Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Heidelberg.)
Direktor: Geh. Hofrat Prof. Dr. H. Kossel.

Zur Morphologie von *Trichomonas vaginalis* Donné.

Von
Fritz Reuling.

(Hierzu Tafel 15 und 4 Skizzen.)

Über die Morphologie von *Trichomonas vaginalis* Donné ist außer der Arbeit Bensen's in den letzten Jahrzehnten in Deutschland keine eingehende Arbeit erschienen. Die Arbeiten von Höhne und Seitz, Schröder und Löser gehen im wesentlichen nur auf die Klinik der durch das Flagellat angeblich hervorgerufenen Erscheinungen ein. Auch die Arbeit Bensen's enthält über *Tr. vaginalis* nur einen ganz kleinen Abschnitt. Während des Krieges ist in Amerika eine Arbeit von Lynch erschienen. Leider stand mir diese nicht im Original zur Verfügung. Bei meinen Untersuchungen über die Morphologie der *Tr. vaginalis* wurden einige Beobachtungen erhoben, die wohl schon von früheren Beobachtern gemacht worden waren, aber nicht genügend beachtet wurden und die zeigen, daß der Bau der *Tr. vaginalis* von dem bei anderen Trichomonaden bisher beschriebenen Bau abweicht. Der Liebenswürdigkeit der Herren Dr. Amersbach und Dr. Keller der hiesigen Universitätsfrauenklinik verdanke ich die Gewinnung meines Materiales während der Sprechstunde der Poliklinik. Es wurde das Secret von 250 Frauen untersucht, die mit Klagen über Ausflußbeschwerden die Klinik aufgesucht hatten. Dabei wurde in 46 Fällen die Anwesenheit von *Tr. vaginalis* festgestellt, d. h. in rund 20 Proz. der Fälle. Wenn diese Zahl nicht

so hoch ist, als die von anderen Autoren angegebenen Zahlen, so kann das zu einem kleinen Teil vielleicht daran liegen, daß viele Frauen, die mit Klagen über Ausfluß die Klinik aufgesucht hatten, sich kurz vorher eine Scheidenausspülung gemacht hatten und infolgedessen weder Secret noch Trichomonaden hatten. Das Vorkommen der *Tr. vaginalis* ist, wie das ja auch alle Autoren betonen, an das Vorhandensein eines sauer reagierenden Secretes gebunden. Ferner wird immer betont, daß das Trichomonaden enthaltende Secret einen schaumigen Charakter habe, was ohne weiteres auf die Anwesenheit der Trichomonaden geschoben wird. Diese Secretbeschaffenheit führen Schröder und Löser auf den *Micrococcus alcalescens gazogenes* zurück, den sie fast aus allen schaumigen Trichomonadensecreten gezüchtet haben. Allerdings behaupten diese Autoren, daß durch die alkalisierende Wirkung dieses Kokken ein für die Trichomonaden besonders guter alkalischer Nährboden geschaffen würde, auf dem ein üppiges Gedeihen der Tiere erfolge, obwohl es seit Künstler bekannt ist, daß *Tr. vaginalis* nur im saueren Secret lebt.

Das Material wurde gewonnen, indem ich nach Spreizung der Labien von dem aus der Vulva hervorquellenden Secret einen Tropfen entnahm, auf einen Objektträger brachte und gleich mit Ölimmersion nach Bedeckung durch ein Deckglas betrachtete. Waren reichlich Trichomonaden in Secret, so konnten diese nach Umfettung des Deckglases im Brutschrank von 23° noch etwa 24 Stunden am Leben erhalten werden. Mitunter entnahm ich auch aus dem Rinnenspekulum Secret und machte dabei die Erfahrung, daß die Trichomonaden nicht so leicht bei Berührung mit kalter Flüssigkeit ihre Gestalt verändern, wie das von verschiedenen Autoren beschrieben wird. Denn auch in dem in dem Spekulum befindlichen Secret konnten beim sofortigen Untersuchen Trichomonaden nachgewiesen werden, obgleich diese Spekula in Quecksilberoxycyanat lagen und beim Einführen stets einige Tropfen davon in die Scheide eingeführt wurden.

Zur Herstellung gefärbter Präparate wurden Deckglasausstriche hergestellt; ein mit der Platinöse entnommener Tropfen kam auf die eine Deckglasseite und wurde mit einem zweiten schräg gestellten Deckglas in derselben Weise wie ein Blutpräparat ausgestrichen. Dadurch bekam man gleichmäßige Ausstriche und gute Bilder, ohne daß die Gestalt der Tiere verletzt wurde. Die gewöhnliche Verbreiterung des Secrettropfens mit der Platinöse führte zu ungleich dicken Präparaten, die immer nur an einigen Stellen gut zu differen-

zieren waren. Zu den Kulturen wurden drei bis vier Platinösen Secret auf 6 ccm Nährlösung genommen. Einige Male wurde auch mit der Pipette Secret entnommen.

Zur Fixierung wurde heiße Schaudinnlösung, einige Male auch Flemming's Gemisch verwendet. Ein Abwerfen der Geißeln, wie es bei zu heiß angewendeter Fixierflüssigkeit mitunter beobachtet wurde, kam nicht vor. Als Farbstoff wurde Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, einige Male auch das Eisenhämatoxylin nach Breinl-Rosenbusch benutzt. Diese Farben wurden nur schwer angenommen und die verschiedenen Organellen konnten beim Differenzieren nur schwer gleichzeitig zur Darstellung gebracht werden. Deswegen wurde später nur die feuchte Giemsamethode verwendet, mit der sehr gute Bilder aller Organellen erzielt wurden. Um Einzelheiten über den Kern zu bekommen, wurde der Versuch mit Safranin-Lichtgrün gemacht, wie es Jollos in diesem Archiv Bd. 37 1917 beschreibt. Leider konnten weder mit der von Jollos angegebenen wässerigen noch mit verschieden stark alkoholigen Lösungen gute Bilder hervorgerufen werden, da der Kern der Trichomonaden das Safranin kaum annahm. Auch aus den Kulturen konnten weder mit E.-H.- noch mit Giemsalösung gute Bilder erzielt werden. Die Differenzierung wurde durch das Netz der geronnenen Nährlösung so stark gestört, daß man keine klaren Bilder bekommen konnte. Ein Versuch durch Verdünnung der für Präparate bestimmten Nährlösung durch Ringersche Lösung und daran anschließendes Zentrifugieren half nicht über das Hindernis hinweg.

In der oben erwähnten Arbeit von Lynch wird auch berichtet, daß Kulturen von *Trichomonas* in angesäuerter Bouillon gewachsen seien. Ferner berichtet Boyd, daß ihm in Bouillon die Züchtung von *Trichomonas* nicht gelungen sei, wohl aber in physiologischer Kochsalzlösung. Ohira und Noguchi ist die Kultur von *Tetratrichomonas hominis* in einer Nährlösung gelungen, die zur Hälfte aus Ascites und zur Hälfte aus Ringer'scher Lösung bestand. Ich versuchte die Kultur in verschiedenen Nährlösungen, sowohl in den oben erwähnten, als auch in Ringer + Organgewebe, physiologischer Kochsalzlösung + Organgewebe, Salatbouillon und anderen. In allen Nährlösungen mit Ausnahme der Ringerlösung + Ascites waren die Trichomonaden nach 24 Stunden abgestorben. Es war gleich, ob ich frischen Ascites oder durch Chloroform sterilisierten benutzte. Um den nötigen Säuregrad zu erreichen, säuerte ich jede Kultur mit 15 Tropfen 1 proz. Essigsäure an. Da die Kulturen mitunter sehr schnell verschwunden waren, so war es nötig, täglich mit der

Pipette Subkulturen anzulegen, und die Trichomonaden konnten auf diese Weise 7 Tage am Leben erhalten werden, wenn sie im Brutschrank bei 37° standen. Im Anfang konnten erst am vierten Tage nach Anlegen der Kultur Tiere nachgewiesen werden, später gelang es dann von Anfang an Tiere zu beobachten, die sich lebhaft vermehrten. Die Vermehrung erreichte in der ursprünglich angelegten Kultur gegen den vierten bis fünften Tag ihren Höhepunkt. Wenn es so weit gekommen war, kam es vor, daß nach wenigen Stunden alle Trichomonaden aus der Kultur verschwunden waren. Nur in den Subkulturen lebten die Tiere noch einige Tage weiter. Einen Fall will ich noch erwähnen, bei dem es auf merkwürdige Weise gelang, eine Kultur am Leben zu erhalten. In einer Kultur waren am vierten Tag Trichomonaden in sehr großer Anzahl bis zu 50 im Gesichtsfeld zu sehen. Ein Deckglaspräparat davon, das sehr viele Tiere enthielt, wurde umfettet und in den Brutschrank bei 23° gestellt. Die Kultur kam in den Brutschrank von 37°. Am nächsten Morgen war in der Kultur keine einzige Trichomonade mehr zu sehen, weder tot noch lebend. Das Deckglas, an dem noch sehr viele lebende Tiere hingen, wurde mit Ringerlösung abgespült und eine neue Subkultur angelegt, die noch 4 Tage am Leben blieb. Wodurch das Verschwinden der ersten Kultur so rasch erfolgte, kann ich nicht sagen. Man muß annehmen, daß bei der höheren Temperatur im 37er Brutschrank Stoffe, vielleicht Stoffwechselprodukte der Tiere selbst, entstanden, die zu schnellem Untergang der Tiere führten, während dieser Vorgang im 23er Brutschrank sich langsamer vollzog und die Tiere durch neue Nährlösung am Leben blieben.

Im Präparat sieht man die Trichomonaden meist in birnförmiger Gestalt, d. h. an der Ursprungsstelle der Geißeln sind sie breit und leicht gewölbt, um gegen das Hinterende zu sich zu verjüngen. Diese Form behalten die Tiere jedoch nicht lange bei; nach 3—4 Stunden geht diese Form in die Tropfenform über. Aber nicht immer haben die Trichomonaden diese Gestalt, oft bemerkt man eine deutliche Metabolie, besonders wenn ihnen ein Hindernis in den Weg kommt, wie Leucocyten, Epithelien oder in den Kulturen Bakterienrasen. Sie verändern dann ihre Gestalt; man kann wurstförmige oder in der Mitte bis auf eine schmale Plasmabrücke eingedrückte oder anders deformierte Tiere beobachten. Besonders in Deckglasausstrichen sieht man solche Formen häufig sich um Leucocyten herumlagern. Diese starke Metabolie des Körpers der *Tr. vaginalis* läßt uns schließen, daß dem Tiere nur eine ganz zarte

Periplasthülle zukommt, die dem kleinsten auf sie einwirkenden Drucke nachgibt. Der sog. „bord ondulant“ Künstlers d. h. eine über den Körper hinziehende Bewegung des Protaplasmas wurde nicht beobachtet. Auf den gefärbten Präparaten ist ein Periplast nicht nachzuweisen (die Umrandungslinie der Zeichnungen ist etwas zu stark ausgezogen). Das Hervorschießen von Pseudopodien, wie es verschiedene Autoren gesehen haben, konnte nicht beobachtet werden. Es kam vor, daß Teile des Trichomonadenkörpers, die mit der umliegenden Materie verbacken waren, bei der Vorwärtsbewegung der Tiere hängen blieben und sich etwas auszogen, so daß pseudopodienähnliche Bilder entstanden. Die Bildung von Pseudopodien ist ja auch nur bei gequetschten Tieren beobachtet worden.

Das Protoplasma der vegetativen Form macht einen stark gekörnten Eindruck, wodurch es unmöglich ist, Einzelheiten des inneren Baues zu sehen. Nur am Vorderende fällt einem ein stark lichtbrechender Punkt in die Augen, der Basalkörper. Mitunter kann man auch am Hinterende des Tieres durch das Protoplasma hindurch den Achsenstab ein Stück weit in den Körper hinein verfolgen, wie dies schon Künstler gesehen hat. Vom Vorderende des Tieres gehen vier ziemlich lange Geißeln aus, die mitunter die Körperlänge übertreffen. Diese Geißeln sind an ihrem Austritt aus dem Protoplasma miteinander und zwar meist zu zwei und zwei verbacken, manchmal liegen sie auch auf der ganzen Strecke so eng beieinander, daß eine Trennung für das Auge nicht möglich ist. Durch solche oft vorkommende Bilder sind wohl manche Autoren, so auch Bütschli und Blochmann, veranlaßt worden, *Trichomonas vaginalis* als dreigeißlig zu bezeichnen. Es liegt auch keine Täuschung vor, wie es etwa durch eine abgerissene undulierende Membran entstehen könnte. Die Fig. 1, 2, 3, 4 u. 8 zeigen deutlich das Vorhandensein von vier Geißeln. Wenn auch Bensen *Tr. vaginalis* als dreigeißlig zeichnet, so kann ich mir nicht erklären, wie diese Bilder entstanden sind, auf denen weder Costa noch undulierende Membran zu sehen sind und einige nicht näher bezeichnete Fibrillen über den Körper ziehen. Durch den wiederholt erbrachten Nachweis der Viergeißlichkeit der *Tr. vaginalis* (Kunstler, Marchand, ferner Höhne und Seitz) wäre es notwendig ihre Stellung im System zu ändern. *Trichomonas vaginalis* Donné hat als erster beschriebener Vertreter des Genus *Trichomonas* als Typ für die Gattungsdiagnose gedient. Diese Diagnose gibt drei Geißeln für das Genus *Trichomonas* an. Für viergeißlige Formen ist inzwischen das Genus *Tetratrichomonas* geschaffen worden (Parisi). Hieraus folgt, daß entweder die Gattungsdiagnose

für *Trichomonas* in dem Sinne geändert werden muß, daß vier Geißeln angenommen werden, mit der Konsequenz, daß dann fast alle bekannten Trichomonaden aus dem Genus *Trichomonas* entfernt werden müßten und für sie ein neues Genus zu schaffen wäre. Das Genus *Trichomonas* wäre alsdann für die bisher als *Tetratrichomonas* bezeichneten Formen beizubehalten. Oder *Trichomonas vaginalis* wäre trotz ihres Prioritätsnachweises aus dem Genus *Trichomonas* zu entfernen und bei *Tetratrichomonas* einzureihen.

Das Schlagtempo der Geißeln ist nicht gleichmäßig, sondern sie schlagen verschieden rasch, je nachdem ob das Tier sich irgendwo verankert hat oder frei herumschwimmt. Die Bewegung erfolgt etwas rotierend nach der undulierenden Membran zu in ziemlich raschen Schlägen, so daß die Geißeln eine kegelförmige Figur beschreiben. Dann werden sie wieder etwas langsamer in die Ausgangsstellung heraufgeholt, um aus einer etwas über die gestreckte Linie herausgehenden Stellung von neuem zu schlagen. Ist das Tier im freien Medium und durch nichts behindert, so erfolgt durch die Geißeltätigkeit eine Vorwärtsbewegung in einer schaukelnden Weise. Sitzt das Tier irgendwo fest, so kann es sich durch energische Geißeltätigkeit frei machen, wobei die behinderte Vorwärtsbewegung in eine leicht rotierende Bewegung übergeht. Beim ermatteten Tier, das sich schon der Tropfenform nähert, ist die Geißeltätigkeit bedeutend langsamer. Die Geißeln liegen dann ausgestreckt längs des Körpers und werden nur ab und zu zu langsamen Schlägen herausgeschleudert, wobei nicht einmal alle Geißeln beteiligt sind.

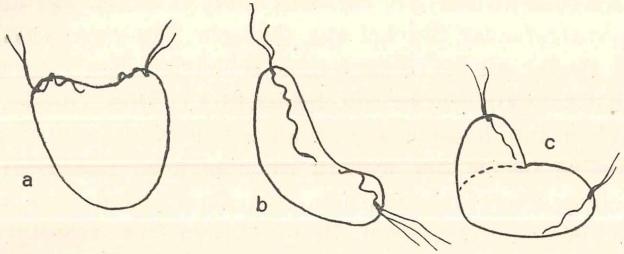
Außer den Geißeln sieht man beim lebenden Tier noch die Schwingungen der undulierenden Membran, die ebenfalls ihren Ausgangspunkt vom Basalkörper hat. Beim frischen Tier schlägt die Membran so schnell, daß man die einzelnen Wellen kaum wahrnehmen kann, aber schon nach kurzer Zeit werden die Bewegungen langsamer und man sieht die einzelnen Wellen deutlich vom Basalkörper nach dem Stachel zu in Bewegung. Die Bewegungsfrequenz der undulierenden Membran scheint in hohem Maße von der Assimilation des Protoplasmas abhängig zu sein. Wenn nämlich an den Rand des Deckglases neue Ringerlösung gesetzt, und dadurch eine neue Zufuhr von Nährmaterial bewirkt wurde, so konnte auch bei ganz schlecht gewordener Undulation eine lebhafte Tätigkeit hervorgerufen werden. Durch die Bewegung der undulierenden Membran wird also sicher dem Tiere neues Nährmedium zugeführt, durch das andererseits das Tier wieder imstande ist, die Membran in Bewegung zu erhalten. Wenn durch neu zugeführte Nährlösung

eine lebhaftere Tätigkeit der undulierenden Membran hervorgerufen war, so begannen auch die Geißeln sich lebhafter zu bewegen.

Der Achsenstab der *Tr. vaginalis* läuft in einen aus dem Protoplasma hervortretenden Stachel aus, der sehr fein zugespitzt ist, viel feiner und länger als bei Nagertrichomonaden. Ein röhrenförmiges Klaffen (Kuczynski) wurde nie beobachtet. Dem Stachel kommt, wie das schon von Kunstler und auch von Kuczynski für andere Trichomonaden beobachtet worden ist, eine hohe Klebkraft zu, wodurch es dem Tiere möglich ist, sich im Epithel oder an Eiterkörperchen oder an sonstigen Bestandteilen des Secretes zu verankern. Meist bekommt man infolge der Klebkraft des Stachels diesen nicht frei zu Gesicht, sondern sieht ihn um ein beträchtliches Stück durch anhaftende zähe Fäden verlängert. Wie Kunstler schon beschreibt, kann man auch oft fünf bis sechs Tiere und mehr beobachten, die mit ihren klebrigen Stacheln zusammenhängen.

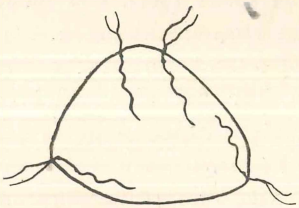
Die Tiere in den Kulturen unterschieden sich in nichts von den im Vaginalsecret beobachteten Formen, nur fiel eine stärkere Metabolie auf, die wohl durch die etwas dichtere Beschaffenheit des Mediums bedingt war. In den Kulturen konnten auch Teilungsfiguren beobachtet werden, sowohl Zwei- wie Vierteilungsfiguren. Solche Formen hat auch schon Marchand beschrieben und abgebildet. M. schreibt: „erstens Individuen mit zwei Kernen, welche mehr oder weniger genähert waren, außerdem unregelmäßige, z. T. sehr große Formen mit weit auseinandergerückten Kernen, welche hie und da durch eine ebenfalls färbbare Linie von der gleichen Beschaffenheit wie die Längslinie oder der zentrale Faden in Verbindung standen.“ Trotz mehrstündiger Beobachtung war es nicht möglich Teilungsvorgänge bis zum Ende zu verfolgen. Die Form des Tieres war zu Beginn der Beobachtung wie Skizze 1 zeigt, beide Basalkörper mit der undulierenden Membran ziemlich nahe beieinander liegend. Nach Verlauf von 20 Minuten waren beide Basalkörper auseinander gerückt, das Tier war gestreckt und an jedem Pol war ein Basalkörper zu sehen. Nach 40 Minuten war eine Mattigkeit der undulierenden Membran und der Geißeln vorhanden, weswegen, wie oben erwähnt, neue Nährlösung hinzugefügt wurde. Die Folge war erneute lebhafte Geißeltätigkeit und die Tiere machten den Eindruck als wollten sie sich auseinander bewegen. Die Stellung der Tiere hatte sich ebenfalls geändert, sie standen senkrecht aufeinander und das eine Tier lag in einer anderen Ebene. Um diese Zeit glaubte ich schon eine feine Begrenzung im Protoplasma zu beobachten, die zwei getrennte Tierkörper erkennen ließ. Leider

begann das Präparat auszutrocknen und durch neu hinzugefügte Nährlösung wurde die Teilungsform dem Gesichtsfeld entzogen.



Skizze 1.

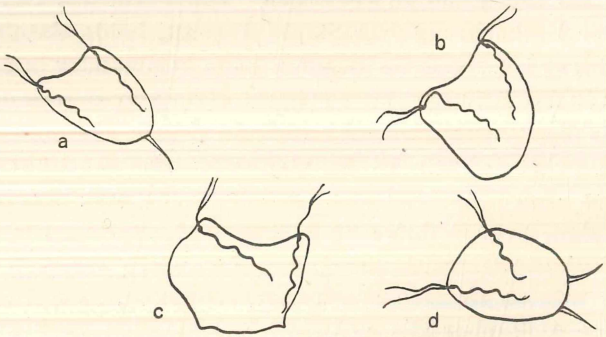
Bei a sind die Basalkörper nahe beieinander gelegen, bei b ist das Tier gestreckt, die Basalkörper an den beiden Polen, bei c scheint sich das Protoplasma zu trennen.



Skizze der Vierteilung.

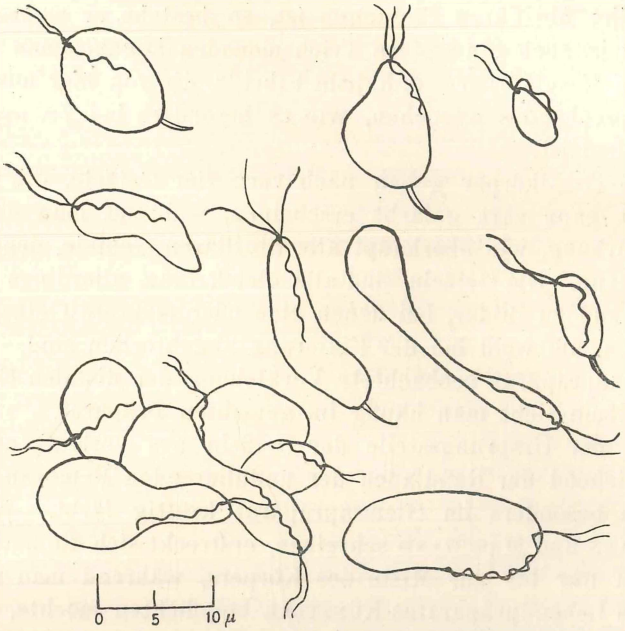
Eine Vierteilungsfigur wurde nur einmal beobachtet und nur für kurze Zeit, da sie durch einen herumschwimmenden Bakterienhaufen verdeckt wurde.

Eine andere Zweiteilung konnte einige Stunden beobachtet werden. Der Teilungsvorgang verlief wie der oben geschilderte, nur hatte das Tier bei Beginn der Beobachtung einen Stachel, der während der Beobachtung schwand, um zwei neuen Stacheln Platz zu machen. Zuerst erschienen an zwei Ecken Vorbuchtungen des Protoplasmas, bald danach schob sich eine Spitze heraus und nach etwa 15 Minuten waren zwei neue Stachel gebildet, während welcher Zeit der alte Stachel verschwunden war.



Skizze 2.

Bei a und b ist noch der alte Stachel vorhanden, c Protoplasmavorwölbung an der Durchtrittstelle der neuen Stachel, d neue Stachel ausgebildet.



Skizzen über die Metabolie aus einer Kultur
(mit Zeichenapparat auf den Tisch skizziert, Leitz Ölimmm. 1/12, Zeiss Comp. Oc. 4).

Die Größe der *Tr. vaginalis* entspricht den Zahlen, die Marchand angegeben hat. Die Länge des Tieres beträgt 0,010—0,03 mm, die Breite im Durchschnitt 0,01—0,015 mm.

Wie bereits erwähnt, läßt die Dichte des Protoplasmas Einzelheiten nur sehr schwer erkennen. Den Kern sah ich nur dreimal durchschimmern. Aufgenommene Bakterien konnte ich nicht feststellen. Einmal glaubte ich auch ein Cytostom zu sehen. Das Cytostom betreffend sagt Kuczynski: „Jedoch stellt es kein Dauerorgan dar, sondern entsteht wahrscheinlich erst unter dem Einfluß der Funktion. Daher fehlt dem Cytostom auch die scharfe Begrenzung.“ Es wäre möglich, daß der *Tr. vaginalis* fakultativ eine Cytostombildung zukommt.

Schon am lebenden Tier fällt einem ein am Vorderende des Tieres befindlicher Körper durch seine starke Lichtbrechung auf, der Basalkörper. Es nimmt einem Wunder, daß dieser Punkt nicht schon älteren Autoren aufgefallen ist. Im gefärbten Präparat, sowohl im E.-H.- wie im Giemsapräparat ist er stark gefärbt und es gelingt durch vorsichtiges Differenzieren nicht, Einzelheiten über den Aufbau zu erkennen. Da der Basalkörper (Blepharoplast) Ausgangs-

punkt aller fibrillären Bildungen ist, so besteht er wahrscheinlich, wie dies ja auch für andere Trichomonaden angenommen wird, aus mehreren Basalkörnern, d. h. jede Fibrille, die von hier ausgeht, hat ihr entsprechendes Körnchen, wie es besonders bei *Tr. augusta* gut darzustellen ist.

Vom Basalkörper gehen nach vorn vier Geißeln, die im E.-H.-Präparat ganz zart gefärbt erscheinen, während man sie bei der Giemsafärbung, wie überhaupt alle fibrillären Gebilde, deutlich darstellen kann. Die Geißeln sind alle gleich lang, allerdings bekommt man ab und zu Bilder, bei denen eine oder mehrere Geißeln kürzer erscheinen, die wohl bei der Fixierung abgebrochen sind. Auch die im Lebendpräparat beobachtete Verklebung der distalen Enden von zwei Geißeln sieht man häufig im gefärbten Präparat.

Von der Ursprungsstelle der Geißeln aus verläuft am Körper entlangziehend der Randfaden der undulierenden Membran, der sich ebenfalls besonders im Giemsapräparat kräftig färbt. Wie schon Blochmann und Marchand schreiben, erstreckt sich die undulierende Membran nur bis zur Mitte des Körpers, während man nach dem Bilde des Lebendpräparates Künstler beipflichten möchte, daß diese wie bei anderen Trichomonaden bis zum Austritt des Achsenstabes aus dem Körper verläuft. Aber die meisten Präparate lassen nur eine bis zur Mitte und oft nicht einmal so weit reichende Fibrille erkennen. Man muß also annehmen, daß eine Duplikatur des Periplasts, in deren vorderen Teil der Randfaden der undulierenden Membran verläuft, durch dessen Schwingungen bis zum Stachel in Bewegung gesetzt wird. Ein Abreißen des Randfadens, wie es bei anderen Trichomonaden beschrieben wird, wurde nicht beobachtet.

Unterhalb des Randfadens der undulierenden Membran verläuft ebenfalls stark färbbar die Rippe (Costa, Rückenleiste, chromatische Basis, chromatische Linie). Sie streckt sich bei *Tr. vaginalis* ebenso weit nach hinten wie der Randfaden. Wie aus den Figuren 3, 4, 6 und 8 zu ersehen ist, hat es oft den Anschein, als ob der Randfaden an seinem Ende mit der Rippe verlötet wäre. Die Bedeutung der Costa wäre sowohl Stützorgan für die Fibrille des Randfadens als auch gewissermaßen eine Parierstange für das Protoplasma gegen die Stöße der undulierenden Membran. Die bei E.-H.-Färbung hier meist vorhandene Körnchenreihe deutet darauf hin, daß an dieser Stelle besonders starke Erschütterungen stattfinden, die rein physikalisch zur Ansammlung der schweren Körnchen führen.

Wenn man im E.-H.-Präparat nach dem Achsenstab (Axostyl) sehen will, so ist er oft, wie schon Künstler erwähnt, von einer

großen Zahl Körnchen bedeckt, die mitunter Einzelheiten kaum erkennen lassen. Anders verhält es sich im Giemsapräparat, in dem diese Körnchen nur schwach gefärbt sind und der Achsenstab deutlich zu sehen ist. Hier und da sieht man auch im E.-H.-Präparat, daß der Achsenstab aus mindestens zwei Fibrillen besteht, von denen eine sich um den Kern herum legt. Auch schon Marchand hat bei seinen Präparaten solche Fibrillen gesehen. Er schreibt: „nicht selten sieht man auch zwei Längslinien, welche in verschiedener Weise zueinander angeordnet sind, zuweilen eine langgestreckte, spindelförmige Figur begrenzend, in deren vorderen Teil der Kern eingeschlossen ist, zuweilen auseinanderweichend und nicht in derselben Ebene gelegen. Ich möchte nur noch hinzufügen, daß ich manchmal Bilder fand, welche darauf hindeuten, daß vom Kerne aus verschiedene Streifen nach hinten durch den Körper ausstrahlen.“ Diese „Streifen“ kommen besonders schön im Giemsapräparat zur Geltung und man kann erkennen, daß es lediglich Fibrillen sind, welche den Achsenstab der *Tr. vaginalis* bilden. Nach sorgfältiger Durchmusterung der Präparate ist sicher anzunehmen, daß der Achsenstab der *Tr. vaginalis* aus vier Fibrillen besteht. Die beigegebenen Bilder (Fig. 6—8) lassen diese Fibrillen deutlich erkennen. Eine Verwechslung mit zurückgeschlagenen Geißeln oder sonstigen aus der normalen Lage gekommenen Fibrillen ist ausgeschlossen, da diese Bilder die volle Equipierung mit allen anderen Organellen erkennen lassen. Vielleicht hat auch Bensen einige von diesen Fibrillen gesehen, da er auf seinen Bildern nicht näher bezeichnete Fibrillen über den Körper verlaufend darstellt.[1]) Besonders eine sich um den Kern herumlegende Fibrille und so die „spindelförmige Figur“ Marchand's zeigend, sieht man sehr oft. Die in den Publikationen der letzten Jahre (Kuczynski) vertretene Ansicht vom hyalinen Aufbau des Achsenstabes der Trichomonaden trifft demnach für den Achsenstab der *Tr. vaginalis* meines Erachtens nicht zu. Man kann annehmen, daß der Achsenstab in unserem Falle aus ebenso vielen Fibrillen besteht, wie das Tier Geißeln besitzt. Da nun der Randfaden der undulierenden Membran als eine im Körper verlaufende Geißel anzusprechen ist, so ist auch wohl die Rippe nichts anderes als die zugehörige Fibrille. *Tr. vaginalis* besitzt also fünf Geißeln, von denen vier frei sind und eine als Randfaden der undulierenden

[1]) Bensen's Bilder schienen bisher in die Darstellung der Trichomonadenmorphologie nicht hineinzupassen. Wie die hier niedergelegte Beobachtung zeigt, hat er die Verhältnisse zwar nicht erschöpfend, aber nicht unrichtig beobachtet.

Membran im Periplast oder dessen Duplikatur gelagert ist. Die zu den fünf Geißeln gehörenden Basalkörner sind im Basalkörper zu suchen, die Stützfibrillen der vier freien Geißeln schließen sich zu dem Achsenstab zusammen, die zum Randfaden der undulierenden Membran gehörige bildet die Rippe. Ebenso wie an der letzteren verschiedene Körnchen angelagert sind, so sind auch längs des Achsenstabes, der ja die Stöße der Geißeln auffängt, besonders in dessen vorderen Teile Körnchen eingelagert. Der Aufbau des Achsenstabes der *Tr. vaginalis* wäre also schematisch dem von *Calonympha,* wie ihn Janicki beschreibt und abbildet, ähnlich, nur daß in unserem Falle die fünf zu den Karyomastigonten gehörenden Kerne zu einem Kern verschmolzen sind. Die durch die Fibrillen um den Kern gelegene Spindelfigur umgrenzt eine sich etwas heller färbende Zone, die, besonders wenn die Fibrillen nahe beieinander liegen, den Eindruck hyaliner Beschaffenheit machen. Eine besondere Verankerung des Achsenstabes beim Durchtritt durch das Protoplasma wie es bei anderen Trichomonaden durch einen Schlußring angedeutet ist, kann man bei *Tr. vaginalis* nicht beobachten. Das Fehlen eines solchen Schlußrings dokumentiert sich auch darin sehr deutlich, daß man bei vegetativen Formen niemals das Plasma in Form einer Manchette vorgeschoben oder vorgezogen findet, wenn infolge der Metabolie des Körpers die Spitze des Achsenstabes weit hervortritt. Im gefärbten Präparat sieht man überhaupt den Stachel des Tieres selten. Anscheinend ziehen sich die elastischen Fibrillen beim Fixieren etwas zurück, da man sie meist innerhalb des Protoplasmas endigen sieht; außerdem sieht man sie dann oft aufgesplittert (Fig. 8).

Der fibrilläre Aufbau des Achsenstabes der *Tr. vaginalis* läßt uns schließen, daß der hyaline Achsenstab der Nagertrichomonaden, wie ihn Kuczynski neuerdings, gegen seine frühere Auffassung vom fibrillären Aufbau annimmt, in der Entwicklungsreihe durch Verschmelzung mehrerer Fibrillen entstanden ist. Man kann annehmen, daß alle fibrillären Bildungen, die vom Basalkörper aus interplasmatisch verlaufen, analoge Bildungen sind. Alexeieff, der überhaupt gern den interplasmatischen Verlauf von Fibrillen als Besonderheiten anspricht (*Giardia*), schreibt bei der im Plasma verlaufenden Fibrille bei *Trichomonas legeri:* „De prime abord on serait tenté d'homologuer cette dernière à la côte des trichomonas; mais ici cette baguette étant située à l'intérieure même du cytoplasme, on doit par conséquent l'assimiler à un axostyle.“ Die ähnliche ebenfalls intraplasmatische Fibrille bei *Rhizomastix gracilis* dagegen

bezeichnet er als Rhizostyl und schreibt: „Sa fonction n'est pas analogue à celle de l'axostyle". Sowohl die Fibrille bei *Trichomonas legeri* als das Rhizostyl der *Rhizomastix* sind zum Geißelapparat gehörige Bildungen, denen wahrscheinlich die Aufgabe zukommt, Widerlager gegen die Stöße der Geißeln zu sein. Auch die Costa ist diesen Bildungen gleich zu stellen, denn der Randfaden der undulierenden Membran ist als eine unter dem Periplast hinziehende und ihn abhebende Geißel aufzufassen, der funktionell eine andere Aufgabe zukommt als den übrigen Geißeln. Die ihr zugehörige Fibrille, die Costa, hat, wie die anderen Fibrillen ebenfalls die Aufgabe, die Stöße der Geißeltätigkeit aufzufangen und abzuschwächen.

Da nnn die vorliegenden Untersuchungen ergeben haben, daß der Achsenstab der *Tr. vaginalis* aus vier Fibrillen besteht, so kann man meines Erachtens annehmen, daß diese Fibrillen, die gleiche Bildungen sind wie Rhizostyl, Costa und ähnliche Fibrillen, die die Aufgabe haben, die Geißeltätigkeit abzuschwächen. Eine besondere formgebende Funktion kommt jenen Bildungen wohl nicht zu, wohl aber einem Achsenstab, sei es, daß er aus mehreren Fibrillen zusammengesetzt ist, sei es daß er als hyaliner Stab durch den Körper zieht. Mit dieser Funktion bekommt der Achsenstab in reiner endgültiger Ausbildung auch eine besondere Verankerung durch den Schlußring am Hinterende des Tieres. *Tr. vaginalis*, die diesen Schlußring noch nicht hat und bei der man mitunter die Fibrillen aufgesplittert, rhizostylähnlich durch das Protoplasma laufen sieht, stellt somit den Übergang zwischen Achsenstabbildung und Rhizostylbildung dar. Der vollentwickelte Achsenstab der Nagertrichomonaden erscheint als das Endglied einer Entwicklungsreihe, an deren Anfang zarte Rhizostylbildungen (Rhizomastixarten) stehen, in deren Mitte etwa *Tr. vaginalis* einzugliedern ist, deren aus mehreren Fibrillen eng zusammengesetztes Axostyl noch gelegentlich (durch mechanische Läsion) in vier einzelne Fibrillen aufsplittern kann.

Dadurch, daß die fünfte Geißel zum Randfaden der undulierenden Membran geworden ist, hat auch die ihr zugehörige Fibrille eine Lage eingenommen, in der sie am besten die Stöße der schlagenden Geißel auffangen kann und verläuft als Costa parallel zum Randfaden. Die Sonderfunktion dieser Geißel als Randfaden der undulierenden Membran bedingt auch ein abweichendes morphologisches und physiologisches Verhalten ihrer zugehörigen Fibrille, die eben zur Rippe wird.

Der Kern der *Tr. vaginalis* enthält, wie es Fig. 2 zeigt, einen Binnenkörper, der von einer hellen Kernsaftzone umgeben ist. An

diese schließt sich eine Zone, die erfüllt ist mit zahlreichen Granula, die von der Kernmembran umschlossen wird. Solche Bilder bekommt man nur selten zu Gesicht. Einmal konnte ich einen solchen Kern auch am lebenden Tier beobachten. Meist aber ist der Kern erfüllt von einer großen Zahl größerer und kleinerer Granula. Da der Zweck der Arbeit vor allem dem Aufbau des Körpers galt und sich der Aufklärung der Kernverhältnisse färberische Schwierigkeiten entgegenstellten, wurde von Kernstudien abgesehen.

Inwieweit der *Tr. vaginalis* ein Rhizoplast, d. h. eine Verbindung zwischen Basalkörper und Kern zukommt, läßt sich schwer entscheiden, da wahrscheinlich oft eine Fibrille des Achsenstabes, besonders wenn die anderen Fibrillen nicht zu sehen sind, einen Rhizoplasten vortäuschen kann. Wiederholt hatte es den Anschein, als ob ein Rhizoplast vorhanden wäre, aber bei genauer Auflösung mit starkem Okular war stets eine Fortsetzung dieses zweifelhaften Gebildes unterhalb des Kernes festzustellen.

Auch einen Parabasalapparat sieht man ab und zu, sowohl bei Tieren, die sich teilen, als auch bei ruhenden. Er stellt sich als ein schlauchförmiges Gebilde dar, der innerhalb der Achsenstabfibrillen sich erstreckt und ähnliche sich stark färbende Körnchen enthält wie der Kern. Was für eine Bedeutung diesem Organell zukommt, ist bekanntlich noch ungewiß.

Das Protoplasma der *Trichomonas vaginalis* ist besonders im E.-H.-Präparat stark gekörnt. Eine Vakuolisierung, wie es Jollos für *Tr. intestinalis* beschreibt, ist nicht vorhanden. Die Grundsubstanz erscheint ziemlich homogen. Einschlüsse aufgenommener Bakterien oder Zellreste sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen, doch machten Präparate aus den Kulturen, die Einzelheiten schwer erkennen ließen, oft den Eindruck, als seien Streptokokken im Plasma aufgenommen. Die Ernährung erfolgt wohl durch Osmose. Passende Stoffe entstehen doch sicher genug bei der bakteriellen Zersetzung des Vaginalschleims. Andererseits ist es auch denkbar, daß der *Tr.* beim Fehlen solcher Zersetzungsprodukte die Aufnahme von Bakterien fakultativ möglich ist, wofür ja die allerdings nicht ganz sicheren Beobachtungen aus den Kulturen sprächen. Über den Teilungsvorgang bei *Tr. vaginalis* kann ich nach meinen Untersuchungen folgendes angeben. Zuerst erfolgt die Teilung des Basalkörpers, mit der ziemlich gleichzeitig die Bildung der neuen Rippe und des Randfadens erfolgt. Zwischen den zwei durch diese Teilung entstandenen Basalkörpern spannt sich eine stark färbbare Fibrille aus, eine Centrodesmose. Der eine Basalkörper umwandert

nun den Kern, in dem wohl in der Zwischenzeit eine Teilung der Kernbestandteile stattgefunden hat. Auch in den Giemsapräparaten sah man chromosomenähnliche Bilder, aus denen man die Zahl von acht Chromosomen annehmen kann, doch enthalte ich mich bei der Schwierigkeit solche Bilder zu deuten jeder weiteren Äußerung Auch die Bildung der Geißeln scheint ziemlich rasch zu erfolgen; wie die alten Geißeln auf die neuen Basalkörper verteilt werden, konnte ich nicht beobachten. Ist nun die Teilung so weit erfolgt, daß neue Geißeln, Basalkörper, Rippe und undulierende Membran entstanden sind, so beginnen die neuen Kerne auseinander zu rücken. Jetzt wachsen auch aus den Basalkörpern neue Fibrillen hervor, die zwei neue Achsenstäbe entstehen lassen. (Fig. 5). Mit dieser Beobachtung, daß der alte Achsenstab verschwindet und zwei neue gebildet werden, befinde ich mich im Einklang mit Kuczynski und und im Gegensatz zu Kofoid und Swezy, die eine Teilung des alten Achsenstabes annehmen. Dagegen sprechen ja auch die Bilder, die das Auswachsen neuer Achsenstäbe zeigen. Der alte Achsenstab ist in der Zwischenzeit der Resorption anheimgefallen. Wenn die Teilung so weit fortgeschritten ist, wird auch die Centrodesmose aufgelöst. Man sieht zwei Tiere in einer Protoplasmaumhüllung, die nach deren Durchtrennung zwei neue Tiere abgeben.

Cysten oder cystenähnliche Bilder wurden nicht gesehen. Der Annahme Kuczynski's, daß die Bensen'schen Bilder Eintrocknungsformen seien, kann ich nicht zustimmen, da auch ich ab und zu Eintrocknungsfiguren zu Gesicht bekam, die ganz anders aussahen, als die Bilder Bensen's. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Bensen vielleicht zu einer anderen Jahreszeit als ich gearbeitet hat und sich unter dem Einfluß niedriger Temperaturen die Formen der Trichomonaden geändert hatten.

Die Arbeit wurde auf Veranlassung von Prof. E. Rodenwaldt in dessen Laboratorium gemacht. Allen Herren, die mir bei meiner Arbeit zur Seite standen, besonders Herrn Prof. Rodenwaldt für seine liebenswürdigen Ratschläge und wertvolle Mitarbeit, sage ich hiermit meinen herzlichsten Dank.

Literaturverzeichnis.

1) Alexeieff, A. (1910): Sur les Flagellés intestinaux des Poissons marins. Arch. de Zool. expér. et gén. T. 6.

2) — (1911): Notes sur les Flagellés. Ibid. T. 6.

3) BENSEN (1909): Untersuchungen über Trichomonas intestinalis und vaginalis des Menschen. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
4) BLOCHMANN, F. (1884): Bemerkungen über einige Flagellaten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40.
5) BOYD, MARK F.: (1918): A Note on the cultivation of Trichomonas intestinalis. Journ. Parasit. Vol. 4 No. 4.
6) DOFLEIN, F. (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde.
7) ESCOMEL, E. (1917): Quelques remarques à propos des trichomoniases intestinale et vaginale. Bull. Soc. Path. exot. Vol. 10.
8) HÖHNE, O. (1916): Die Trichomonaskolpitis. Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung. Juliheft.
— (1916): Trichomonas vaginalis als häufiger Erreger einer typischen Colpitis purulenta. Zentralbl. f. Gyn. Nr. 1.
10) — (1916): Die Behandlung der Trichomonascolpitis. Ibid. Nr. 6.
11) JANICKI (1915): Untersuchungen an parasitären Flagellaten. II. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 112.
12) JOLLOS, V. (1913): Darmflagellaten des Menschen. in: Handb. d. path. Microorganismen von KOLLE-WASSERMANN.
13) KOFOID and SWEZY (1915): Mitosis and multiple fission in Trichomonad Flagellates. Proc. Amer. Acad. a. Sc. Vol. 51, 8.
14) KUCZYNSKI, MAX H. (1914): Untersuchungen an Trichomonaden. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
15) — (1919): Über die Teilungsvorgänge verschiedener Trichomonaden. Ibid. Bd. 39.
16) KUNSTLER (1885): Trichomonas vaginalis DONNÉ. Journ. de Microgr.
17) LYNCH, KENNETH, M. (1915): Trichomonas of the Vagina and the Mouth Cultivation of the causative Organism and experimental infection. Amer. Journ. Trop. Dis. Prev. Med. Vol. 2.
18) — (1915): Clinical and experimental Trichomoniasis of the Intestine. With Cultivation of the causative Organism. New York Med. Journ. Vol. 101 Nr. 18.
19) MARCHAND, P. (1894): Über das Vorkommen von Trichomonas im Harne eines Mannes, nebst Bemerkungen über Trichomonas vaginalis. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd. 15.
20) MACKINNON, D. (1913): Studies on Parasitic Protozoa. Quart. Journ. Ill. Sc. Vol. 59 N. S. 1914.
21) OHIRA, TOKUZO and NOGUCHI, HIDEYO (1917): The Cultivation of Trichomonas of the human Mouth. Journ. exper. Med. Vol. 25 p. 341/347.
22) PARISI, B. (1910): Su alcuni flagellati endoparasiti. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
23) v. PROWAZEK u. WERNER (1914): Zur Kenntnis der sog. Flagellaten. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Beih. 18.
24) RODENWALDT, E. (1911): Flagellaten. in: Handb. d. path. Protozoen von v. PROWAZEK.
25) SEITZ (1919): Über die klinische Bewertung der Trichomonascolpitis. Münch. med. Wochenschr. Nr. 30.
26) SCHRÖDER u. LÖSER: Die Trichomonadencolpitis. Monatsschr. f. Geburtshilfe Bd. 49 H. 1.

Tafelerklärung.

Tafel 15.

Die Zeichnungen sind von dem Heidelberger Maler O. Neumann mit Zeichenapparat auf den Tisch gezeichnet. Als Beleuchtungsquelle diente eine Zeiss'sche Liliputlampe. Tubusauszug 15, Leitz'sche Ölimmers. $^1/_{12}$, Zeiss Comp. Oc. 12. Die Präparate waren mit Sublimatalkohol fixiert. Fig. 2 ist mit Eisenhämatoxylin, alle übrigen mit Giemsa-Lösung gefärbt. Das Photogramm ist von Herrn Prof. Laubenheimer in Vergrößerung 1 : 800 angefertigt und nicht retouchiert.

Fig. 1 und Photogramm. Eine im oberen Teil etwas deformierte *Trichomonas vaginalis* mit vier Geißeln, Costa, Randfaden und Achsenstabfibrillen.

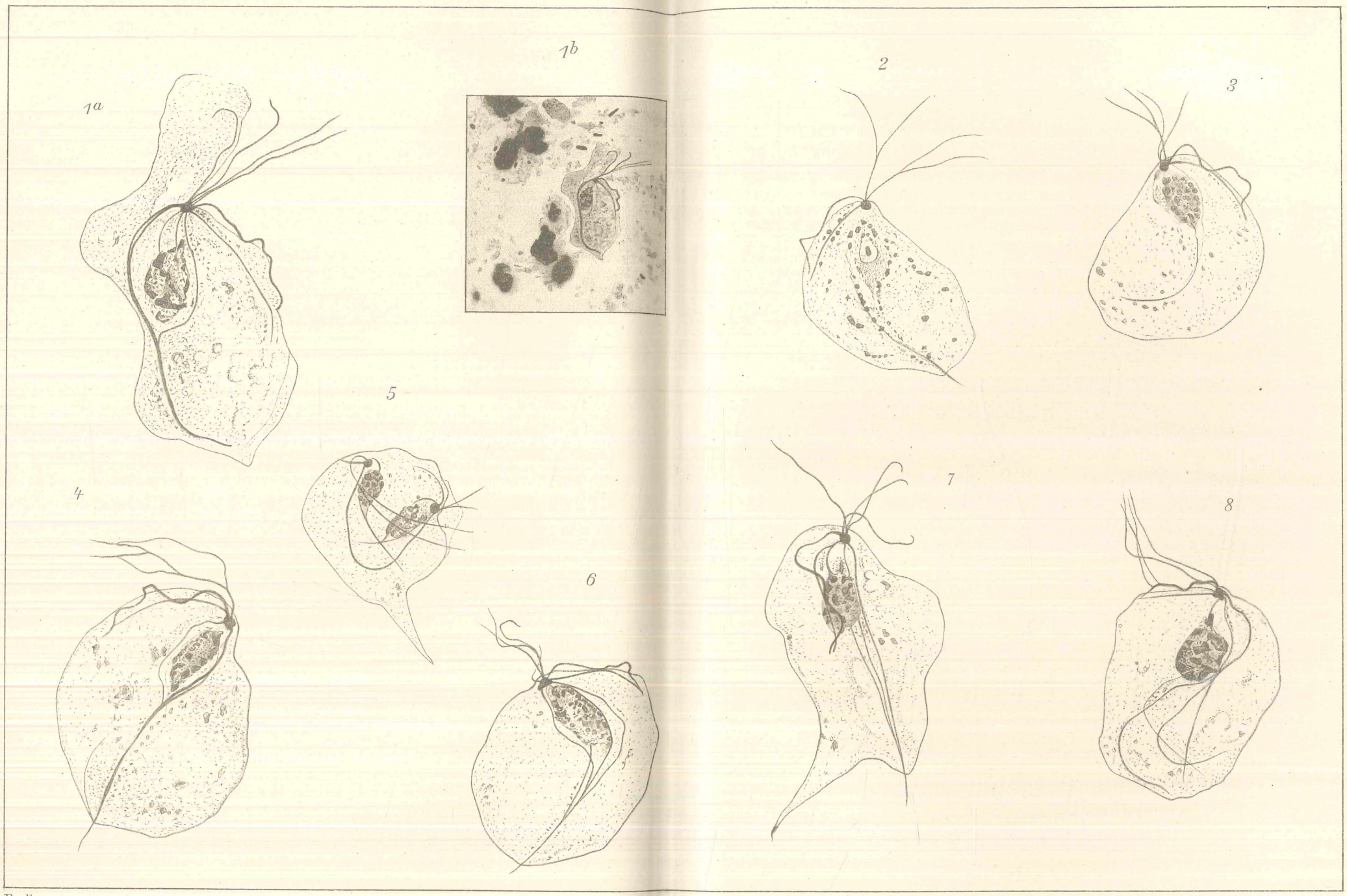
Fig. 2. Vier Geißeln, distal zwei und zwei verklebt. Randfaden, Costa, Caryosomkern. Achsenstab durch Granula verdeckt.

Fig. 3. Vier Geißeln, Randfaden, Costa, Achsenstab als ganz zarte Fibrille nicht ganz durchziehend.

Fig. 4. Vier Geißeln, Randfaden, Costa, Achsenstab. dessen eine Fibrille sich spindelförmig um den Kern legt.

Fig. 5. Teilungsfigur. Man sieht bei erhaltener Centrodesmose bei beiden Tieren neue Achsenstabfibrillen auswachsen.

Fig. 6—8. Tiere mit vier Geißeln, Randfaden, Costa. Der Achsenstab in drei bis vier Fibrillen gesplittert. Besonders auf Fig. 8 deutlich vier Fibrillen zu sehen, die sich in das Protoplasma zurückgezogen haben.



Reuling.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

P. Weise, Lith., Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 42_1921

Autor(en)/Author(s): Reuling Fritz

Artikel/Article: Zur Morphologie von Trichomonas vaginalis DONNÈ. 347-363