpers hervor, dessen Gestalt nun etwa blattförmig ist. Die Abbildungen von STEIN (78) III, Taf. 21, Fig. 14—16, geben die am häufigsten

vorkommenden Gestaltsveränderungen sehr charakteristisch wieder.

Auf Querschnitten (Fig. 8a u. b) erscheint die Pellicula als eine relativ dicke, durchsichtige Haut, auf deren Oberfläche sich die im Querschnitt kreisrund erscheinenden dunkleren Spiralstreifen (S.) halbkreisförmig etwas erheben (s. Fig. 8b). Der Teil der Haut zwischen den Spiralstreifen (die sogenannten Zwischenstreifen [Z]), erscheint in der Flächenansicht zunächst vollständig glashell und strukturlos. Bei starker Vergrößerung wird jedoch auch in den Zwischenstreifen eine zarte Struktur sichtbar, nämlich eine zarte Querstrichelung (Fig. 7b); sie ist nach meiner Vermutung wahrscheinlich ein Ausdruck der allgemein alveolären Struktur der Haut.

Mir scheint, daß auch KLEBS schon diese Struktur der Zwischenstreifen beobachtet hat, daß sie nämlich das von ihm beschriebene „zarte Querstreifensystem“ ist, welches nach ihm die Längsstreifen kreuzen soll, da ein den Spiralstreifen entsprechendes, sie kreuzendes zweites Streifensystem nach meinen Beobachtungen sicher nicht existiert. An Flächenschnitten durch die Haut, welche diese nicht immer in gleicher Höhe treffen, läßt sich ferner zeigen, daß die Zwischenstreifen auch in einer Höhe, in der die Spiralstreifen nicht mehr getroffen werden, durch zarte dunkle Linien von einander getrennt werden (Fig. 8c, x), die auch auf Querschnitten deutlich sichtbar sind (s. Fig. 8b u. c, x).

Eine Abbildung von KUNSTLER (89), Tafel 20, Fig. 1, gibt gleichfalls ein meinen Beobachtungen ähnliches Bild, doch ist seine Deutung der Verhältnisse, entsprechend seiner Anschauung über die Struktur des Protoplasmas, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, eine von der Meinigen sehr abweichende, und er selbst bemerkt zu dieser Figur, daß das Bild gewissermaßen ein Negativ seiner Beobachtungen darstelle, indem die hell dargestellten Partien eigentlich dunkel sein müßten und umgekehrt. Wie aus seiner Schilderung, S. 430ff., hervorgeht, hält er die Membran für dreischichtig. Die spiralgige Streifung sei der Ausdruck spiral angeordneter Balken, welche kleine, viereckige Höhlen (der mittelsten Wandschicht) seitlich begrenzen, die ihrerseits durch feine Querbälkchen von einander getrennt und selbst gleichfalls spiralgig angeordnet seien. (Siehe hierüber auch BÜTSCHLI, 1892, S. 119ff.) Seine Beschreibung der Haut von *Euglena Ehren-*

*bergii* (bei ihm unter dem Namen *Ambliophis viridis*) gebe ich zur näheren Erläuterung im Wortlaut wieder (S. 431):

„L'*Ambliophis viridis* . . . présente la disposition décrite avec une très grande netteté et la délicatesse la plus remarquable. Les séries de logettes toutes identiques ici, et les stries qui les séparent affectent généralement une disposition très oblique. Ce sont là de belles séries de rectangles sombres, séparés transversalement par de fins trabecules plus clairs; en même temps les bandes longitudinales, qui séparent ces séries entre elles, représentent une épaisseur remarquable.“

Wie wenig diese Schilderung den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, ergibt sich noch mehr, wenn man die Cuticula durch verschiedenartige chemische Einwirkungen in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt, worauf ich später zu sprechen komme.

KLEBS konnte über die chemische Natur der Euglenencuticula folgendes ermitteln:

Sie zeigt keine Cellulosereaktion, sondern ist eiweißhaltig und besteht aus zwei chemisch verschiedenen Stoffen, deren einer leichter färbbar, stark quellbar, sehr dehnbar und leicht verdaulich — also ein Eiweißstoff — ist; während der andere nicht färbbar, wenig quellende, nicht dehnbar und unverdaulich als „Membranstoff“ bezeichnet wird. Bei den verschiedenen Euglenenarten ist das Verhältnis dieser beiden Stoffe zu einander ein verschiedenes. *Euglena Ehrenbergii* nimmt etwa eine mittlere Stellung ein; d. h. ihre Membran enthält die beiden Stoffe in etwa gleicher Menge. Soweit KLEBS. — Von meinen eigenen Versuchen möchte ich zuerst über die mit Verdauungsflüssigkeiten berichten, da ich sie auch zur Kontrolle und Modifikation der anderen chemischen Reaktionen benutzt habe.

Ich verwandte hierzu:

1. Eine Lösung von: 3 g Pankreatin,  $\frac{3}{4}$  g Natriumkarbonat, 250 ccm Wasser, das zur Vermeidung von Fäulnis chloroformiert wurde.

2. Eine Lösung von: 0,1 g Pepsin in 150 ccm 0,3% Salzsäure.

Beide Flüssigkeiten wurden entweder für langsamere Einwirkung, bei Zimmertemperatur oder im Wärmeschrank bei 38—40° C. angewandt, und zwar an Euglenen, welche a) durch kurzes Erhitzen getötet oder b) an solchen, die unter dem Deckglase zerdrückt waren.

Das Verfahren a hatte den Vorteil, daß die Euglenen bei dem raschen Verdunsten des Wassers auf dem Objektträger festklebten, dagegen erschwerten ihre zahlreichen Inhaltskörper die Beobachtung, während sich dieser Übelstand bei der Methode b bedeutend vermindern ließ; hier war es jedoch störend, daß die Euglenen nicht festlagen und bei dem recht spärlichen Material das Wiederfinden nach Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit daher recht schwierig war.

Die Wirkung beider Flüssigkeiten war im wesentlichen die gleiche, nur trat die des Pankreatin etwas schneller ein.

Bei angetrockneten Euglenen hebt sich, nach 1—4stündiger Einwirkung der Pankreatinlösung bei 40°, die Haut vom Plasma ab; die Spiralstreifen erscheinen nicht mehr regelmäßig parallel, sondern eigentümlich verworren (Fig. 9a). Nach einigen weiteren Stunden umgeben die Streifen perückenartig die noch zusammengelagerten Chromatophoren und Paramylonkörner, sowie den noch erhaltenen Augenfleck; sie sind nun am vorderen und hinteren Körperende miteinander verbunden, sonst aber völlig isoliert (Fig. 9b); bei noch weiterem Einwirken der Verdauungsflüssigkeit sind sie ganz voneinander getrennt.

Untersucht man diese Streifen mit starken Vergrößerungen (am besten nach Färbung mit DELAFIELDS Haematoxylin, Gentianaviolett, Dahlia etc.), so erkennt man, am ersten Tage der Verdauung, stark gefärbte Fäden, welche schraubig von einem schwächer gefärbten, aber deutlich sichtbaren Band umgeben sind, aus dem sie nur an den Enden hervorragen (Fig. 13a u. b). Die Frage, in welcher Weise die Verdauung vor sich geht und welche Bestandteile der Haut zunächst verdaut werden, ist nicht ganz leicht zu beantworten; man kann der Lösung dieser Frage nur näher kommen, indem man die Verdauung möglichst oft unterbricht und auf diese Weise recht viele verschiedene Verdauungsstadien zu verfolgen vermag.

Nach meinen Erfahrungen scheint die Verdauung so vor sich zu gehen, daß innerhalb der die Zwischenstreifen sondernden dunkleren Grenzlinien, welche schon auf Seite 8 erwähnt wurden (s. auch Fig. 8c, x) zuerst eine Auflösung eintritt (s. Fig. 8b, Linie a—b). Auf diese Weise wird dann je ein Spiralstreifen mit dem ihm einerseits anhängenden Zwischenstreifen isoliert. Durch Quellung nimmt der Zwischenstreifen ovale Gestalt an, so daß nun der optische Querschnitt eines solchen isolierten

Zwischenstreifens das in Fig. 13e dargestellte Bild zeigt, auf dem man ferner erkennt, daß der Spiralstreif der Wand des Zwischenstreifs an- oder eingefügt erscheint.

Diese Verhältnisse treten sehr deutlich hervor, wenn man 2—3 Stunden verdaute Häute vorsichtig auswäscht und dann durch langsames Hinzufügen von DELAFIELDS Haematoxylin mehrere Stunden färbt. Der Spiralstreifen nimmt dann eine intensiv weinrote Farbe an, der Zwischenstreifen wird weniger und mehr blau gefärbt. Er zeigt sehr häufig eine recht deutliche alveoläre Struktur, indem er aus einer Längsreihe von Alveolen zusammengesetzt erscheint, deren Grenzwände identisch sind mit den früher beschriebenen zarten Querstreifen der Zwischenstreifen. Der äußere Rand der Zwischenstreifen, an dem die Verdauung begann, macht meist einen etwas zerfranzten bis körnigen Eindruck (Fig. 13c). Bei weiter vorgeschrittener Verdauung färben sich die Zwischenstreifen schwächer, lösen sich manchmal auch los (Fig. 13d) und schwinden immer mehr (Fig. 14), bis endlich nur die Spiralstreifen zurückbleiben, die, wie es scheint, der Verdauung völlig widerstehen. — Nach dem Verhalten in Pepsin und Pankreatin war zu vermuten, daß die Substanz der Zwischenstreifen eine eiweißartige sei; es wurde daher auch ihr Verhalten gegen Schwefelsäure untersucht. Merkwürdigerweise stellte sich hierbei heraus, daß konz. (89%) Schwefelsäure ebenso wie 50%ige (kalt angewendet) die Häute scheinbar ganz unverändert lassen, die 89%ige blieb auch nach 8—10stündiger Einwirkung bei einer konstanten Temperatur von 58° ganz ohne Wirkung, während die 50%ige bei dieser Temperatur schon nach ½ Stunde eine sehr merkwürdige Veränderung der Haut herbeiführte. Die Einwirkung scheint hier von der gleichen Stelle auszugehen wie bei der Verdauung. Es entwickelte sich nun aber ein Bild (Fig. 15), welches nur so zu deuten war, daß die Spiralstreifen unter der Einwirkung der Säure sich längs gespalten haben, so daß jeder Zwischenstreifen rechts und links von einer Hälfte des gespaltenen Fadens eingesäumt erscheint; indem nun der so isolierte Zwischenstreifen sich in der Weise einrollt, daß seine beiden äußeren Kanten zusammenstoßen, entstehen Bänder, welche den durch Verdauung gewonnenen sehr ähneln, obgleich ihre Entstehung eine völlig andere ist. Ein Urteil läßt sich auch hier nur gewinnen, wenn man den Prozeß zu möglichst verschiedenen Zeiten unterbricht, um so die all-

mähliche Veränderung der Haut zu beobachten. Bei Untersuchung in der Schwefelsäure kann man zunächst nichts erkennen; es ist hierzu nötig, die Häute in Wasser sorgfältig auszuwaschen und mit Haematoxylin zu färben. Nach  $\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkung der Schwefelsäure findet man alle Übergänge von noch völlig intakter Haut bis zu isolierten, eingerollten Streifen (Fig. 15). — Nach sechs Stunden sind nur noch sehr zarte Fäden mit einigen wenigen ihnen anhaftenden Tröpfchen vorhanden. Ich halte diese Fäden für den Rest der Spiralstreifen; die feinen Tröpfchen sind vermutlich die letzten Spuren der Zwischenstreifen. Ich konnte nämlich beobachten, daß mit Trypsin vorbehandelte Häute, nach Auswaschen in Wasser und Behandlung mit Schwefelsäure von 50%, bei 58° die gleichen Bilder ergaben. Mir ist der ganze Vorgang vorerst wenig verständlich und besonders die Spaltung der Spiralstreifen erscheint recht sonderbar; nach den gewonnenen Bildern läßt sich der Vorgang aber einstweilen kaum anders deuten.

Wie vorher erwähnt, bleiben die Häute in 89% Schwefelsäure (kalt angewendet, sowie bei 58°) scheinbar ganz unverändert; ich wandte die erstere an, um Protoplasma, Chlorophyll und Paramylonkörner zu entfernen, welche sich darin schnell lösen, und erhielt so sehr schöne, reine Häute, welche zur Verfolgung der Verdauungsvorgänge besonders geeignet erschienen. Sonderbarer Weise aber hatten Pankreatin und Pepsin nun nicht mehr die geringste Wirkung. Die Häute blieben auch weiter unverändert; die vorher verdauliche Substanz der Zwischenstreifen war anscheinend durch Einwirkung der konzentrierten Schwefelsäure in eine unverdauliche übergeführt worden. — Wurden die Euglenahäute (auf dem Objektträger) in konzentrierter Schwefelsäure über dem MENDEL-SOHN'Schen Brenner gekocht, so trat zuerst Bräunung und endlich braune vollständige Auflösung ein.

Von Eiweißreaktionen schienen nur die Farbenreaktionen einige Aussicht auf Erfolg zu bieten, da sie bei wenig Material am leichtesten kontrollierbar sind.<sup>3)</sup> Löst man Bleiacetat in Natronlauge und erwärmt die auf dem Objektträger festgetrockneten Häute hierin längere Zeit auf dem Wasserbade, so tritt Braun-

<sup>3)</sup> Herr Geh. Rat KOSSEL war so freundlich, mich hierauf aufmerksam zu machen und mir die folgenden Reaktionen vorzuschlagen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke.

färbung ein. Läßt man Glyoxylsäure mit Schwefelsäure auf dem mit leeren Häuten beschickten Objektträger einige Zeit digerieren, so tritt eine zarte Violettfärbung ein. —

Die MILLON'sche Reaktion versagte ganz und auch die übrigen angewandten gaben, da die Reaktionen hier nur bei stärkster Vergrößerung sichtbar zu machen sind (Ocul. 12, Obj. 2 mm) und dann recht zart erscheinen, nicht genügend befriedigende Resultate.

In Essigsäure von 35% quillt die Haut nicht; ebenso verhält sie sich gegen Kalilauge recht indifferent; sie bleibt in einer Lauge von 35%, selbst bei 24stündigem Erwärmen auf 58°, unverändert. Von schwachen Laugen erwies sich die 5%ige als am wirksamsten; sie rief Quellung der Zwischenstreifen hervor. —

Weder mit Jodjodkalium und Schwefelsäure, noch Kupferoxydammoniak konnte Cellulosereaktion erzielt werden.

Die Versuche ergaben also — übereinstimmend mit KLEBS —, daß die Haut der *Euglena Ehrenbergii* keine Cellulosereaktion zeigt, und daß sie aus zwei verschiedenen Substanzen besteht, von denen eine leicht verdaut wird, während die andere der Verdauung widersteht.<sup>4)</sup>

Nach KLEBS scheinen aber diese beiden Substanzen auf das Innigste voneinander durchdrungen zu sein, so daß sie nur chemisch, nicht aber morphologisch voneinander trennbar sind. Nach den oben mitgeteilten Versuchen hatte ich dagegen den Eindruck, daß die Spiralstreifen von den Zwischenstreifen chemisch und morphologisch und, wie ich weiterhin zeigen will, wohl auch physiologisch zu unterscheiden sind.

Daß die Substanz der Zwischenstreifen den Eiweißstoffen im allgemeinen zugerechnet werden muß, scheint doch immerhin sehr wahrscheinlich — wenn sie vorerst auch schwer einer be-

<sup>4)</sup> Außerdem bestätigen meine Versuche mit *Euglena viridis*, *E. spirogyra* und *E. deses* die Ansicht von KLEBS, daß die Membranen der Euglenaceen in ihrem chemischen Verhalten eine fortschreitende Reihe darstellen, an deren einem Ende *Euglena viridis* steht, deren Membran sich in Schwefelsäure schon bei geringem Erwärmen leicht löst und sich sehr schnell verdauen läßt, während *Euglena Ehrenbergii* schon zu den Vertretern der Gattung *Phacus* überleitet (welche nach KLEBS sowohl der Schwefelsäure als auch den Verdauungsflüssigkeiten gegenüber sehr widerstandsfähig sind, was ich leider nicht Gelegenheit hatte zu untersuchen). — Ferner ergaben sie eine fortschreitende Entwicklung der Spiralstreifen und ihrer Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse.

stimmten Gruppe einzuordnen ist —; obgleich das angegebene eigentümliche Verhalten: ihre Verdaubarkeit nach Vorbehandlung mit konzentrierter Schwefelsäure einzubüßen, unter den bekannten Proteinen kein Analogon findet, vielmehr eher an Cellulose erinnert.

Die Substanz der Spiralstreifen, welche sich durch ihre große Unlöslichkeit auszeichnet, erinnert vielleicht an gewisse Albuminoide, etwa Keratin und Elastin, soweit sich nach den unter dem Deckglas angestellten Reaktionen etwas darüber aussagen läßt.

Die Frage nach der funktionellen Bedeutung der Spiralstreifung der Euglenen wurde von verschiedenen Forschern in sehr verschiedener Weise beantwortet.

KLEBS (83, p. 15) wendet sich gegen die Ansicht von STEIN (78), welcher die Streifen für „den Muskelfasern höherer Tiere analoge Bildungen“ hält. Daß die Kontraktion des Körpers nicht von den Streifen bewirkt werde, gehe schon daraus hervor, daß die Kontraktion dann immer eine Torsion des Körpers zur Folge haben müßte, und außerdem die Streifen um so mehr ausgebildet sind, je weniger metabolisch die Formen sind. Doch spricht sich KLEBS über die mögliche Funktion der Streifen nicht weiter aus.

BÜTSCHLI (83—89) wendet sich gleichfalls gegen die Ansicht STEINS und bekämpft noch besonders dessen Annahme, daß sich die Streifen unter der Cuticula im Ectoplasma befinden sollen; eine von PERTY (52) geäußerte Meinung, daß sie den Spiralverdickungen gewisser Pflanzenhäute vergleichbar seien, erscheint ihm bedeutend plausibler.

KHAWKINE (86) schließt sich der Ansicht STEINS im wesentlichen an; er sagt, p. 325:

„Ainsi il parait, que chez les Euglènes et les Astasies les forces musculaires sont concentrées dans un système de fibrilles qui chez les unes présentent une combinaison de fibrilles annulaires et longitudinales, chez les autres seulement un de ces systèmes.“

DELAGE (96) widerspricht diesen Angaben in seiner Zoologie concrète, p. 305. Er nimmt an, daß das Cytoplasma, und sehr wahrscheinlich das Ectoplasma, Sitz der Kontraktion seien, doch könne man eigentlich kontraktile Elemente wie bei den Infusorien nicht unterscheiden und die Streifen des Ectoplasmas hätten jedenfalls mit der Kontraktion des Körpers nichts zu tun.

Nach WAGER (99) beruht die Gestaltsveränderung der *Euglena* bis zu einem gewissen Grade auf der Elastizität der Zellwand; die Streifen der Zellwand seien vollständig unbeteiligt bei der Kontraktion.

Nach meinen Erfahrungen halte ich es für wahrscheinlich, daß die Spiralstreifen die elastischen Elemente der Haut sind, welche den helleren Zwischenstreifen, die kontraktiler Natur zu sein scheinen, als Antagonisten dienen und gleichzeitig ein äußeres Skelet der Zelle bilden.

Diese letztere Ansicht nähert sich der PERTY-BÜTSCHLI'schen, und sie ist, wie ich erst nachträglich ersehe, auch von KOLTZOFF (06) schon als Beispiel für seine Theorie der Zellgestalt — jedoch ohne nähere Untersuchung der Verhältnisse — kurz geäußert worden, auf welche ich später noch zurückkomme. Eine Stütze meiner Auffassung bilden die KLEBS'schen Untersuchungen, die ich in dieser Beziehung bestätigen konnte, welche zeigen, daß bei den am meisten metabolischen Arten, wie *Euglena viridis*, diese Spiralstreifen am wenigsten ausgebildet sind und ihre Entwicklung sich durch die Reihe der Euglenen steigert, bis sie bei den starren Phacusarten ihre höchste Ausbildung erreichen. Sie haben hier ihre Elastizität nahezu ganz eingebüßt und sind zu mehr oder weniger starren Skeletelementen der Haut geworden. — Schauen wir uns nach anderen, ähnlichen Zellbestandteilen um, so werden wir sofort auf die in den letzten Jahren sich immer mehr häufenden Angaben über elastische Zellbestandteile hingewiesen, welche zum Teil gleichzeitig die Funktion eines Skelets für das sie umgebende Plasma übernehmen. Vor allem gehören hierher die Geißeln der Flagellaten, mit denen die größeren Spirochaeten (nach BÜTSCHLI [02]) eine gewisse Analogie des Baues zeigen, ferner die Cilien der Infusorien (nach SCHUBERG [05]). Vor allem aber ist auf die sehr interessanten und geistvollen Untersuchungen von KOLTZOFF (06 u. 08) an Spermatozoen hinzuweisen, welche es sehr wahrscheinlich gemacht haben, daß in allen Fällen, wo die Gestalt einer Zelle oder eines Zellorgans von der kugeligen abweicht, elastische Fasern eine wichtige Rolle spielen.

Schon die morphologische Übereinstimmung eines durch Verdauung isolierten Spiralfadens (Fig. 13a u. b) mit einer Geißel (Fig. 12a) und einer Spirochaete ist überraschend. Ein Vergleich obiger Figuren mit Fig. 29, Taf. II, bei BÜTSCHLI (1896) von

*Spirochaeta serpens* zeigt dies deutlich, und ich möchte betonen, daß die BÜTSCHLI'sche Photographie der *Spirochaeta* das Bild des Fadens, wie ich ihn nach Färbung mit DELAFIELD'schem Haematoxylin häufig beobachten konnte, bedeutend naturgetreuer wiederzugeben scheint, als es mir durch Zeichnen möglich war, so daß ich bei Betrachtung meiner Präparate aufs lebhafteste daran erinnert wurde.

Für die Geißeln und Cilien liegen verschiedene Beobachtungen vor, welche es außer Zweifel setzen, daß ein elastischer Achsenfaden vorhanden sei. BÜTSCHLI sagt 1902, S. 51, hierüber:

„Es ergab sich an nach LÖFFLER gefärbten Trockenpräparaten, daß sich ein Achsenfaden in den Geißeln (speziell von *Euglena*) erkennen läßt, der in schraubigen Touren von einer alveolären, feinen Hülle umzogen wird, ganz ähnlich wie der Zentralkörper der Spirillen oder fast ebenso wie der von Spirochaete von der alveolären, plasmatischen Hülle.“ — Und einige Zeilen weiter: „Physiologisch vermute ich, daß der Achsenfaden als elastischer Bestandteil funktioniert, die plasmatische schraubige Hülle dagegen das Kontraktile darstellt usw.“<sup>5)</sup>

Ich kam durch eigene Untersuchungen der Geißeln von *Euglena viridis* und *E. granulata* zu übereinstimmenden Resultaten. Besonders geeignet erschienen mir neben LÖFFLER'schen Präparaten solche, die nach Abtöten mit Osmiumsäure mit DELAFIELD'schem Haematoxylin oder nach GIEMSA (lange Einwirkung) gefärbt waren. Die Ähnlichkeit dieser Geißelpräparate mit den isolierten Spiralfäden wird noch dadurch erhöht, daß hier wie dort ein vom alveolären Saum freies Endstück hervorragt (Fig. 12 u. 13). Für die Geißeln (Fig. 12a, b) ist dieses freie Endstück, welches das Vorhandensein eines Achsenfadens vermuten ließ, schon wiederholt beschrieben worden. (Siehe hierüber SCHUBERG [05] und

---

<sup>5)</sup> Neuerdings (ZÜLZER 10) wird dieser Zentralkörper der Spirochaete als elastischer Achsenfaden aufgefaßt, und auch auf seine Unlöslichkeit in Trypsin hingewiesen (über die Unverdaulichkeit des Zentralkörpers der Cyanophyceen hat BÜTSCHLI schon 1890 berichtet); worauf die Verfasserin ihre Ansicht begründet, daß dieser Zentralkörper nur als elastisches Element funktioniert und die roten Körnchen die Kernelemente darstellen, geht aus der kurzen vorliegenden Mitteilung nicht deutlich hervor. Zunächst spricht die Löslichkeit der letzteren in Trypsin (welche M. ZÜLZER im Gegensatz zu BÜTSCHLI annimmt) eher dagegen als dafür, während die Unlöslichkeit des ersteren dafür spricht, ihn als chemisch der Kernsubstanz verwandt zu betrachten.

PROWAZEK [10].) Für die Cilien der Infusorien wurde es von SCHUBERG (05) zuerst nachgewiesen und damit auch für diese Flimmerorgane ein Achsenfaden gesichert. SCHUBERG hat in seiner Arbeit ausführlich auf die große Übereinstimmung der verschiedenen Flimmerorgane, sowie auf ihre Beziehungen zu den Pseudopodien hingewiesen und auch die hierhergehörige Literatur ausführlich zitiert, so daß ich auf seine Ausführungen verweisen kann. Ich möchte nur noch einige von mir an Pseudopodien von Actinosphaerium und den Geißeln von Euglenen angestellte Versuche erwähnen, welche die nahen Beziehungen aller dieser Protozoenorganellen zueinander noch weiter illustrieren. —

Mit Actinosphaerium stellte ich Verdauungsversuche an und konnte beobachten, wie das die Achsenfäden der Pseudopodien umfließende Protoplasma zuerst verdaut wurde, so daß der nackte Achsenfaden zurückblieb, der allerdings nach einiger Zeit gleichfalls aufgelöst wurde, sich aber immerhin im Vergleich zum Protoplasma als resistenter erwies. Verdauungsversuche mit Euglenengeißeln zeigen, daß der Achsenfaden erhalten bleibt; wie sich der Plasmasaum verhält, ist schwer nachweisbar, weil er ungefärbt auch sonst kaum sichtbar ist und nachherige Färbung bisher keine einwandfreien Resultate ergab; doch scheint mir sein völliges Schwinden sicher.<sup>6)</sup>

Sehr gut kann man sich von dem Vorhandensein einer äußeren flüssigeren Plasmahülle überzeugen, wenn man die Geißeln der Euglenen durch langsames Verdunsten des Wassers verquellen (resp. verflüssigen) läßt. Will man den Vorgang unter dem Mikroskop verfolgen, so muß man vorsichtig an der Seite des Deckglases das Wasser mit Filtrierpapier absaugen, so daß die Abnahme der Flüssigkeit recht allmählich stattfindet; zunächst krümmt sich das Endspitzchen der Geißel um (Fig. 12b) und scheint sich dann ösenförmig einzurollen; diese Einrollung kommt dadurch zustande, daß die plasmatische Hülle der Geißel von der Spitze her tropfenförmig zusammenfließt und dieser Tropfen sich bis zu dem umgebogenen Endspitzchen ausbreitet (Fig. 12c), der Flüssigkeitstropfen vergrößert sich immer mehr und beginnt gewissermaßen, am Achsenfaden entlang, nach dem Grunde der

<sup>6)</sup> G. HAASE konnte durch Maceration der Geißeln von *E. sanguinea* zwei Achsenfäden sichtbar machen, auch das umhüllende Plasma soll in Fibrillen zerfallen! Besonders diese letztere Angabe scheint mir sehr unwahrscheinlich!

Geißel zuzufließen, während der mit ihm eng verbundene, unveränderte Achsenfaden spiralig in den Flüssigkeitstropfen hereingezogen wird (Fig. 12d—g).

Um recht zahlreiche, verschiedene Stadien der Verquellung des Plasmasaums zu erhalten, läßt man am besten einen Euglenen enthaltenden Tropfen Wasser bei Zimmertemperatur verdunsten und färbt dann, mit Vorteil, das Präparat in Haematoxylin.

Diese Verquellungserscheinungen sind nicht zu verwechseln mit den Ösenbildungen (Fig. 12h), welche abgeworfene Geißeln, ebenso wie Cilien (nach SCHUBERG) gleichfalls häufig zeigen, und welche ein Ausdruck ihrer schraubigen Gestalt sind, die sich auch nach dem Absterben meist erhält. Dagegen scheint eine von SCHUBERG an den Cilien von *Paramaecium* gemachte Beobachtung hierher zu gehören; er schildert sie in folgender Weise, nachdem er von der Ösenbildung gesprochen hat: „Mitunter ist der von der Öse umschlossene Raum gefärbt, was wohl daher rührt, daß irgendeine in Form eines dünnen Flüssigkeitshäutchens von der Öse festgehaltene Substanz sich gefärbt hat. Derartige Cilien können unter Umständen den Anschein erwecken, als wären sie mit einer basalen Verdickung versehen.“

Diese Darstellung und die beigefügten Abbildungen ähneln den Anfangsstadien der Verquellung auffallend und es ist wahrscheinlich, daß man auch an Cilien, bei aufmerksamer Beachtung, fortgeschrittenere Verquellungsstadien finden und hierdurch den Achsenfaden innerhalb der Cilie sichtbar machen kann.<sup>7)</sup>

<sup>7)</sup> Eine weitere hierher gehörige, sehr interessante Angabe stammt von PENARD (03), welcher an den Geißeln „kranker und gepreßter“ Individuen von *Multicilia lacustris*, an deren Spitze häufig einen äußerst zarten Tropfen beobachten konnte; diese Geißeln waren in der Regel um so kürzer, je größer der Tropfen war. Nur selten sah der Autor ein noch früheres Stadium, die hakenförmige Umbiegung des Geißelendes, welche sich sehr bald ringförmig schließt. Die Geißel verkürzt sich in gleichem Maße, als der zum Tropfen gewordene Ring sich vergrößert und manchmal: „on peut voir par transparence a travers la perle la tige même du flagelle.“

Diese Erscheinungen treten im allgemeinen nur an gepreßten Individuen auf und konnten durch Verdunstenlassen des Wassers herbeigeführt werden oder durch Hinzufügen von Wasser rückgängig gemacht werden. Daß hier sehr ähnliche Erscheinungen vorliegen, wie die, welche ich bei *Euglena* beobachtet habe, scheint sicher. Der Achsenfaden mag hier nur viel zarter und leichter vergänglich sein, weshalb sich die Tropfen des zerfließenden Plasmasaums mit ihm lösen können.

Eine zweite Degenerationserscheinung der Geißeln von *Multicilia*, die

Die Endstadien der Verquellung mit dem in mehreren Spiralwindungen der Flüssigkeitsblase anliegenden Spiralfaden (Fig. 12d—g) weisen hingegen auf die von KOLTZOFF (08) durch Plasmolyse erhaltenen Veränderungen von Spermatozoenköpfen hin; wenn die beiden Vorgänge sich auch nicht identifizieren lassen, so zeigen sie doch das Gemeinsame, daß hier wie dort elastische Fäden als Skelet für die sie umgebende zähflüssige Substanz dienen, und ich glaube, daß die Verhältnisse der Euglenenmembranen sich ungezwungen hier anreihen lassen.

---

PENARD gleichfalls beobachtete, zeigt meiner Ansicht nach noch deutlich das Vorhandensein des Achsenfadens und des zähflüssigen Plasmasaums:

Zuweilen verwandelten sich die Flagellen plötzlich in einen sehr dünnen Faden, der in seiner ganzen Länge von kleinen Tröpfchen umgeben war, ähnlich den Granulationen an den Achsenfäden der Heliozoen. Die letztere Beobachtung veranlaßte auch den Autor zu vermuten, daß den Flagellen von *Multicilia* ein dem der Heliozoen ähnlicher Achsenfaden zukomme, der gewöhnlich unsichtbar, aber geeignet sei, unter diesen besonderen Verhältnissen sichtbar gemacht zu werden.

Heidelberg, November 1910.

## Zitierte Literatur.

07. AWERINZEW, S., *Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten*. Zool. Anz. Bd. 31, 1907.
- 83—89. BÜTSCHLI, O., *Bronns Klassen u. Ordn.* Bd. 1b. Mastigophoren 1883—89.
92. BÜTSCHLI, O., *Untersuchungen über mikroskopische Schäume u. das Protoplasma*. Leipzig 1892.
96. BÜTSCHLI, O., *Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien*. Leipzig 1896.
02. BÜTSCHLI, O., *Bemerkungen über Cyanophyceen und Bacteriaceen*. Arch. f. Protk., Bd. I, 1902.
96. DELAGE, Y., u. HÉROUART, E., *Zoologie concrète*. Bd. I, 1896.
10. HAASE, G., *Studien über Euglena sanguinea*. Arch. f. Protk. Bd. XX, 1910.
86. KHAWKINE, W., *Recherches biologiques sur l'Astasia ocellata et l'Euglena viridis, II*. Ann. Sc. nat. Zool. ser. 7, Bd. I, 1886.
83. KLEBS, G., *Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen u. Infusorien*. Leipzig 1883.
06. KOLTZOFF, N. K., *Studien über die Gestalt der Zelle, I*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. LXVII.
08. KOLTZOFF, N. K., *Studien über die Gestalt der Zelle. II. Unters. über das Kopfskelett des tierischen Spermiums*. Arch. f. Zelforschung, Bd. 2.
89. KUNSTLER, J., *Recherches sur la morphologie des Flagellés*. Bullet. scient., Bd. XX, 1889.
52. PERTY, M., *Zur Kenntnis kleinster Lebensformen*. Bern 1852.
03. PENARD, E., *La Multicilia lacustris et ses flagelles*. Rev. suisse de Zool., Bd. XI, 1903.
10. PROWAZEK, S., *Einführung in die Physiologie der Einzelligen*. Leipzig und Berlin 1910.
84. SCHMITZ, Fr., *Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren*. Jhrb. f. W. Botanik, Bd. XV.
05. SCHUBERG, A., *Über Cilien u. Trichocysten einiger Infusorien*. Arch. f. Protk., Bd. VI, 1905.
78. STEIN, F., *Der Organismus d. Flagellaten*. Leipzig 1878.
03. STEUER, A., *Über eine Euglenoide (Eutreptia) aus dem Canale grande von Triest*. Arch. f. Protk., Bd. III, 1903.
99. WAGER, H., *Eyespot and Flagellum in Euglena viridis*. Journ. of the Linn. Soc., Bd. XXVII, 1899—1900.
10. ZÜLZER, *Über Spirochaeta plicatilis und Spirulina*. Zool. Anz., Bd. XXXV, 1910.

## Figurenerklärung.

Wo nichts anderes bemerkt, beziehen sich die Figuren auf *Euglena Ehrenbergii*.

Fig. 1. Schnitt durch das Vorderende, Färbung: Mallory. A. Durchschnitt durch den Augenfleck. P. dichte Plasmaansammlung, in der die Geißelwurzeln befestigt sind. S. Sphincter. V. Verdickung der Geißelwurzel (im Präparat rot, Geißelwurzel blau gefärbt). X. Übergangsstelle des Trichters in das Reservoir.

Fig. 2. Schematische Umrißzeichnung des Vorderendes — nach dem Leben — zur Demonstration der Lage des Augenflecks.

Fig. 3. Paramylonkörner, durch Einwirkung von Pankreatin gequollen. a) Anfangsstadium der Quellung (Profilansicht). b) u. c) Desgl. fortgeschrittene Stadien, bei Ocul 12 Imm. 2 mm gez.

Fig. 4. Kern, Schnitt von 5  $\mu$  Dicke, Färbung: Mallory. 40  $\mu$  lang (im Präparat Caryosome rot, Gerüst blau gefärbt).

Fig. 5. Augenfleck nach dem Leben (isoliert) gezeichnet.

Fig. 6. Schematische Darstellung des Streifenverlaufs am Hinterende.

Fig. 7. a) Stück der Cuticula von *Phacus pleuronectes* v. d. Fläche. b) Desgl. von *Euglena Ehrenbergii*, bei annähernd gleicher Vergr. Färbung: Mallory. S. Spiralstreifen. Z. Zwischenstreifen.

Fig. 8. a) Haut von *E. Ehrenbergii* von der Fläche, mit Andeutung des Querschnittes. b) Querschnitt durch die Haut (rechts Außenseite). Die Linie a—b bezeichnet die Stelle, von der die Verdauung beginnt. c) Flächenchnitt durch die Haut (Färbung: Haemalaun), die Spiralstreifen (S.) sind nur auf der rechten Seite des Schnitts getroffen, links sieht man nur die auch auf dem Querschnitt sichtbaren, die Zwischenstreifen trennenden dunklen Linien (x).

Fig. 9. a) Beschaffenheit der Haut nach 4 Std. Verdauung mit Pankreatin bei 40°. b) Weiter vorgeschrittener Zustand der Verdauung.

Fig. 10. a) Stück der Geißel von *Euglena granulata* mit ihren Wurzeln und dem etwas losgetrennten bohnenförmigen Körper. b) Der bohnenförmige Körper bei stärkerer Vergrößerung (im Präparat nach Färbung mit Mallory rot gefärbt).

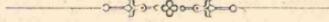
Fig. 11. Chromatophoren von *E. Ehrenbergii*. a) Lebend. b) Mit Säurefuchsin gefärbt. P. Pyrenoid.

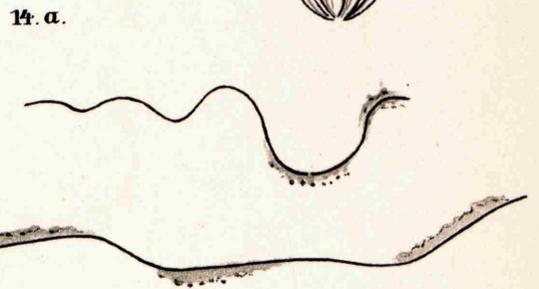
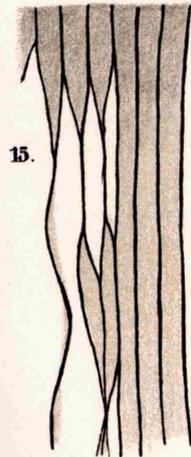
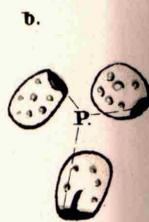
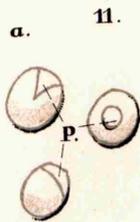
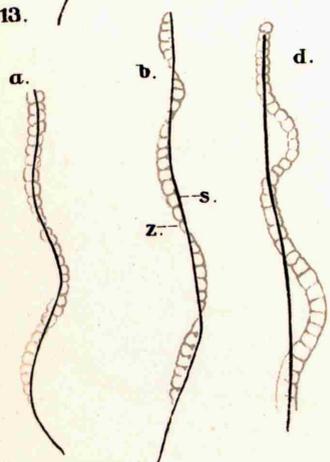
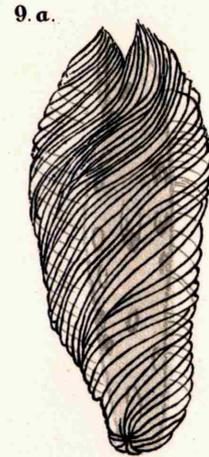
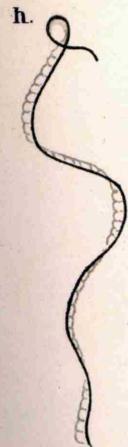
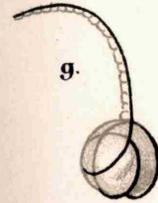
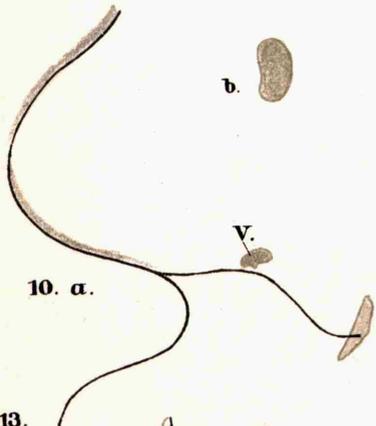
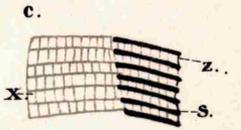
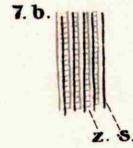
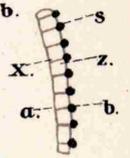
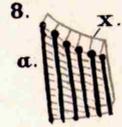
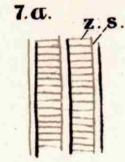
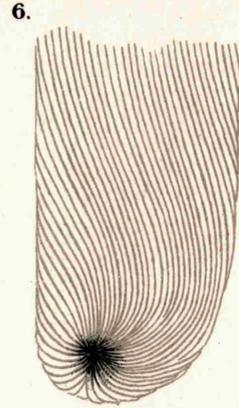
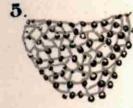
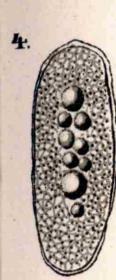
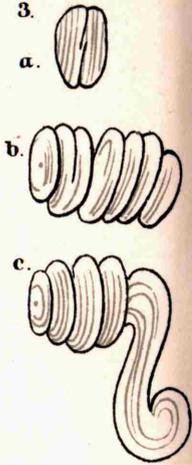
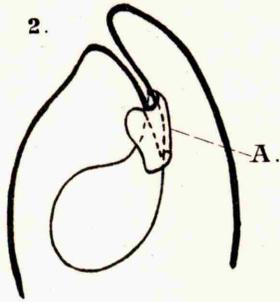
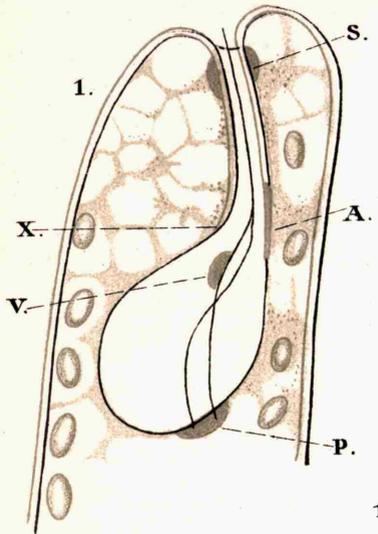
Fig. 12. Geißeln von *Euglena viridis*. Färbung nach GIEMSA, BIONDI oder DELAFIELD. Haematoxylin. a u. h mit Osmiumsäure fixiert. b bis g bei Zimmertemperatur eingetrocknet, um verschiedene Stadien des Zerfließens zu zeigen.

Fig. 13. a—d isolierte Spiralfäden der Haut von *Euglena Ehrenbergii*, nach Färbung mit Haematoxylin (d etwas schematisiert). e optischer Querschnitt durch einen Faden mit Plasmasaum. Z. Zwischenstreifen, S. Spiralstreifen.

Fig. 14. a) u. b) Spiralfäden nach längerer Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit; der Zwischenstreifen (Z.) zum Teil schon vollständig verdaut. Färbung: Haematoxylin.

Fig. 15. Stück der Haut nach  $\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkung von 50%iger Schwefelsäure bei 58° und nachheriger Färbung mit Haematoxylin. Die Zwischenstreifen (Z.) sind zum Teil eingerollt.





CHgez.