

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Über Bau und Naturgeschichte des *Trypanoplasma heliciis* LEIDY.

Von

Ludwig Friedrich.

(Hierzu 48 Figuren im Text.)

Zu den Protozoen, die im letzten Jahrzehnt mit das größte Interesse erweckten und die meisten Bearbeiter fanden, gehören neben den Malariaparasiten unstreitig die Trypanosomen. Ihre Kenntnis ist in den letzten Jahren erheblich gefördert worden. Ich brauche nur an Namen wie SCHAUDINN, PROWAZEK, KEYSSELITZ usw. zu erinnern, welche Forscher sich große Verdienste um die Kenntnis der Morphologie, namentlich aber um die Fortpflanzung dieser Tiere erworben haben. Wenn ich es nun unternehme, in der nachfolgenden Darstellung ein bisher nicht beschriebenes Trypanoplasma zu behandeln, so entspringt dies dem Wunsche, mit diesem recht interessanten Objekt einen Beitrag zur Kenntnis der interessanten Gruppe jener parasitischen Flagellaten zu liefern.

Bei Untersuchungen, die im hiesigen zoologischen Institut von Herrn Prof. JOH. MEISENHEIMER über die Biologie und Physiologie des Begattungsvorganges von *Helix pomatia* angestellt wurden, lenkten die schon seit längerer Zeit unter dem Namen *Bodo heliciis* LEIDY bekannten flagellaten Parasiten der Weinbergschnecke wiederholt die Aufmerksamkeit auf sich. Kommen doch in dem Receptaculum seminis diese Flagellaten in solchen Mengen vor, daß

sie mitunter die Spermatozoen an Zahl übertreffen. Das gleiche kann unter Umständen in den Spermatophoren der Fall sein. Da meines Wissens Genaueres über diesen durch eine eigenartige Lebensweise bemerkenswerten Flagellaten nicht bekannt ist, so versuchte ich, den Bau und die Lebensgeschichte dieser Tiere möglichst klar zu stellen, ein besonders im Hinblick auf die Biologie des Tieres nicht ganz leichtes Unternehmen. Es sei gleich vorweggenommen, was sich dann aus dem folgenden ergeben wird, nämlich, daß der Flagellat nicht der Gattung *Bodo* angehört, sondern dem Genus *Trypanoplasma* einzureihen ist.

Material und Methodik der Untersuchung.

Meine im Herbst 1906 begonnenen Untersuchungen erstreckten sich in erster Linie auf *Helix pomatia*. Diese Schnecken stammten aus der Umgebung von Marburg und Frankfurt am Main. Nebenher untersuchte ich auch *Tachea hortensis*, *Tachea nemoralis*, *Limax maximus* und *Arion empiricorum*. Die im Spätsommer 1906 gesammelten Tiere überwinterten in Terrarien, ohne die Gehäuse mit einem festen Deckel abzuschließen. Da diese Schnecken meist eingingen, so wartete ich im Herbst 1907 mit dem Einsammeln des Wintermaterials, bis sich die Gehäuse fest geschlossen hatten. Auf diese Weise gelang es, einen weitaus größeren Prozentsatz bis zum nächsten Frühjahr lebend zu erhalten. Während des Sommers befanden sich die Schnecken teils in Glasterrarien, teils in Holzkisten mit durchbrochenem Holzdeckel. Die Terrarien eigneten sich für meine Zwecke besser als die Kisten, weil sie besser die Feuchtigkeit hielten. Als Bodenbelag diente anfangs ausgestochener Rasen. Später kam dann nur noch Gartenerde zur Verwendung, weil sich diese leichter von den Nahrungsresten, die rasch in Fäulnis übergingen infolge der feuchten Temperatur, und von den Fäkalien gereinigt werden konnte. Die Terrarien mit den Glaswänden boten außerdem gegenüber den Holzkisten den Vorteil, daß sie gegen die Außenluft gut abgeschlossen werden konnten, hingegen die Sonne die Temperatur im Terrarium selber stark erhöhte. So kam es, daß die Schnecken viel früher copulierten als es gewöhnlich im Freien der Fall zu sein pflegt.

Für die Untersuchung der in den Geschlechtsorganen des Wirtes vorkommenden Flagellaten wurden Ausstriche und Schnitte verwandt.

In der Hauptsache wurden das Receptaculum und die Spermatophore untersucht. Als Konservierungsflüssigkeiten dienten Osmium und Sublimatgemische, wie HERMANN'sche Lösung, Sublimat-Alkohol-Salpetersäure und ZENKER'sche Lösung. Die drei Gemische bewährten sich gleich gut, wenn auch für die Konservierung der Spermatophoren Sublimat-Alkohol-Salpetersäure vorzuziehen ist, da sich bei dieser Behandlungsweise die Objekte nicht färben, während HERMANN'sche Lösung dieselben schwärzt. Mit die besten Kernfixierungen lieferte die ZENKER'sche Lösung.

Die Spermatophoren wurden meist sofort nach der Copulation an dem aus den Schnecken heraushängenden Endfaden gefaßt und herausgezogen. Häufig gelingt dies aber nicht, da der Endfaden abreißt und auch die Schnecken sich mit großer Kraft gegen das Herausziehen wehren. Durch Aufschneiden des Stieles des Receptaculums konnte man aber auch in diesem Falle die Spermatophore unbeschädigt erhalten.

Während der Begattungszeit enthält das Receptaculum soviel Flüssigkeit, daß man seinen Inhalt direkt zu Ausstrichen benutzen kann. Sonst aber ist es meist von einer zähen braunen Masse erfüllt, die erst mit Kochsalzlösung verrieben und verdünnt werden muß, ehe sie einer weiteren Behandlung zugänglich ist. Die Trypanoplasmen, die in den Spalten dieser Masse leben, werden frei und verteilen sich gleichmäßig über die ganze Aufschwemmung. Dünne Ausstriche hiervon wurden mit Osmiumdämpfen konserviert oder die ganze Aufschwemmung mit 2proz. Osmiumsäure übergossen und dann in kleine Reagenzröhrchen gegossen. Es bildet sich alsdann ein Bodensatz, der in gewohnter Weise gehärtet wurde, um schließlich zu Ausstrichen verwendet zu werden. Diese letztere Methode liefert die besten Habitusbilder. Da aber zwischen jeder Behandlungsstufe sich die Aufschwemmung wieder absetzen muß, ehe das betreffende Reagenz entfernt werden kann, so wirkt einmal die Osmiumsäure sehr lange ein und dann geht viel Material verloren. Trotz dieser beiden Mängel kam diese Methode häufig zu Anwendung, namentlich um Ausstriche zu kontrollieren.

Zur Färbung dienten hauptsächlich Hämatoxyline, da Karminlösungen infolge der Osmiumbehandlung so gut wie gar nicht einwirkten. Am besten bewährte sich HEIDENHAIN's Hämatoxylin.

Da sehr bald die Trypanoplasmennatur der untersuchten Flagellaten erkannt wurde, so lag es nahe, die bei Trypanosomen angewandten Färbungen zu gebrauchen. Anfangs versuchte ich es mit den ZIEMANN'schen Vorschriften für die ROMANOVSKY-Färbung,

doch ohne Erfolg. Auch die GIEMSA'sche Modifikation versagte anfangs häufig, bis ich schließlich fand, daß die Ursache der mannigfachen Mißerfolge in der Konservierungsmethode begründet lag. Offenbar wirkte die Osmiumsäure zu lange ein. Es zeigte sich, daß die Dämpfe der 2proz. Osmiumsäure nur 5—7 Sekunden zur Anwendung kommen dürfen. Um nun möglichst gesättigte Dämpfe zu erlangen und diese bequem benutzen zu können, baute ich mir einen besonderen Apparat, nämlich einen rechteckigen Glaskasten, dessen eine, durch einen Glasdeckel verschließbare Seite oben eine Öffnung zum Hineinschieben des Objektträgers hat. Der Objektträger bewegt sich in zwei eingeschliffenen Rinnen. Eine Öffnung in der vorderen Wand dient zur Entleerung der am Boden befindlichen Osmiumsäure nach dem Gebrauch.

Schnitte färbten sich am besten mit HEIDENHAIN's Hämatoxylin.

Die geringe Größe und die relativ bedeutende Geschwindigkeit, mit der sich die Flagellaten fortbewegen, macht eine genaue Untersuchung lebender Flagellaten gerade zu unmöglich. Daher mußte in der Hauptsache konserviertes Material benutzt werden, während Flagellaten in lebenden Zuständen nur zur Vergleichung und Bestätigung der gemachten Befunde untersucht wurden. Als geeignete Untersuchungsflüssigkeit fand sich 0,75proz. Kochsalzlösung. Andere Konzentrationen ergaben verschiedenartige Unregelmäßigkeiten und Reizzustände, wie ich sie später noch des genaueren beschreiben werde.



Allgemeines über Trypanoplasmen, ihre Benennung und systematische Stellung, sowie ihr Vorkommen.

Die Gattung *Trypanoplasma* wurde von LÄVERAN u. MESNIL für die flagellaten Blutparasiten aufgestellt, die im Gegensatz zu den Trypanosomen nach ihrer Definition zwei Geißeln besaßen. Nach ihnen sind bekanntlich (9, 10) Trypanoplasmen: „Flagellés à corps allongé présentant latéralement une membrane ondulante, dont le bord épaissi se prolonge en avant et en arrière par un flagelle; vers le milieu de son trajet la membrane ondulante est en relation avec une masse, qui a la grosseur et les réactions colorantes de noyau. Probablement divisions longitudinales binaires égales.“ Dieser Definition lagen Beobachtungen der genannten Autoren zugrunde, die sich später als fehlerhaft erwiesen. Sie hatten nämlich den Kern für den

Blepharoplasten gehalten und die undulierende Membran in zwei Teile zerlegt. SCHAUDINN glaubte in diesen Flagellaten die Urform der Blutschmarotzer gefunden zu haben. Er betrachtete (26) ebenso wie die beiden genannten Autoren den Kern als Ausgangspunkt der nach beiden Seiten verlaufenden undulierenden Membranen und der Geißel. Er gab im Anschluß hieran eine scharfsinnige Interpretation des *Herpetomonas* auf Grund der Untersuchungen von PROWAZEK (22). Da sich die Angaben von LAVERAN u. MESNIL (9, 10) nicht bestätigten, so mußte auch SCHAUDINN's Theorie, die auf ihnen ruht, fallen.

LÉGER (12) gab 1904 eine genaue Beschreibung und Definition der Trypanoplasmen. Er sieht das Centrosoma von LAVERAN u. MESNIL als Kern und das zweite kernartige Gebilde als Blepharoplast an. Wenn auch SCHAUDINN's Ansicht in ihrer ursprünglichen Form sich nicht halten ließ, so glaubte man in anderer Hinsicht die Trypanoplasmen als ursprünglichere Trypanosomen betrachten zu dürfen, insofern man *Trypanophis Grobbeni* (6) als ein Zwischenglied zwischen Trypanoplasmen und Trypanosomen betrachtete. Die freie vordere Geißel der Trypanoplasmen sollte bei *Trypanophis* bis auf ein Rudiment rückgebildet sein, während sie bei Trypanosomen völlig fehlt. Diese Annahmen von LÉGER u. SCHAUDINN (26) ziehen LAVERAN u. MESNIL (11) in Zweifel, indem sie mit Recht darauf aufmerksam machen, daß bei Trypanosomen die Geißel morphologisch und entwicklungsgeschichtlich die vordere ist, während sie nach obiger Theorie die hintere sein müßte, die erhalten blieb. Sie nehmen daher keine allzunahe Verwandtschaft an, vgl. auch SENN (27). Ausschlaggebend ist für sie der Umstand, daß Trypanoplasmen direkt zweikernig sind, dagegen bei Trypanosomen die beiden Kerne voneinander sehr verschieden sind. Die Tatsache der Doppelkernigkeit wurde von HARTMANN (4) dazu benutzt die Trypanosomiden DOFLEIN's (2) mit den Hämosporidien zu einer neuen Gruppe der Binucleata zusammenzufassen.

Soweit meine Literaturkenntnis reicht, sind Trypanoplasmen bis jetzt nur im Blute von Fischen aufgefunden worden. Man unterschied drei Arten (19) 1. *Tr. borreli* LAV. et MESNIL aus *Scardinius erythrophthalmus*, 2. *Tr. cyprini* M. PLEHN aus *Cyprinus carpio* und 3. *Tr. varium* aus *Cobitis barbatula*. KEYSSELITZ (7) vermutet, daß diese drei Arten zusammengehören. Zum Schluß sei für das bessere Verständnis des folgenden noch die jetzt gültige Definition der Genus *Trypanoplasma* angeführt (21): „Flagellaten, seitlich eine undulierende Membran tragend, deren verdickter Rand sich nach hinten in eine Geißel fortsetzt, und sich nach vorn umbiegt, um in

einer Centrosomamasse zu enden, die die Stärke, und, bis zu einem gewissen Grade, die Struktur eines Kernes hat. Von derselben Masse geht eine vordere, freie Geißel ab. Wahrscheinlich gleichmäßige Längsteilung — Parasiten des Fischblutes.“

Nomenklatur von *Trypanoplasma helicis*.

Bezüglich des Objekts meiner eigentlichen Untersuchung sehe ich mich genötigt, zunächst auf die einschlägige Literatur einzugehen, um den richtigen Namen festzustellen. Der Parasit, der schon seit langem beobachtet wurde, hat im Laufe der Jahre mehrmals den Autornamen gewechselt. Da ihm nun in letzter Zeit ein ihm nicht zukommender Namen wiederum beigelegt wurde, so will ich alle mir bekannten Literaturbelege anführen.

Die bisher übliche Bezeichnung *Bodo helicis* DIESING stammt von DIESING (1). Dieser gibt 1850 in seinem Systema Helminthum folgende Definition: *Bodo* (*Cercomonas*) *Helicis* DIESING. Corpus elongatum, ellipticum, fusiforme v. ovatum, hyalinum. Flagellum et cauda subaequilonga, corpore breviora. Longit $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{100}$ ““. Dann folgen Literaturangaben, die sich auf Veröffentlichungen LEIDY's beziehen. Zum Schluß heißt es dann: Habitaculum. In *Helicis albolabris*, tridentatae, et alternatae vasis seminalibus, Philadelphiae. *Helix nemoralis*, Vindobonae, Augusto (LEIDY). DIESING hat diese Angaben aus den Beschreibungen LEIDY's übernommen. Dieser hatte für die Flagellaten, die er in den Geschlechtsorganen von Heliciden fand, das Genus *Cryptobia* im Jahre 1846 aufgestellt (15). Seine ausführlichen Beschreibungen lassen erkennen, daß es sich um Trypanoplasmen handelte. Aber schon 1847 änderte LEIDY den Namen *Cryptobia* in *Cryptoicus*, da man mit *Cryptobium* schon einen Käfer bezeichnete. Er definierte (16): *Cryptoicus helicis*. Coloris expers; forma plerumque elongata, ellipsoidi, fusiformi vel Ovata; caudis duabus adversis, una longiori quam altera. Structura interna stomachos duos et granulos nmerosos parvos exhibit long. $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{100}$ lin. Habitat in spermateca vel „vessie copulatrice“ *Helicis albolabris*, tridentatae &c. et *Bulimi decollati*. DIESING scheint den neuen Namen *Cryptoicus* nicht gekannt zu haben. Er reihte auf Grund der Beschreibung, die LEIDY gab, die Flagellaten der Gattung *Bodo* EHRENBURG ein (1). Die Abbildungen von LEIDY legten auch diesen Gedanken sehr nahe. LEIDY (17, 18) nahm übrigens DIESING's Nomenklatur an. Nach unsern jetzigen Gesetzen muß der Autornamen aber LEIDY und nicht DIESING lauten, da wie wir sahen, LEIDY vier Jahre früher als DIESING den Beinamen *helicis* gab.

Die Heliciden, in denen LEIDY die Flagellaten beobachtete, sind mit Ausnahme von *Helix nemoralis* amerikanische Formen. Für *Helix pomatia* beschrieben meines Wissens zuerst KEFERSTEIN u. EHLERS (5) das Vorkommen parasitischer Flagellaten. Diese sind, wie ich glaube, identisch mit den von LEIDY beobachteten. Die Angaben v. KEFERSTEIN u. EHLERS wurden später allgemein übernommen, da diese Autoren eine genaue Vorstellung von der Gestalt der Flagellaten besaßen. Sie erkannten schon die undulierende Membran als eine Längskriste, ohne jedoch von der physiologischen Bedeutung nähere Kenntnis zu besitzen.

Lebensweise von *Trypanoplasma helici*.

Die Trypanoplasmen finden sich im Receptaculum seminis meist in Nestern zusammengehäuft. Sie suchen wahrscheinlich die flüssigkeitsreicheren Stellen der braunen Inhaltsmasse auf. Die Nester liegen meist in der Nähe des Epithels. Dies ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß dieses ein Sekret abscheidet, das den Spermatozoen zur Nahrung dienen soll. Während der Begattungszeit, wo viele Spermatozoen in dem Receptaculum vorhanden sind, ist dieses mit Flüssigkeit prall gefüllt, während diese später abnimmt. Es ist schon lange bekannt, daß ein großer Teil der im Receptaculum vorhandenen Spermatozoen nicht zur Befruchtung gelangt und dann allmählich zerfällt. Diese Zerfallsprodukte sind es wohl hauptsächlich, die den Trypanoplasmen während des größten Teils des Jahres zur Nahrung dienen. Von den Nestern in der Nähe des Epithels dringen sie in die Spalten der braunen Masse ein.

Außerhalb des Wirtstieres kann man die Trypanoplasmen eine Woche und länger am Leben erhalten, wenn man den Inhalt des Receptaculums mit Kochsalzlösung verreibt und für Durchlüftung dieses Gemisches sorgt. Auffällig ist, daß das Plasma abgestorbener Trypanoplasmen oft erst sehr langsam zerfällt, obwohl Bakterien in großen Mengen sich regelmäßig einstellen. In einem beobachteten Falle war keine Veränderung der äußeren Gestalt nach acht Tagen zu beobachten, obwohl schon nach 48 Stunden die Tiere keine Bewegungserscheinungen mehr zeigten.

Kochsalzlösung übte mitunter einen starken Reiz aus, derart, daß die ohnehin schon lebhaften Bewegungen noch zunahmen. Die Tiere kontrahierte sich auch mitunter so sehr, daß von ihrer typischen Gestalt bald nichts mehr zu erkennen war. Nach einiger Zeit gewöhnten sie sich aber meist an die Lösung. Während des Winters

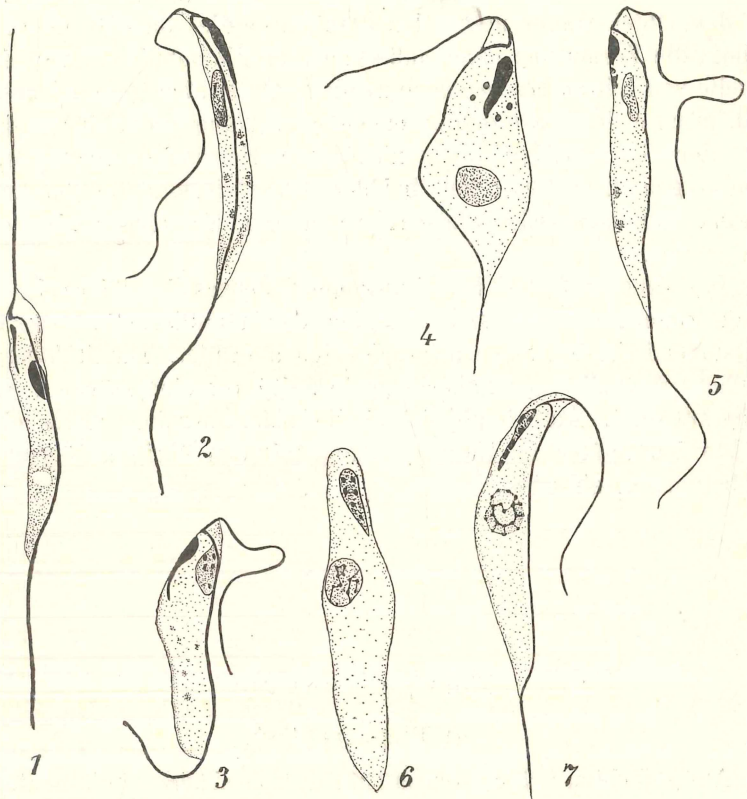
zeigten frisch geöffnete Receptacula nur selten lebende Trypanoplasmen. Daher wurde anfangs viel Material als unbrauchbar fortgeworfen, bis sich herausstellte, daß bei Zusatz von Kochsalzlösung sich bald Leben entwickelte. Nach etwa einer Stunde fanden sich in den meisten Fällen lebende Trypanoplasmen vor. Aus diesem Umstande und aus den später zu schildernden Kernverhältnissen schließe ich, daß die Flagellaten während des Winters einen Zustand herabgesetzter Bewegungsfähigkeit durchzumachen haben. Verständlich ist dies immerhin, wenn man bedenkt, daß das Wirtstier selber eine Ruheperiode durchmacht, bei der die Lebensfunktionen auf ein Minimum herabgesetzt sind. Gleichzeitig schrumpft das Receptaculum stark zusammen und sein Inhalt bildet eine ziemlich feste Masse. Die Lebensbedingungen werden also für die Trypanoplasmen recht ungünstig. Sie schränken daher ebenfalls ihre Lebensfunktionen ein. Ein völliges Ruhestadium, etwa eine Encystierung, ist nicht notwendig, da von außen keine Gefahr droht und Nahrung immerhin noch vorhanden ist.

Morphologie.

Das Cytoplasma und seine Einschlüsse.

Trypanoplasma helicis besitzt in ruhendem Zustande einen meist integralzeichenförmig gebogenen Körper (Fig. 1, 3), dessen Länge zwischen 15 und etwa 25 μ variiert. Vom Vorderende aus gerechnet nimmt seine Breite rasch zu, um dann nach hinten ganz allmählich abzunehmen. Im Durchschnitt mißt die Breite 1—3 μ . Der Körper ist nicht drehrund, sondern meist etwas abgeplattet. Die Farbe des Plasma ist durchscheinend mit einem grünlichen Schimmer. Das Plasma ist in der Hauptsache im mittleren Drittel des Tieres gelegen, also in der Gegend dicht hinter dem Kern. Präparate, die nach GIEMSA's Methode behandelt wurden, zeigen oft Flagellaten, deren Plasma einen alveolären Bau besitzt. Die Alveolen können bedeutende Durchmesser erlangen (Fig. 8, 11—13). Etwas gequetschte Exemplare lassen mitunter den sich rötlich färbenden Periplasten erkennen. An lebenden Tieren beobachtet man zwei, mitunter auch mehr stärker lichtbrechende Bläschen. Das eine derselben, dessen Umfang meist ziemlich beträchtlich ist und regelmäßig im hinteren Drittel des Flagellaten gelegen ist, glaube ich als Vakuole ansprechen

zu dürfen. Auf Präparaten, die mit Alkohol behandelt wurden, ist sie natürlich nicht mehr zu erkennen. Das vordere, regelmäßig sichtbare Bläschen entspricht nach Lage und Größe dem Kern. Diese beiden stärker lichtbrechenden Gebilde hatte auch schon LEIDY beobachtet und auf seinen Abbildungen angedeutet. In gefärbten Trypanoplasmen kann man oft eine ganze Anzahl Granulationen erkennen, die sich teils blau, teils rot färben. Die Größe solcher Gebilde ist manchmal eine recht beträchtliche. Oft sind mehrere solcher Granula zu einer Gruppe vereint (Fig. 2, 5). Sie fehlen fast immer



im vorderen Drittel des Körpers. In einzelnen Fällen waren sie aber auch gleichmäßig über die ganze Zelle verteilt und da sie, was Farbe und Aussehen anbelangt, den Chromatinpartikeln glichen, so erhielt man das Bild eines Chromidiums (Fig. 16). Ob nun die Granula aus Chromatin bestanden oder ob es sich um Stoffwechselprodukte oder ähnliche Dinge handelte, das will ich nicht entscheiden.

Ich will hier nur auf eine Eigentümlichkeit der GIEMSA'schen Färbemethode aufmerksam machen. Alle rot gefärbten Partien nehmen bei stärkerer Vergrößerung einen mehr bläulichen Ton an. So kann es vorkommen, daß intensiv rot gefärbte Granula bei starker Vergrößerung blau erscheinen.

LÉGER (13) beobachtete bei *Trypanoplasma varium* neben den normalerweise vorkommenden Granulationen kleine regelmäßig gestaltete Körperchen, die er für Parasiten hielt, weil er sah, daß sie im Augenblick der Fixierung den Wirt verließen. Bei *Trypanoplasma helicis* fand ich mitunter ähnliche regelmäßige Gebilde. Da auf dem Objektträger neben den Flagellaten dieselben Granula lagen, so liegt die Vermutung nahe, daß es sich um die nämliche Erscheinung wie die von LÉGER beschriebene handelt. Ob es aber gerade Parasiten sind, möchte doch zweifelhaft erscheinen. Näher liegt der Gedanke, daß hier Granula von einer ziemlichen Konsistenz vorliegen, die eben wegen ihrer Festigkeit bei der Konservierung aus dem zarten Plasma herausgepreßt werden, wenn der Zellkörper sich etwas kontrahiert.

In bezug auf die Verteilung des Plasmas im Tiere ist noch hinzuzufügen, daß es sich an der der undulierenden Membran gegenüberliegenden Seite am dichtesten anordnet. Damit hängt zusammen, daß die gegenüberliegende Seite oft eine stärkere Krümmung aufweist. Auf die physiologische Bedeutung dieser Erscheinung möchte ich später im Zusammenhang mit den übrigen Bewegungserscheinungen eingehen.

Bewegungsorgane.

a) Blepharoplast.

Auf gefärbten Präparaten fallen sofort zwei äußerst chromatophile Körper in die Augen (Fig. 1 und folgende), deren Lage zueinander oft beträchtlich variiert, je nach der Gestalt, die die Trypanoplasmen gerade besitzen. In langgestreckten Tieren liegen beide meist dicht nebeneinander im ersten Drittel der Zelle (Fig. 1—3).

In bezug auf die Gestalt wäre zu sagen, daß das eine Gebilde meist kreisrund oder ellipsenförmig erscheint (Fig. 1—7 und folgende). Doch kann es auch andere Formen annehmen. Es färbt sich hell-

bis dunkelrot und ist seiner physiologischen Bedeutung nach der Zellkern oder besser der Hauptkern. Das andere Gebilde ist regelmäßig um einige Nuancen dunkler gefärbt. Es erscheint daher rot bis violett. Da es wahrscheinlich mit den Geißeln in Beziehung steht, so will ich es in Analogie zu den Trypanosomen Blepharoplast nennen. Er ist meist langgestreckt (Fig. 1 und folgende), sein Vorderende dicker als das hintere. So erscheint er stab- oder keulenförmig. Er liegt oft in seiner ganzen Länge dem Plasmarande an (Fig. 2). Alle bisherigen Angaben über die Lagebeziehungen von Kern und Blepharoplast gelten nur für langgestreckte Tiere. Bei der geringsten Kontraktion ändert sich sofort das Bild (Fig. 4 und 6).

Der Blepharoplast läßt infolge seiner intensiven Färbbarkeit gewöhnlich keine feinere Struktur an sich erkennen. LÉGER (12, 14) beobachtete, daß bei den von ihm untersuchten Trypanoplasmen der Blepharoplast mitunter aus mehreren Stücken bestand, die scheinbar durch Transversalteilung aus einem langgestreckten Blepharoplasten entstanden waren. Ähnliches fand sich bei *Trypanoplasma helici* ziemlich häufig (Fig. 5). Vier und mehr hintereinander gereihten Teilstücke waren keine Seltenheit. In einem Falle konnte ich neun Teilstücke erkennen, ein großes und acht kleine. Da neben der Querteilung auch ziemlich häufig Längsteilung auftritt, so könnte es sich bei beiden Vorgängen um Fortpflanzungsstadien handeln. Wahrscheinlich aber findet bei der Querteilung auch eine Reduktion der chromatischen Elemente statt. Besonders dann ist diese wohl die alleinige Ursache, wenn eine Abschnürung am dünnen Hinterende eintritt (Fig. 5). Andererseits darf nicht übersehen werden, daß es überhaupt schwer zu entscheiden ist, ob die Teilstücke vom Blepharoplasten herrühren. Wie schon erwähnt, kommt die intensive Färbbarkeit auch allen möglichen Granulationen zu, deren Bedeutung meistens unklar ist. Was dagegen die Längsteilung anbelangt, so ließ sich ihr Zusammenhang mit der Zellteilung sicher nachweisen.

Besonders günstige Objekte ließen deutlich eine Struktur des Blepharoplasten erkennen. In einer stark färbbaren Grundsubstanz liegen noch intensiver gefärbte Granula (Fig. 6—7, 38, 40 und 41). Die einzelnen Körnchen sind oft durch Fäden miteinander verbunden, genau wie die Chromatinkörner des Kernes. Diese Erscheinung tritt auch auf Schnitten zutage. Die einzelnen Granula liegen entweder peripher oder wabig verteilt oder auch hintereinander gereiht (Fig. 6, 7, 38). Meiner Ansicht nach darf man solchen Verschiedenheiten keine allzugroße Bedeutung beimessen, da bei der enormen Mannigfaltigkeit der bei der Konservierung erhaltenen Bilder auch

der Blepharoplast in immer wechselnden Formen erscheint und daher auch seine Bestandteile verschieden angeordnet sind.

Da die Granula stärker das Licht brechen als die übrige Substanz des Blepharoplasten, so kann man sie bei intensiver Beleuchtung auch an sonst ganz undurchsichtigen Objekten erkennen. Ihre Zahl schwankt sehr. KEYSSELITZ (7) schreibt, daß die dunkleren Granula gelegentlich aus dem Blepharoplasten ausgestoßen werden können. Ich mache darauf aufmerksam, daß es sich in Fig. 4 um eine ähnliche Erscheinung handeln kann, da die um den Blepharoplasten herumliegenden Granula an Größe etwa denen im Blepharoplasten selber entsprechen. Eine Membran, die den Blepharoplasten nach Art einer Kernmembran umgibt, glaube ich bestimmt gefunden zu haben (Fig. 6, 7). Daß diese großen Granula immer in den Blepharoplasten vorkommen und nur durch die stark gefärbte Grundsubstanz verdeckt werden, glaube ich keineswegs. Vielmehr bin ich der Ansicht, daß gewöhnlich ein Maschenwerk mit fein verteiltem Chromatin etwa wie in Fig. 40 vorhanden ist. Zeitweise unter gewissen Umständen treten nun größere Granula auf, die durch Zusammenballen chromatischer Elemente entstanden sind. Die Bedeutung dieses Vorganges ist mir nicht genau bekannt. Doch liegt die Vermutung sehr nahe, daß es sich um regulatorische Vorgänge handelt. So läßt es sich auch erklären, warum die Zahl solcher Granula so verschieden ist, kommt es doch vor, daß in einem sonst homogen gefärbten Blepharoplasten nur ein bis zwei solcher Chromatinansammlungen gelegen sind.

Aus seinem Bau kann man mit einiger Sicherheit auf die Kernnatur des Blepharoplasten schließen. Solche Beweise, wie sie SCHAUDINN (26) gegeben hat, besitze ich nicht; sie sind bisher für Trypanoplasmen auch noch nicht gefunden worden. Wenn der Blepharoplast in ähnlicher Weise aus dem Hauptkern hervorgegangen sein sollte, wie dies bei *Haemoproteus noctuae* der Fall ist, so müßte in diesem Falle der Blepharoplast die Hauptmasse des Chromatins mit bekommen haben. Mir erscheint dieser Vorgang wenig wahrscheinlich. Im übrigen mache ich darauf aufmerksam, daß, wie oben ausführlich erörtert wurde, die Verwandtschaft zwischen Trypanoplasmen und Trypanosomen keine allzu nahe ist, es sich daher erübrigt, Analogien zwischen beiden Geschlechtern herzustellen, nach der Art wie es bei Betrachtungen über Trypanosomen angebracht ist.

b) Geißel, Saumgeißel und undulierende Membran.

Der Geißelanfang liegt unmittelbar vor dem Blepharoplasten. Die Geißeln enden frei, doch so nahe dem Geißelkern (wie man den Blepharoplasten auch genannt hat), daß sie oft scheinbar demselben entspringen. Kleine Anschwellungen an der Ursprungsstelle ließen sich nur ganz ausnahmsweise beobachten und zwar bei Fortpflanzungsstadien (Fig. 34). Gewöhnlich verlaufen beide Geißeln im Anfang so nahe nebeneinander, daß das Mikroskop nur eine Linie zeigt. Die kleinen Anschwellungen, die wohl an die Basalkörner der Cilien oder die Centrosome der Spermatozoen erinnern, spielen bekanntlich in der Literatur eine Rolle, seitdem SCHAUDINN (26) das Entstehen der Geißel durch Teilung eines Kernfragmentes beschrieb. Man (8) schließt nun auf einen ähnlichen Ursprung in den Fällen, wo es noch nicht nachgewiesen wurde, aus dem Vorhandensein der beiden Verdickungen. Für meine Person neige ich eher der älteren Ansicht DOFLEIN'S (2) über die Entstehung der undulierenden Membran zu, da dessen Anschauung, wie später auseinandergesetzt wird, mit den Verhältnissen bei *Trypanoplasma helici* besser zusammenstimmt.

Trotzdem man meist einen getrennten Anfang der Geißeln nicht beobachten kann, so nehme ich denselben doch an auf Grund der Erscheinungen, die während der Neubildung der einen Geißel bei der Längsteilung zutage treten. Grade bei Fortpflanzungsstadien ist die doppelte Geißelursprungsstelle deswegen leicht zu erkennen, weil die Insertionspunkte auseinander rücken. Beide Geißeln verlaufen anfangs parallel oder die Saumgeißel tritt unter einem spitzen Winkel an sie heran (Fig. 1—5 und 7). Eine erstreckt sich nun gerade nach der Körperspitze zu, um alsbald frei zu werden, während die andere nach hinten umbiegt, um, den Rand der undulierenden Membran bildend, fast den ganzen Körper entlang zu verlaufen und dann ebenfalls frei zu enden (Fig. 1 und folgende). Die hintere Körperspitze ist frei von der undulierenden Membran. Die vordere Geißel verhält sich in bezug auf ihre Länge proportional dem übrigen Zellkörper. Sie mißt etwa $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge. Das freie Ende der Saumgeißel ist dagegen, was seine Länge anbetrifft, starken Schwankungen unterworfen. Meist ist die vordere Geißel kräftiger als die hintere. Dickenunterschiede treten in ihrem ganzen Verlaufe nicht auf. Die Geißeln bestehen aus stark lichtbrechender Substanz. Mit Azur-Eosin färben sie sich in günstigen Fällen intensiv rot.

Die undulierende Membran ist an lebenden Tieren nur schwer

zu erkennen. Sie besteht aus einer dünnen Lamelle von durchsichtiger einschlußfreier Substanz. Ihre Grenze gegen das übrige Plasma ist nur schwer festzustellen. Ihre Verbindung mit der Saumgeißel ist eine sehr zarte, weshalb sie bei der Konservierung leicht durchreißt.

Die vordere freie Geißel umsäumt auch eine Plasmapartie (Fig. 1—3), die meist ganz homogen erscheint. Sie ist, da die Geißel während der Bewegung nach hinten umgeschlagen wird, stark gekrümmt. Es handelt sich hier um eine leicht bewegliche Plasmamasse, die der Geißelbewegung keinen Widerstand entgegensetzt. Sie scheint dem *Trypanoplasma heliciis* eigentümlich zu sein, denn bei anderen Trypanoplasmen endet die Geißel sofort frei, während sie hier mitunter 3—4 μ im Zellkörper verläuft.

Eine große Rolle spielen bei den Trypanosomen nach den Angaben der Autoren die Myoneme die oft in konstanter Anzahl den Körper durchziehen sollen (26, 23, 7). Die Existenz solcher Muskelfibrillen ist für *Trypanoplasma heliciis* nur schwer nachzuweisen, da ähnliche Bildungen sich nur an sehr stark gefärbten Exemplaren nachweisen lassen. Die Gefahr einer Verwechslung ist hierbei zu groß, als daß ich mich verleiten ließe, bestimmte Angaben über diesen Punkt zu machen. Wahrscheinlich geht eine starke Fibrille von dem Blepharoplasten aus und durchzieht den ganzen Körper bis zu seinem hinteren Ende.

Bewegungsphysiologie.

Beim Schwimmen ist die freie vordere Geißel nach hinten umgeschlagen. Sie führt schraubenförmige Bewegungen aus und schlägt von Zeit zu Zeit auch in derselben Ebene hin und her. Letztere Art der Bewegung erfolgt besonders dann, wenn dem Flagellaten sich Hindernisse in den Weg stellen. Durch mehrfaches Anschlagen bekommen dann die Tiere eine andere Bewegungsrichtung. Die undulierende Membran führt dauernd Wellenbewegungen aus, die über die ganze Membran hinweglaufen. Sie werden hervorgerufen durch die Saumgeißel, die die ansitzende Plasmalamelle mit sich hin und hernimmt. Die Bewegung der Saumgeißel pflanzt sich auf das freie Ende fort. Bei der lebhaften Bewegung der Geißeln müßte der ganze Zellkörper eigentlich andauernd seine Gestalt ändern, wenn nicht die eigentümliche Anordnung des Plasmas dies verhinderte. Die Partien, die von der undulierenden Membran abgewendet sind, besitzen größeren Plasmagehalt. Hingegen sind die

von der Geißel und Saumgeißel in Mitleidenschaft gezogenen Partien arm an plasmatischer Substanz. Dadurch erst können Geißel und undulierende Membran als Bewegungsorgane dienen. Die plasmareichen Partien geben dem ganzen Körper eine gewisse Festigkeit während die übrigen Partien den Bewegungsorganen geringen Widerstand leisten.

Die lebhaften Gestaltsänderungen, deren die Trypanoplasmen fähig sind, hat schon LEIDY ausführlich beschrieben (15): Its varied form and movements are curious to observe; at one moment globular, then oval; ovate, fusiform, sigmoid, crescentic, it appears as if it would outvie the kaleidoscope in its changes. The motions are vibratile, rotary, with a lateral progression, or whirling in circles like the insect Gyrinus. Auf den ersten Blick erscheint es kaum wahrscheinlich, daß jene verknäuelten, dann wieder schraubenförmig gewundenen Massen, dieselben schlanken Trypanoplasmen darstellen, wie man sie gewöhnlich antrifft. Unbewegliche, leblose, kreisrunde Scheiben werden plötzlich zu typischen Trypanoplasmen. Vgl. KEYSSELITZ (7). Meist lassen solche Formen zuerst an dem Ende der Saumgeißel Bewegung erkennen. Dann folgt langsam die undulierende Membran, zuletzt die freie Geißel. Diese bildet in der Hauptsache wohl den Steuerapparat. Ich möchte sie, da ihr unteres Ende schraubenförmige Bewegungen ausführt, mit der beweglichen Welle samt Schraube der primitiven Motorboote vergleichen, bei denen an Stelle des Steuers der ganze Motor mit Schraube gedreht wird.

Außer dieser Art der Fortbewegung, die durch Geißel und undulierende Membran hervorgerufen ist, können die Trypanoplasmen auch durch Kontraktion und plötzliches Hervorschwellen nach einer Seite ihre Lage ändern. Auch eine amöboide Bewegung kommt mitunter vor. Eine Körperhälfte kann völlig kontrahiert erscheinen, während die andere das Aussehen eines typischen Trypanoplasma besitzt. Die Wellenbewegungen der undulierenden Membran sind in der Körpermitte am kräftigsten, während sie nach hinten zu abnehmen. Bei der Ortsveränderung im hindernisfreien Medium rotiert der Körper um seine eigene Achse. Ich möchte an dieser Stelle nicht verfehlen auf die entsprechenden Beobachtungen von KEYSSELITZ (7) hinzuweisen, die den meinigen in vieler Hinsicht ähnlich sind.

Nach KEYSSELITZ (7) kommt die Gradstreckung des Trypanoplasmenkörpers durch die Streckung der Saumgeißel zustande. Die Geißel ist also der Antagonist der Muskelfibrille. Meine eigenen Beobachtungen bestätigen diese Ansicht.

Kernstruktur.

Wie schon früher erwähnt wurde, stellt der Kern in lebenden Tieren ein rundliches oder ovales Bläschen dar. Einzelheiten einer inneren Struktur läßt dieses nicht erkennen. Um so verschiedenartiger sind die Bilder, die man durch gefärbte Präparate erhält. Man hat sich bemüht, für die einzelnen Trypanosomenspezies einen Normaltypus des Kernes festzustellen (26, 7, 23), indem man als besonderes Charakteristikum die 8-Zahl der Chromosome bezeichnete und daraus dann weitgehende Schlüsse zog. In ähnlicher Weise hat KEYSSELITZ (7) auch für *Trypanoplasma borreli* eine Kernform beschrieben, bei der 8 Chromatinstäbe radiär um einen Binnenkörper angeordnet sind. Eine ganz ähnliche Erscheinung konnte ich auch bei *Trypanoplasma heliciis* beobachten, und zwar bei geißellosen ookinetenartigen Formen. Es wäre dies also in bezug auf das Vorkommen eine Analogie mit den Verhältnissen bei *Haemoproteus noctuae*. Ein fundamentaler Unterschied ist aber insofern vorhanden, als es sich hier bei *Trypanoplasma heliciis* um 5 Chromatinstäbchen handelt (Fig. 9—12, 16, 21, 43). Relativ häufig findet man Kerne, in deren Mitte 5 Chromatinkörnchen liegen, die durch stark färbbare Fäden zu einem Ringe verbunden sind (Fig. 9, 10). Seltener gehen von diesen Körnchen nach außen radiär gestellte Fäden. Der zentrale Chromatinring erscheint dann wie an der Kernperipherie aufgehängt. (Fig. 12). Die Berührungspunkte der radiären Fäden mit der Kernperipherie erscheinen mitunter verdickt (Fig. 7), und zwar derart, daß sie zusammen mit den entsprechenden zentralen Körnchen das Bild einer Hantel abgeben (Fig. 16). KEYSSELITZ (7), der Ähnliches bei *Trypanoplasma borreli* fand, sprach diese Gebilde als Chromosome an, indem er sich auf die Verhältnisse bei der Fortpflanzung stützt. Für meinen Fall kann die Bezeichnung „Chromosom“ nicht in Betracht kommen, denn sie spielen bei der Fortpflanzung keine Rolle. „Diese offenbar nur auf gewissen Entwicklungsstadien nicht aber dauernd individualisierten Chromosome können sich vielmehr allem Anschein nach auflösen und so zur Entstehung einer größeren Anzahl Chromatinkörner führen“ (LÜHE (19)). Diese Ansicht, die sich auf die Untersuchungen von PROWAZEK (23) über *Trypanosoma lewisi* bezieht, glaube ich durch die Befunde bei *Trypanoplasma heliciis* bestätigen zu können. Die Bezeichnung „Chromosom“ muß dagegen hier fallen gelassen werden. Man vergleiche hierzu die Ausführung von SALVIN-MOORE und A. BREINL (pag. 466 und folgende), die das Vorhandensein von Chromosomen für *Trypanosoma lewisi* (PROWAZEK 23)

und andere Trypanosomen in Abrede stellen. Bei *Trypanoplasma heliciis* beträgt die Zahl der radiär verlaufenden Fäden meist 6 und mehr (Fig. 10—12, 43). Formen, wie sie etwa Fig. 10 zeigt, bilden vielleicht einen Übergang zu Kernen wie in (Fig. 7). Hier hat sich auch die Zahl der zentral gelegenen Körnchen vermehrt und die ringförmige Anordnung ist teilweise aufgegeben. Setzt sich dieser Vorgang weiter fort, so erhält man schließlich das Bild eines gleichmäßigen Maschenwerkes (Fig. 34), an dessen Knoten die Chromatinkügelchen gelagert sind. Steigert sich die Anzahl der Maschen ins Ungemessene, so entstehen Kerne mit staubförmig verteiltem Chromatin, wie sie in den meisten Fällen zu beobachten sind (vgl. die Figuren). Ein besonderer Innenkörper, der dem bei Trypanosomen häufig, wenn auch nicht immer gefundenen Caryosom entspräche, ist bei *Trypanoplasma heliciis* nicht vorhanden. Wohl zeigen Präparate, die mit Eisenhämatoxylin behandelt wurden mitunter im Zentrum einen großen intensiv gefärbten Körper, von dem aus Strahlen nach der Peripherie gehen. Bei der Behandlung mit Azur-Eosin liegt an der entsprechenden Stelle der zentrale Chromatinring mit dem von ihm eingeschlossenen hellrot färbbaren Kreise (Fig 9). Die Ursache für diese Verschiedenartigkeit liegt sehr wahrscheinlich in der Färbemethode begründet. Auf keinen Fall kann es sich aber um ein Caryosom handeln, das dem bei Trypanosomen gefundenen analog sei, denn diese färben sich bekanntlich immer intensiver als ihre Umgebung.

Der Kern ist gegen das Zellplasma durch eine ziemlich kräftige Membran abgegrenzt. Diese färbt sich mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz, so daß sie die innere Struktur der so behandelten Kerne verdeckt. Nach Anwendung der GIEMSA'schen Methode erscheint sie rötlich durchscheinend. Auf Schnitten erkennt man sie als einen kräftigen Ring um den Kern.

Verschiedene Formen des *Trypanoplasma heliciis*.

a) Formen mit wohlausgebildetem Kern und Blepharoplasten.

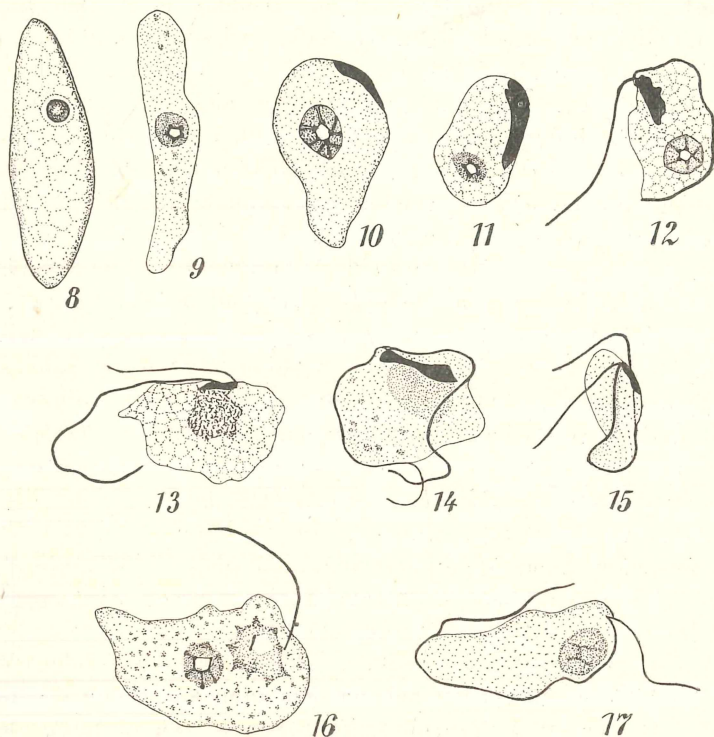
Über diesen Typus kann ich mich kurz fassen. Für ihn gilt im wesentlichen alles das, was bisher in bezug auf die Morphologie

erörtert wurde. Sein Hauptmerkmal ist die Doppelkernigkeit. An dieser Stelle will ich nur noch etwas näher auf die Größenunterschiede und die damit in Zusammenhang stehenden Verschiedenheiten eingehen. Sehr lange Tiere, deren Körper 25 μ und noch mehr mißt, finden sich immer vereinzelt zwischen kleineren Exemplaren. Zahlreich treten sie während der Begattungszeit der Wirtstiere auf. Sie kommen wahrscheinlich durch langes Wachstum ohne Teilung zustande, wovon nicht zum geringsten der gute Ernährungszustand des Wirtes die Ursache ist. Die kleinen Formen sind wahrscheinlich aus ihnen durch sukzessive Teilungen hervorgegangen. Diese großen Trypanoplasmen (Fig. 41—43 gehören hierher) färben sich meist mehr rötlich, als es sonst zu geschehen pflegt. Ihr Körper ist auch stärker abgeplattet. Kontrahierte Formen erscheinen kreisrund (Fig. 43). Der Blepharoplast besitzt entsprechenden großen Umfang. Er ist oft keulenförmig gestaltet, doch häufig an beiden Enden auch verdickt (Fig. 41, 42). Ebenso wie der Blepharoplast besitzt auch der Kern eine größere Ausdehnung wie gewöhnlich. Er schmiegt sich dem Geißelkern nicht so eng an (Fig. 41, 43). Die Chromatinteilchen sind gleichmäßig über den ganzen Kern verteilt. Mitunter sind Verbindungsfasern vorhanden (Fig. 43). Allein auf Grund der verschiedenen Größe des Blepharoplasten und Kernes sowie des ganzen Zelleibes einen Unterschied in der physiologischen Bedeutung konstruieren zu wollen, ist unstatthaft. Zu einer solchen Unterscheidung sind noch weitere Merkmale notwendig, zumal, da zwischen den großen und kleinen Formen oft alle Übergänge vorhanden sind (vgl. (24) pag. 451). Daher rechne ich die großen Formen einfach zur Gruppe der gewöhnlichen Trypanoplasmen.

In bezug auf die Figuren möchte hier der Einwand gemacht werden, daß die beschriebenen Abweichungen gegenüber dem früher Erwähnten durch Kontraktions- und Zerrungserscheinungen bedingt seien. Jedoch ist dies nicht sehr wahrscheinlich, zumal, da die abgeplatteten Formen meist an den dünnsten Stellen der Präparate liegen, wo die Osmiumdämpfe am intensivsten einwirken mußten. Ich möchte eher glauben, daß diese Art Trypanoplasmen eine größere Empfindlichkeit gegen äußere Reize besitzt. Im übrigen erinnert ihr Verhalten gegen Farbstoffe, das Auftreten von Vakuolen beim Konservieren an die von KEYSSELITZ (pag. 45) in Fig. 67—70 abgebildeten Formen, so daß ich annehme, daß es sich um entsprechende Stadien handelt, zumal der Zusammenhang jener Formen von *Trypanoplasma borreli* mit den Conjugationsstadien keineswegs geklärt ist.

b) Geißellose Formen mit und ohne Blepharoplast.

Formen dieser Art fanden sich zu Beginn des Winters, also dann, wenn der Winterschlaf der Schnecke begann. Fig. 8 zeigt uns ein nach dem Leben gezeichnetes Trypanoplasma aus dieser Zeit. Seine Länge beträgt ohne Geißel $17\ \mu$. Es besitzt keinerlei Bewegungsorgane. In der vorderen Hälfte liegt ein im Leben stark lichtbrechendes Bläschen. Um dasselbe zieht sich eine helle Zone. Das grünlich schimmernde Plasma zeigt deutlich Wabenstruktur.



Das Bläschen erscheint homogen ohne besondere Struktur. Formen dieser Art fanden sich nicht selten. Ihrem äußeren Habitus nach besitzen sie viel mehr Ähnlichkeit mit einem Coccidium als mit einem Trypanoplasma. Für ihren Kern ist das zentrale Chromatinfünckchen charakteristisch, dessen Fläche aus einer hellen färbbaren Substanz besteht. Der Blepharoplast ist nicht mehr vorhanden. Er wurde jedenfalls vom Plasma aufgelöst und resorbiert. Fig. 9 enthält einige Granulationen, die sich als die Reste des aufgelösten Ble-

pharoplasten ansprechen lassen. Meiner Ansicht nach geht dieser Vorgang folgendermaßen vonstatten. Trypanoplasmen von gewöhnlichem Bau (Fig. 12) bilden zuerst das freie Ende der Saumgeißel zurück. Ihr Geißelkern nimmt an Größe zu und erscheint stark gefärbt. Schließlich findet man Blepharoplasten, die hinsichtlich ihrer Größe in keinem rechten Verhältnis zur Zelle mehr stehen (Fig. 11). Dieser Vorgang ist wohl als Quellung aufzufassen. Die Geißel und undulierende Membran wird unterdessen ebenfalls rückgebildet. Der verquollene Geißelkern zerfällt, indem das Plasma ihn gewissermaßen aufsaugt (Fig. 16). Seine Reste liegen alsdann im Plasma verteilt, um schließlich zu verschwinden (Fig. 9). Diese Rückbildung kann sich übrigens auch abspielen, ohne daß die Bewegungsorgane verschwinden müssen. Ein solcher Fall findet sich in Figur 17.

Die Rückbildung und das Verschwinden des Blepharoplasten habe ich an lebenden Tieren nicht beobachten können. Ich vermag daher nicht anzugeben, in welcher Reihenfolge sich der Prozeß abspielte. Denn ebensogut, wie man eine Rückbildung annimmt, kann man aus dem gegebenen Material eine Neubildung des Blepharoplasten etwa aus dem im Plasma verteilten Chromatin konstruieren, also die Rückbildung eines Kernes aus einem Chromidium (vgl. Fig. 16). Die blepharoplastlosen Formen stehen keineswegs ohne Analogie in der Trypanosomenforschung da. Sie entsprechen ihrer Kernbeschaffenheit nach den weiblichen Trypanosomen, wie sie bei *Trypanosoma noctuae* von SCHAUDINN beschrieben wurden (26), noch besser aber den rückgebildeten weiblichen Formen (ich benutze hier die Bezeichnungen von LÜHE (19) pag. 158). Gleich diesen weiblichen Formen haben sie neben dem Blepharoplasten auch den Geißelapparat eingebüßt. Was aus den soeben beschriebenen Formen wird, weiß ich nicht. Da sie zu Beginn des Winterschlafes des Wirtstieres auftreten, könnte man an Dauerformen denken. Bei *Trypanosoma noctuae* treten die rückgebildeten Weibchen bekanntlich dann auf, wenn die Mücke hungert. Bei erneuter Nahrungszufuhr spielt sich alsdann ein von SCHAUDINN Parthenogenesis genannter Vorgang ab, nach deren Verlauf eine starke Vermehrungsperiode einsetzt. Vielleicht haben die für *Trypanoplasma helici*s beschriebenen Formen eine ähnliche Bedeutung.

c) Formen mit rückgebildetem Kern.

Als dritten Typus möchte ich die Formen anreihen, bei denen nicht der Blepharoplast, sondern der Hauptkern eine Umbildung erlitten hat. Im Hochsommer fanden sich derartig veränderte Trypano-

plasmen oft in großen Mengen (Fig. 13—15). Es lassen sich alle Übergänge von einem Kern mit ganz fein verteiltem Chromatin (Fig. 13) bis zu einer chromidienartigen Auflösung (Fig. 14—15) beobachten. Eine völlige Auflösung des Kernes, derart, daß nichts mehr von ihm zu erkennen wäre, tritt nicht ein. Es bleibt immer die Stelle, wo er lag, durch fein verteiltes Chromatin gerade noch angedeutet. Das abgegebene Chromatin wird vom Plasma in sich aufgenommen. Beide Geißeln und die undulierende Membran bleiben unverändert erhalten. Mehr vermag ich über die Morphologie dieser Formen nicht auszusagen. Sie waren mir anfangs bei meinen Untersuchungen entgangen, so daß ich lebende Exemplare keiner genaueren Betrachtung unterzog.

Die Rückbildung des Hauptkernes ist an sich recht auffallend. Aber ich erinnere daran, daß z. B. SCHAUDINN etwas ganz Analoges für *Trypanosoma noctuae* (26) beschrieb. Hier erleidet bei der Ausdifferenzierung der männlichen Formen aus dem Ookineten der Kern ebenfalls eine völlige Rückbildung. Kern und Blepharoplast der männlichen Trypanosomen sind allein aus dem Blepharoplastteile des Ookinetenkerns hervorgegangen. Ähnliche Erscheinungen bei *Herpetomonas muscae-domesticae* und *Trypanosoma lewisi* hat PROWAZEK dazu benutzt, den männlichen Charakter der betreffenden Formen zu begründen (22, 23). Da mir die unbedingt notwendige Beobachtung der Copulation fehlt, so vermag ich nicht zu sagen, ob die fraglichen Formen tatsächlich männliche Trypanoplasmen sind. Die Beschaffenheit des Kernapparates, ebenso ein rein äußerlicher Grund, nämlich ihre durchweg sehr geringe Körpergröße und die Zeit ihres Auftretens im Hochsommer, spricht dafür. Man müßte dann annehmen, daß durch Teilung der Blepharoplast den Zellkern aus sich hervorgehen läßt. Die erwähnten Formen erscheinen nach der Copulation der Schnecke und es könnten vielleicht in dem neuen Wirt nach der Copulation der Trypanoplasmen eine intensive Vermehrung einsetzen.

Ehe ich mich der Beschreibung der Fortpflanzung zuwende, möchte ich vorerst einige Bemerkungen über die Schwierigkeit, die sich der Beobachtung in dieser Beziehung bietet, voraussenden. Bei *Trypanoplasma helici* dürfte sich kein Zwischenwirt vorfinden. Wenigstens scheint er, wie später noch gezeigt werden soll, für eine Übertragung von Wirt zu Wirt nicht erforderlich zu sein. Alle Entwicklungsstadien werden also in demselben Tiere durchlaufen und, da sie mit den gewöhnlichen Formen vermischt vorkommen, so dürften kleine Unterschiede zwischen einzelnen Formen nur schwer zu finden sein.

Nur die Extreme fallen dem Beobachter in die Augen. Ihr Zusammenhang mit den unveränderten Formen läßt sich, da die Trypanoplasmen für Untersuchungen in lebendem Zustande kein geeignetes Objekt sind, nur vermutungsweise feststellen. Es fanden sich mancherlei Formen, von denen ich drei beschrieben habe. Neben diesen erhielt ich Bilder, die das Vorkommen einer Copulation mit gleichzeitiger Reduktion wahrscheinlich machen. Ich gehe absichtlich auf diese Verhältnisse nicht näher ein aus dem schon mehrfach erwähnten Grunde, nämlich weil mir die Kontrolle aller dieser Vorgänge an lebenden Objekten fehlt. Deswegen konstruierte ich auch keinen Entwicklungszyklus. Das Vorhandensein eines Generations- und Wirtswechsels bei *Trypanosoma noctuae* macht mir das Vorhandensein eines ebensolchen Vorganges bei *Trypanoplasma helici*s noch nicht wahrscheinlich. An dieser Stelle verweise ich wiederum auf die oben erwähnte Arbeit von SALVIN-MOORE u. BREINL, deren Grundgedanken in gewissem Sinne in die Worte ausklingt: „We have found that the often asserted existence of these three types in the blood, a suggestion originating chiefly from SCHAUDINN, is totally misleading.“ Solange nicht eine wirkliche Serie von Beobachtungen am lebenden Tiere vorliegt, soll man sich hüten, einen Entwicklungszyklus zu konstruieren.

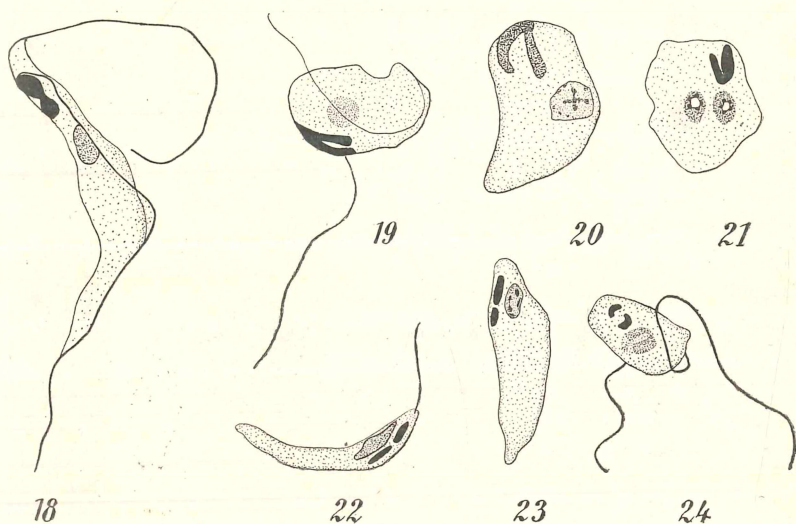
Längsteilung.

Am lebenden Objekt konnte ich diesen Vorgang nicht beobachten. Auch auf Ausstrichen sind Teilungsstadien ziemlich selten. Es zeigte sich ein Unterschied je nach der Art der Formen, bei denen die Teilung stattfand. Auffällig ist, daß sich in bezug auf die Zeitfolgen der einzelnen Vorgänge nichts Genaues sagen läßt. Die Verdopplung des Blepharoplasten kann der des Kernes vorausseilen und umgekehrt. Beide können sich auch gleichzeitig teilen. Die Zellteilung aber tritt erst dann ein, wenn Kern und Blepharoplast sich geteilt haben und die Geißeln neugebildet sind. Ebensolche Unregelmäßigkeiten wurden auch von KEYSSELITZ (7) beobachtet und für Trypanosomen sind die gleichen Verhältnisse angegeben worden (vgl. LÜHE (19).)

a) Blepharoplastteilung.

Während dieses Vorganges läßt sich an dem Geißelkern keine feinere Struktur erkennen. Die Teilung ist, wie aus den Figuren

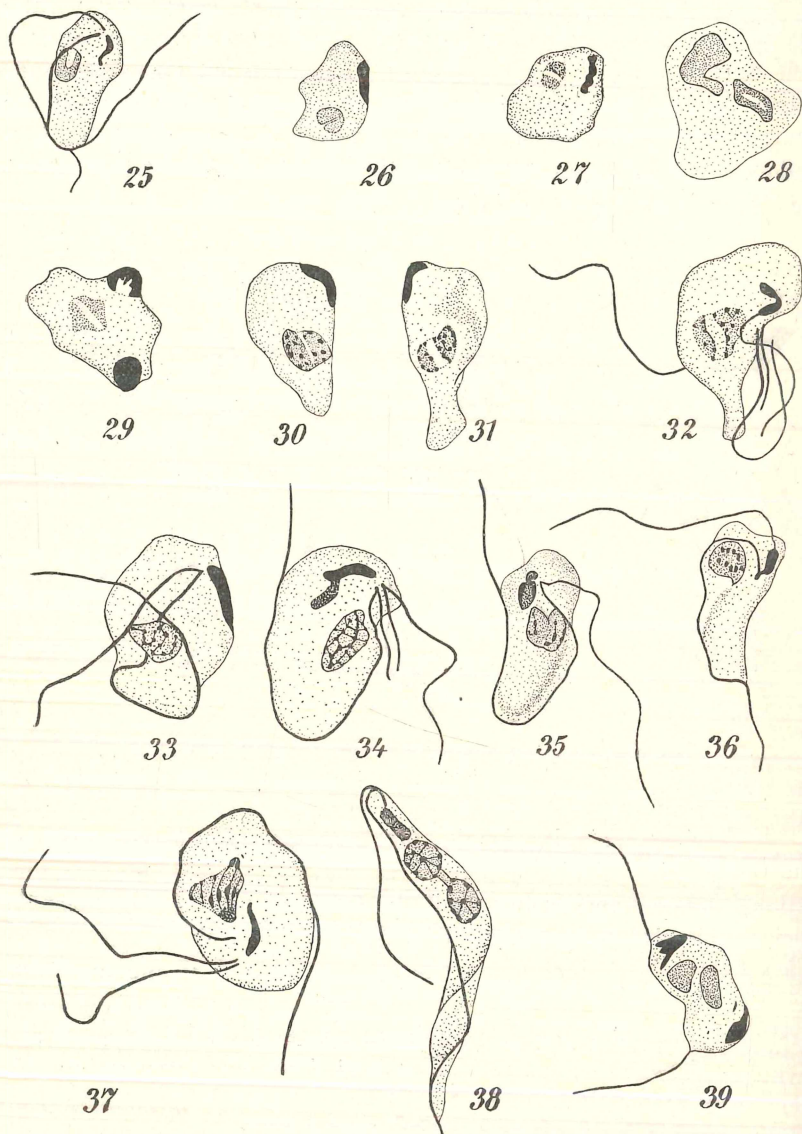
ersichtlich, eine einfache Längsspaltung (Fig. 19, 20, 21, 24). Die Trennung der beiden Hälften beginnt am hinteren Ende, um, allmählich nach vorn fortschreitend, die völlige Durchschnürung zu vollenden (Fig. 24). Zu den Figuren möchte ich hier gleich bemerken, daß da, wo im gefärbten Präparat die Geißeln nicht zu erkennen waren, sie auch nicht eingezeichnet oder angedeutet wurden. Daß sie vorhanden waren, das lehrten die lebend beobachteten *Trypanoplasmen*. Neben der Längsteilung des Geißelkernes scheint auch noch eine Querteilung vorzukommen, wie sie in Fig. 18 eingeleitet ist. Der Endeffekt ist in diesem Falle derselbe wie oben. Eine feinere Struktur ist auch hier nicht sichtbar.



KEYSSELITZ (71) beschreibt für *Trypanoplasma borreli* nur eine Querteilung des Blepharoplasten. LÉGER (14) spricht nur von einer Teilung und meint wohl ebenfalls Querteilung. Dem gegenüber möchte ich das Vorkommen der Längsteilung für *Trypanoplasma helici* betonen. Abbildungen, wie sie Fig. 22 und 23 bieten, können das Resultat einer Querteilung aber auch das einer Längsteilung darstellen, bei der die Teilprodukte hintereinander gerückt sind. Hingegen beweisen Fig. 19—21 und 24 klar die Längsteilung des Blepharoplasten. Während alle übrigen Figuren nur einen Kern erkennen lassen, ist er in Fig. 21 dem Geißelkerne in der Teilung vorangeeilt.

b) Kernteilung.

Bei diesem Vorgang handelt es sich um eine Amitose, die durch das Fehlen eines Innenkörpers bedingt ist. Das Chromatin



des Kernes, der sich zur Teilung ansammelt, ist fein verteilt, oder aber in der schwächer gefärbten Grundsubstanz lagern einzelne

größere Chromatinteilchen. Nun findet eine Trennung der chromatischen Elemente in folgender Weise statt. Der Kern dehnt sich etwas in der Richtung quer zur Längsachse. Dann wandert das Chromatin nach entgegengesetzten Polen. Dieses Auseinanderrücken kann von der Peripherie her (Fig. 24, 25, 26, 30) oder aber im zentralen Teil beginnen (Fig. 28, 31). Im ersten Falle tritt gewissermaßen eine Querteilung auf. Im zweiten bildet sich im Mittelpunkt des Kernes ein Spalt, der an Länge zunimmt, bis er die Peripherie erreicht (Fig. 27, 28, 29, 30, 31). Diese Art der Kernteilung besteht also in einem einfachen, wenn auch etwas modifizierten, Durchschnüren des Mutterkernes nach Art der einfachsten Protozenkernteilung. Die Methode ist dieselbe, einerlei ob der ursprüngliche Kern nur aus fein verteilten Chromatinelementen bestand oder aber ob in ihm größere Partikel von färbbarer Substanz durch Fäden und Maschenwerk miteinander verbunden sind (Fig. 30—32). Durch das Fehlen des Caryosoms ist also die Kernteilung eine reine Amitose.

Neuerdings faßt man auch die Trypanosomenkernteilung als Amitose auf und bestreitet das Vorkommen der von PROWAZEK angegebenen Chromosome. (Vergleiche die diesbezüglichen Angaben SALVIN-MOORE und BREINL (24). Diese Art Kernteilung ist nur durch die Gegenwart des Caryosoms etwas kompliziert. Bei Trypanoplasmen (KEYSSELITZ) und Trypanosomen (PROWAZEK und andere) fehlt das Caryosom zwar meistens (vgl. Lühe (19). Aber während der Kernteilung soll es nach Angaben der Autoren den Kern gewissermaßen in zwei Hälften zerstemmen (SCHAUDINN (25)).

Eine Amitose so einfacher Art, wie ich sie bei *Trypanoplasma heliciis* beobachtete, ist meines Wissens für Trypanosomen und Trypanoplasmen bisher nicht beschrieben worden. Dagegen glaubte ich in Abbildungen von KEYSSELITZ (7) (Fig. 60, 144 und 145) auch eine reine Amitose zu erkennen. Diese Figuren zeigen kein Caryosom. In Fig. 66 soll es sich um eine Befruchtungsspindel handeln. Die Zeichnung kann aber ebensogut eine einfache Kernteilung darstellen wenn es sich in dem fraglichen Falle nicht zweifellos um ein Copulationsstadium handelt.

Neben der beschriebenen Amitose scheint bei *Trypanoplasma heliciis* noch eine andere kompliziertere Art der Kernteilung vorzukommen. Diese Vermutung wurde durch den in Fig. 38 abgebildeten Fall wachgerufen. Trotz langem intensiven Suchen konnte ich keine weiteren Stadien finden, die in direktem Zusammenhang mit dem erwähnten Falle stehen. Ich deute Fig. 38 in dem Sinne, daß man hier das Ende einer mitosenartigen Teilung vor sich hat. Die aus ihr hervor-

gegangenen Tochterkerne sind noch durch Lininfasern verbunden, haben aber schon einen selbständigen Aufbau insofern erlangt, als das Chromatin peripher angeordnet ist, und im Zentrum des Kernes ein deutlicher Innenkörper erkennbar ist. In gewisser Hinsicht stimmt diese Figur, abgesehen von der Faserstruktur, überein mit Befunden, wo eine typische Zerstreuung durch Caryosome beschrieben wurde (vgl. etwa (24) Fig. 48). Im Laufe meiner Untersuchung fand ich eine ganze Reihe von Erscheinungen, die eventuell mit dem beschriebenen Teilungsstadium in Verbindung zu bringen sind (Fig. 33—37). Hierher glaube ich die eigenartige bandförmige Anordnung des Chromatins in Fig. 33 rechnen zu dürfen. Fig. 34 zeigt eine ausgeprägte Faserstruktur des Kernes, die aber insofern nicht ganz einheitlich ist, als eine starke Faser den Kern in Richtung der großen Achse durchläuft. Es handelt sich hierbei um ein Trypanoplasma, das sich sicher zur Teilung anschickt, so daß man die eigenartige Anordnung des Chromatins wohl in Zusammenhang mit der Fortpflanzung bringen kann. Weiter gehören hierher Fälle, wie sie in Fig. 35 und 36 abgebildet sind. Besonders aus Fig. 36 geht zweifellos hervor, daß das Chromatin sich gruppenweise angeordnet hat. Es sind geradezu zwei Platten entstanden. Lininfasern konnte ich in diesem Objekte nicht nachweisen. Da der Kern schon ohnehin stark gefärbt war, so wurden sie vielleicht deshalb nicht erkannt. Klar und deutlich hingegen trat eine Faserstruktur auf dem in Fig. 37 abgebildeten Objekte entgegen. Dieses Bild, das das lebhafteste Interesse erweckte, ist mehrmals umgedeutet worden, so daß es immerhin nicht von der Hand zu weisen ist, daß bei der Zeichnung ein wenig konstruiert wurde. Aber es bleibt die Tatsache bestehen, daß das Chromatin in der Art einer Äquatorialplatte angeordnet ist. Trypanoplasmen, wie sie Fig. 36 darstellt, finden sich gar nicht allzuselten. Bei der Beurteilung solcher Erscheinungen muß man aber die größte Vorsicht walten lassen. An vielen Täuschungen, die der Beobachter erleidet, ist zweifellos die Untersuchungsmethode schuld. Wenn auch vielleicht SALVIN-MOORE und BREINL etwas zu weit gehen, wenn sie behaupten, daß das Antrocknenlassen der Ausstriche „barbarisch“ sei, so muß doch ohne weiteres zugegeben werden, daß viele „Chromosome“ einfach auf Rechnung der Methode zu schreiben sind, besonders dann, wenn die Zahl solcher Chromatinpartikeln wechselt.

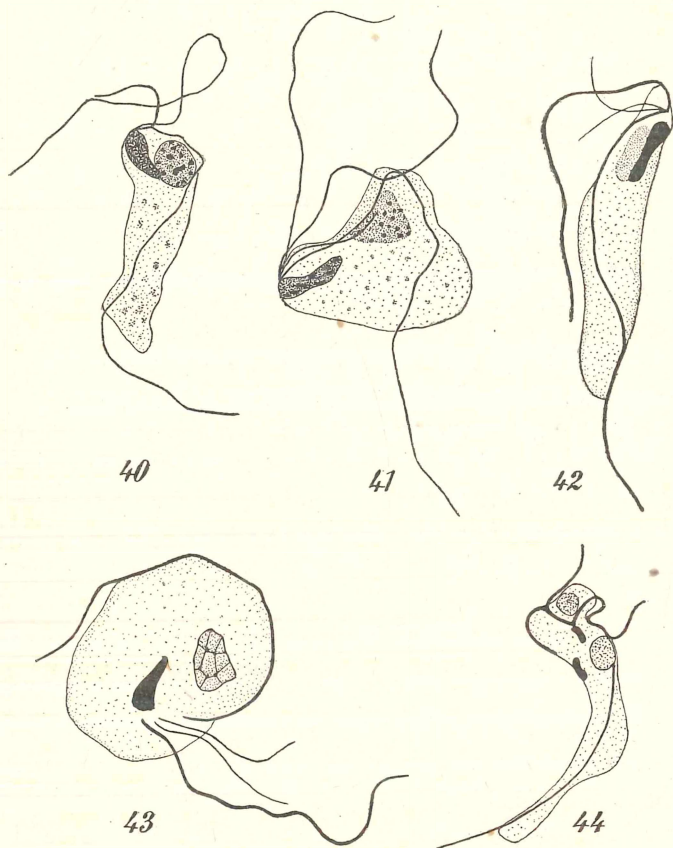
Zum Schlusse sei nochmals darauf hingewiesen, daß also infolge des Fehlens des Caryosoms die Kernteilung bei *Trypanoplasma helicis* sich für gewöhnlich als einfache Amitose abspielt. Hingegen zeigte

es sich, daß eine komplizierte Kernteilung neben der Amitose noch vorzukommen scheint.

Kerne und Blepharoplasten, die aus Teilungen hervorgegangen sind, können einige Zeit im Zellkörper verweilen, bis das Plasma sich zur Teilung ansammelt (Fig. 39).

c) Bildung der neuen Geißeln.

SCHAUDINN hat bekanntlich (26) die Entstehung des Blepharoplasten aus dem Kern nachgewiesen. Durch weitere heteropole Teilung wird das Basalkorn der Geißel und undulierenden Membran ge-



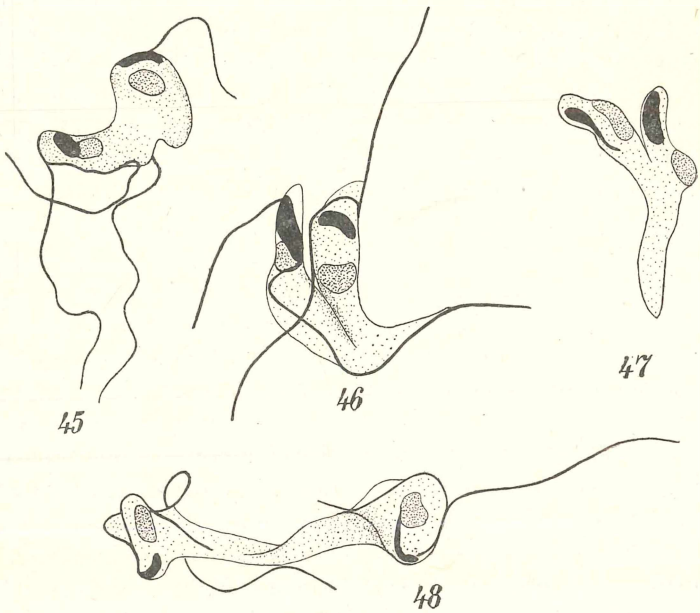
bildet, aus dem durch weitere Teilung dieselben hervorgehen. Die verdickte Zentralspindel der letzten Teilung wird zur undulierenden Membran. „Der Randfaden selber stellt die undulierende Membran

dar“ (KEYSSELITZ 8) nicht etwa die Saumgeißel plus der Periplastlamelle. Die undulierende Membran stülpt den Periplasten als dünne Hülle vor sich her und auch das freie Ende ist außen mit einer dünnen Periplastschicht umgeben, wie ein Finger über den der Handschuh gezogen ist. Die undulierende Membran liegt also im Trypanosomenkörper darin, nicht außen daran. Soweit SCHAUDINN's Ansicht. Sie mag in gewisser Beziehung auch für Trypanoplasmen Geltung besitzen, nämlich insofern als ein Basalkorn vorhanden ist, aus dem die Geißel hervorgeht (34). Dahingegen wächst die undulierende Membran nicht unter der Periplastlamelle her. Im Gegensatz zu den Trypanosomen, wo die undulierende Membran bis zum Vorderende des Tieres unter der Periplastlamelle verbleibt, und diese dann vorwölbt, werden bei *Trypanoplasma helicis* schon ganz kurze Geißeln frei (Fig. 42, 43). Die undulierende Membran ist in diesem Falle nicht von der vorderen Geißel zu unterscheiden. Beide, Saumgeißel und vordere Geißel gehen wahrscheinlich aus der Ursprungsstelle der alten Saumgeißel und Geißel hervor (Fig. 34). Die vordere Geißel tritt alsbald aus dem Zellkörper heraus, während die Stelle, wo die Saumgeißel frei wird, immer mehr nach hinten verlegt werden muß (Fig. 41, 43, 46, 48). Die Geißel, die den Rand der undulierenden Membran bildet, ist also im wahrsten Sinne des Wortes eine Saumgeißel, die, gerade so wie es sich DOFLEIN (2) vorstellte, mit dem Körper immer ein Stück verbunden bleibt. Fig. 46—48 zeigen den Vorgang der Geißelneubildung in verschiedenen Stufen. Vor allem beachte man die Längenunterschiede, die in Fig. 41 und 46 zwischen undulierender Membran oder Saumgeißel und der vorderen Geißel vorhanden sind. Beide Gebilde scheinen also verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit zu besitzen. In anderen Fällen (Fig. 37 und 40) ist schon eine Geißel neu gebildet, während die Saumgeißel noch fehlt.

d) Zellteilung.

Nachdem die für die neue Zelle notwendigen Teile entwickelt sind oder der Anlage nach vorhanden sind (Fig. 39, 44), rücken die Kerne und Blepharoplasten auseinander (Fig. 45). Dasselbe geschieht mit den Geißelursprungsstellen, die alsdann in die Nähe des Blepharoplasten verlagert werden. Dabei bildet sich die der alten undulierenden Membran (Fig. 34) zunächst gelegene Geißelanlage zur vorderen Geißel eines neuen Tieres aus, während die der ursprünglichen vorderen Geißel benachbarte zur undulierenden Membran des neuen Tieres wird. Dies geht mit Klarheit aus den Fig. 45, 46, 48 hervor.

Bei dem einen *Trypanoplasma* ist die Geißel, bei dem anderen die undulierende Membran kräftiger entwickelt. Der Zellkörper beginnt nun vom oberen Ende her sich durchzuteilen, wie es die Fig. 45–47



erkennen lassen, bis beide Tiere schließlich nur noch mit dem hinteren Körperteile vereinigt sind (Fig. 48). An dieser Stelle erfolgt dann die völlige Trennung.

Übertragung.

Da *Trypanoplasma heliciis* sich in den Geschlechtsgängen der Heliciden vorfindet, so lag es von vornherein nahe, die Übertragung in Beziehung zur Begattung des Wirtstieres zu bringen, um so mehr als MEISENHEIMER die Trypanoplasmen auf einem Ausstriche, der von dem Inhalt einer Spermatophore hergestellt war, in großen Mengen vorfand. Mir kam es nun darauf an, genau den Ort festzustellen, wo die Trypanoplasmen in oder an die Spermatophore gelangt waren. Ich benutzte anfangs nur konserviertes Material. Von einer ganzen Reihe von Spermatophoren, die während oder kurz nach der Begattung aus den copulierenden Schnecken herauspräpariert

waren, fertigte ich Schnittserien an, in der Hoffnung, Trypanoplasmen auf diese Weise nachweisen zu können. Allein, trotz wochenlangen angestrengten Bemühungen, wobei ich auch noch mit technischen Schwierigkeiten (geringe Färbbarkeit der Spermatophorenschubstanz) zu kämpfen hatte, gelang es nicht, auch nur ein einziges Trypanoplasma mit Bestimmtheit aufzufinden. Deshalb stellte ich im nächsten Frühjahr nochmals Versuche mit frischem Material an. Diesmal mit dem schönsten Erfolge. Es stellte sich heraus, daß die Spermatophoren in allen ihren Teilen mit Ausnahme des Schwanzfadens Trypanoplasmen enthielten. Auf das sorgfältigste wurden alle die Fälle ausgeschaltet, bei denen etwa in dem begatteten Tier die Flagellaten in die Spermatophoren gelangt sein konnten. Und nun zeigte es sich, daß in weitaus den meisten Spermatophoren während der Hauptbegattungszeit Trypanoplasmen in mehr oder weniger großer Anzahl enthalten waren. Sie bewegten sich in den Rillen des vorderen Abschnittes frei herum, und in dem Samenpaket selber waren sie stellenweise manchmal relativ zahlreich. Ich betone stellenweise, denn sie waren keineswegs über den ganzen Inhalt des Samenpakets gleichmäßig verteilt. Es fand sich auch eine Erklärung für das Mißlingen der früheren Nachforschungen. Ließen sich auch zahlreiche Trypanoplasmen nachweisen, so waren sie doch auf einen großen Raum verteilt. In einem bestimmten Falle fanden sich in dem sog. Kopfabschnitt einer Spermatophore, also in einem Objekte von 0,7 cm Länge etwa 75 Trypanoplasmen, die natürlich im Leben leicht aufzufinden sind. Denkt man sich nun das betreffende Objekt in Schnitte von $5\ \mu$ Dicke zerlegt und nimmt noch an, daß auf den mm nur 100—150 Schnitte statt 200 entfallen, so entfallen auf 700—1000 Schnitte nur 15 Trypanoplasmen. Die Wahrscheinlichkeit, diese aufzufinden, ist dann gleich Null.

Der eigentliche Vorgang der Übertragung dürfte sich folgendermaßen abspielen. Die Trypanoplasmen wandern den Stiel des Receptaculum hinab und werden während der Bildung der Spermatophore zugleich mit den Spermatozoen von dem die Spermatophore bildenden Sekret des Flagellum umflossen und so eingeschlossen. Einfacher erklärt sich noch das Vorhandensein der Flagellaten in den vorderen Rillen. Die Tiere wurden beim Herabwandern am Ende des Stieles des Receptaculum von der frisch gebildeten Spermatophore ergriffen und in die Rillen des Vorderendes hineingepreßt. Mit der Spermatophore gelangen also vermutlich die Trypanoplasmen unmittelbar an ihren definitiven Aufenthaltsort und werden dann beim Auflösen der Spermatophore frei. Die Übertragung von Schnecke

zu Schnecke durch die Spermatophore ist also eine rein mechanische. Es würde zu weit führen, hier die anatomischen Verhältnisse der Geschlechtsorgane von *Helix pomatia* zu erörtern und die Möglichkeit der geschilderten Übertragungsweise zu beweisen. Genaueres über die Morphologie und Physiologie dieser Organe findet man bei MEISENHEIMER (20), auf dessen Untersuchungen meine hier gemachten Angaben basieren.

Durch die Untersuchungen von SCHAUDINN war es gewissermaßen zur Norm geworden, bei den Trypanosomen einen Zwischenwirt zu finden. So bemühte sich PROWAZEK (23) und andere, die Rattenlaus für die Übertragung von *Trypanosoma lewisi* verantwortlich zu machen, in deren Darm eine Entwicklung stattfinden soll. Auch für *Trypanosoma gambiense*, dem praktisch wichtigsten Trypanosoma, glaubte man in der *Glossina palpalis* einen Zwischenwirt gefunden zu haben. Aber neuere Untersuchungen machen es wahrscheinlich, daß es sich hier ebenfalls um eine rein mechanische Überimpfung durch Blut handelt. So behaupten DUTTON, TODD und HANINGTON (3), daß nach 48 Stunden eine Infektion durch die Glossine nicht mehr möglich ist. Andererseits gelang es SALVIN-MOORE und BREINL (24) lange Zeit hindurch durch rein mechanische Überimpfung von Tier zu Tier *Trypanosoma gambiense* zu übertragen, ohne daß Degenerationserscheinungen auftraten. Auch für *Trypanosoma equiperdum* vermutet man aus bloßer Analogie einen Zwischenwirt. Sollte aber nicht *Trypanosoma noctuae* mit seiner komplizierten Entwicklung die Ausnahme bilden (vgl. (24) pag. 446)? Sollte es nicht möglich sein, daß sich der Geschlechtsvorgang in demselben Wirt abspielt?¹⁾

Bei *Trypanoplasma heliciis* wird, wie ich bestimmt glaube, dieser Vorgang, falls er überhaupt stattfindet, im definitiven Wirt vonstatten gehen. Denn hier in der Schnecke finden sich alle Formen, die vermutlich geschlechtlich differenziert sind. Und zwar treten sie nach der

¹⁾ Bei Gelegenheit der Korrektur der vorstehenden Arbeit machte mich Herr Professor KORSCHOLT auf den ihm soeben vom Verfasser zugegangenen Vortrag von F. DOFLEIN aufmerksam (Probleme der Protistenkunde. I. Trypanosomen. Jena 1909). Meine obigen Ausführungen, die im Sommer vorigen Jahres niedergeschrieben sind und an denen nichts geändert wurde, stimmen mit den von DOFLEIN ausgesprochenen Ansichten ziemlich überein, wie man sich überzeugen wird. Unerwähnt möchte ich auch nicht lassen, daß die von mir beschriebenen „geißellosen Formen mit und ohne Blepharoplast“ sich sehr wohl als „Anpassungsformen“ im Sinne DOFLEIN's deuten lassen, welche durch schlechte Ernährung während des Winters verursacht sind, vorausgesetzt natürlich, daß man die schon lange bekannten Befunde von NOVY und MC.NEAL nicht, wie es bisher meist geschah, als Anomalien betrachten will.

Begattungszeit auf, also zu einer Zeit, wo eine Neuinfektion stattgefunden haben kann. Während der Begattungszeit selber ließen sich nun die gewöhnlichen Trypanoplasmen nachweisen und zwar besonders die großen Formen, die früher beschrieben wurden. Sie werden neben den kleineren Trypanoplasmen übertragen, wie ich bestimmt nachweisen konnte, und sie sind es wohl, die durch sukzessive Längsteilung in dem neuen Wirt eine rasche Vermehrung besorgen. Eine Copulation mag dann später stattfinden.

Die geschilderte Übertragungsweise ist nicht nur die einfachste, sondern auch die zweckmäßigste, da so die Flagellaten am leichtesten und sichersten an ihren definitiven Wohnort gelangen.

Es kann noch hinzugefügt werden, daß die Übertragung bei *Tachea hortensis* vermutlich sich ähnlich abspielt wie bei *Helix pomatia*. Denn auch hier ließen sich Trypanoplasmen in der Spermatophore nachweisen.

Zum Schlusse möchte ich es nicht unterlassen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. E. KORSCHOLT für die weitgehendste Unterstützung, die er mir während meiner Untersuchungen in reichem Maße zuteil werden ließ, meinen wärmsten Dank auszusprechen. In gleicher Weise fühle ich mich Herrn Prof. E. MEISENHEIMER und Dr. C. TÖNNIGES gegenüber verpflichtet.

Marburg, Juli 1908.

Literaturverzeichnis.

- 1) DIESING, C. M.: Systema Helminthum. Vol. I. Vindobonae 1850.
- 2) DOFLEIN, F.: Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. Jena 1901.
- 3) DUTTON, TODD AN HANINGTON: Trypanosome transmission experiments. Ann. Trop. Med. and Parasit. Vol. I No. 2 1907.
- 4) HARTMANN, M.: Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907.
- 5) KEFERSTEIN, W. u. EHLERS, E.: Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse von *Helix pomatia*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 10 1860.
- 6) KEYSSELITZ, G.: Über Trypanophis grobbeni. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1904.
- 7) —: Generations- und Wirtswechsel von *Trypanoplasma borreli* LAVERAN u. MESNIL. Arch. f. Protistenk. Bd. 7 1906.
- 8) —: Über die undulierende Membran bei Trypanosomen und Spirochäten. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907.
- 9) LAVERAN, A. et MESNIL, F.: Sur les Flagellés à membrane ondulante des Poissons (genre *Trypanosoma* Gruby et *Trypanoplasma* n. gen.). C. R. Acad. Sci. Paris T. 133 No. 18 1901.

- 10) LAVERAN, A. et MESNIL, F.: Des Trypanosomes des Poissons. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902.
 - 11) —: Trypanosomes et Trypanosomiasés. Paris 1904.
 - 12) LÉGER, L.: Sur la morphologie du *Trypanoplasma* des Vairons. C. R. Acad. Sci. T. 138 No. 13 1904.
 - 13) —: *Trypanoplasma varium* n. sp. C. R. Soc. d. Biol. T. 57 No. 30 1904.
 - 14) —: Sur la présence d'un *Trypanoplasma* intestinal chez les Poissons. C. R. Soc. Biol. Paris T. 58 No. 11 1905.
 - 15) LEIDY, J.: Description of a new genus and species of Entozoa. Proc. of the Acad. Nat. Sci. of Philadelphia Vol. III p. 100 1846.
 - 16) —: Description of a new genus and species of Entozoa. *Cryptobia helici*. Journ. of the Acad. Nat. Sci. of Philadelphia Vol. I Second Series p. 67 1847.
 - 17) —: Corrections and Additions to former Papers on Helminthology published in the Proceedings of the Academy. Proc. of Nat. Sci. Vol. V 1850.
 - 18) —: A Synopsis of Entozoa and some of their Ecto-longeners. Proc. of the Acad. Nat. Sci. of Philadelphia Vol. VIII pag. 42 1856.
 - 19) LÜHE, M.: Die im Blute schmarotzenden Protozoen und ihre nächsten Verwandten. in: Handbuch der Tropenkrankheiten, herausgegeben von C. MENSE, Bd. III. Leipzig 1906.
 - 20) MEISENHEIMER, J.: Biologie, Morphologie und Physiologie des Begattungsvorganges und der Eiablage von *Helix pomatia*. Zool. Jahrb., Abt. f. System. Bd. 25 1907.
 - 21) NOCHT, B. u. MAYER, M.: Trypanosomen als Krankheitserreger. in: KOLLE u. WASSERMANN, Handbuch der pathogenen Microorganismen Bd. 5 1905.
 - 22) PROWAZEK, S.: Die Entwicklung von *Herpetomonas*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 20 1904.
 - 23) —: Studien über Säugetiertrypanosomen. I. Ebenda Bd. 22 1905.
 - 24) SALVIN-MOORE, J. E. and BREINL, A.: The Cytology of the Trypanosomes. Part. I. Ann. of Tropical Medicine and Parasitology Vol. I No. 3 1907.
 - 25) SCHAUDINN, F.: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Bd. XIII 1900.
 - 26) —: Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und Spirochäten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 20 1904.
 - 27) SENN, G.: Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von den flagellaten Blutparasiten. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [14_1909](#)

Autor(en)/Author(s): Friedrich Ludwig

Artikel/Article: [Über Bau und Naturgeschichte des Trypanoplasma helici LEIDY. 363-395](#)